

## PEMBUATAN ALAT UKUR KECEPATAN PUTAR GEAR MENGGUNAKAN SENSOR *PROXIMITY* INDUKTIF DAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Elfi Susilawati<sup>1</sup> Yulkifli<sup>2</sup> Zuhendri Kamus<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang

Email. [elfisusilawati2@gmail.com](mailto:elfisusilawati2@gmail.com)

### ABSTRACT

*The development of science and technology (Science and Technology) always improved. Science and technology proven to provide convenience and benefits for humans as in the field of Physics, for example measurement of the Rotational speed. Rotational speed can be measured in two ways: manually and automatically. Automatic sensor-assisted system used to detect and monitor the speed of play. Sensors for this system is inductive proximity sensors npn LJI2A3-4-Z / BX type. The use of these sensors has not been widely used in general, so the design and realization of the system is done looking at technical data, specifications and sensor characteristics. The objective of the research is to know the performance specification and the design of the gear speed measuring instrument. This research is engineering research. Data collection is done directly and indirectly. Direct measurements are made by comparing the measurements and theoretical outcomes. Indirect measurements determine the precision and accuracy of the speed. The data obtained through measurement are statistically and graphically. Based on data analysis put forward two important sections. First, the measurement system performance specification using proximity sensor and arduino microcontroller UNO consist of DC motor there are 12 gear, near DC motor there is proximity sensor with 4 mm distance to gear, and box circuit. Design specifications of measuring instruments in the form of device sensitivity 8,015; Relative accuracy 0.97; 97% accuracy and 0.99 system accuracy.*

**Keywords :** Speed Measuring Instrument, Automatic, Manual, Inductive Proximity Sensor

### PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) saat ini selalu mengalami peningkatan yang begitu pesat, sejalan dengan kebutuhan manusia yang selalu meningkat. Para ahli terus melakukan penelitian untuk melahirkan produk teknologi guna memenuhi kebutuhan manusia. Hasil IPTEK tersebut telah terbukti banyak memberikan kemudahan dan keuntungan bagi manusia. Salah satu cabang ilmu yang banyak memberikan kontribusi dalam perkembangan IPTEK adalah fisika.

Fisika telah memberikan dasar yang kuat pada kemajuan teknologi. Kemajuan teknologi erat hubungannya dan kemajuan fisika. Salah satu bidang kajian fisika yang tidak kalah pesat perkembangannya saat ini cukup membantu manusia dalam bidang ilmu pengetahuan. Salah satu peranan yang penting adalah percobaan fisika.

Pada umumnya untuk mengetahui besar kecepatan mesin yaitu dengan cara manual. Cara manual yang digunakan untuk mengetahui besar kecepatan putar yaitu dengan kalkulasi matematis. Cara manual ini kurang akurat dan efisien serta menguras energi dan otak. Teknologi pada zaman modern sudah berkembang pesat untuk memilih sistem otomatis. Sistem otomatis sangat membantu dalam semua proses sistem mesin.

#### 1. Alat Ukur

Alat ukur dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu alat ukur analog dan alat ukur digital. Alat ukur analog merupakan alat ukur yang hasil

pengukurannya ditunjukkan oleh jarum pada skala meter. Alat ukur digital menggunakan jumlah digit tertentu untuk menampilkan hasil pengukuran.

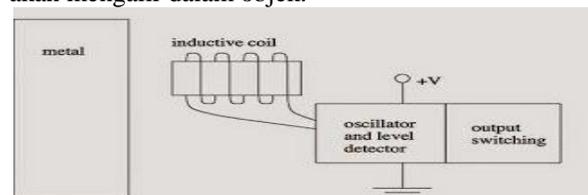
#### 2. Kecepatan Putar Turbin

Kecepatan putar benda kerja diatur oleh mekanisme gerak utama, yang terletak didalam turbin. Didalam turbin terdapat tuas-tuas penyetel kecepatan putar benda kerja, sedangkan putaran turbin tergantung dari diameter bahan dan bentuk turbin yang digunakan. Kecepatan putar turbin tergantung tergantung bentuk putaran dan diameter turbin serta shaft turbin.

#### 3. Sensor *Proximity*

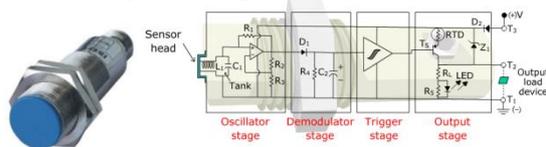
Dalam penelitian ini menggunakan sensor *proximity* induktif dimana sensor ini berfungsi untuk mengukur kecepatan tanpa melakukan kontak langsung dengan benda.

Sensor induktif menggunakan *coil* (induktor) untuk menghasilkan medan magnet frekuensi tinggi seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Jika ada benda logam di dekat medan magnet yang berubah, arus akan mengalir dalam objek.



Gambar 1. Prinsip Kerja Sensor *Proximity*

Cara kerja dari sensor *proximity* induktif adalah ketika turbin dan *gear* berputar yang akan menghasilkan pulsa magnetis (induksi) dan kecepatan. Pulsa magnetis yang timbul saat medan magnetis terjadi akan menghasilkan tegangan. Kecepatan dan tegangan yang dihasilkan oleh perputaran turbin dan *gear* akan di transmisikan ke PLC namun pada penelitian ini digunakan arduino UNO. Bentuk fisik dan blok diagram dari sensor *proximity* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk fisik dan blok diagram sensor *proximity*

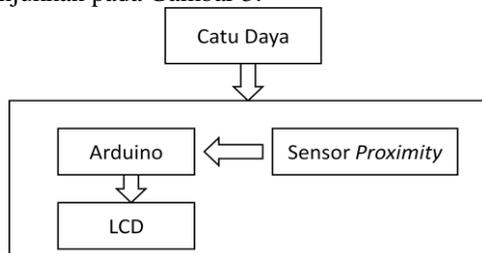
Sensor *proximity* induktif digunakan untuk memberikan informasi kecepatan *input* (turbin) poros ke arduino. Sinyal kecepatan *shaft input* digunakan dalam hubungannya dengan *output* sinyal kecepatan poros akan menentukan rentang *gear* dan *slip* waktu untuk diproses dalam arduino. Umumnya sensor *proximity* memiliki 3 kabel. Sensor dengan 3 kabel terdiri atas 2 kabel sebagai sumber yaitu positive (*Brown*) dan negative (*Blue*) dan 1 kabel signal (*Black*).

### METODE PENELITIAN

Berdasarkan masalah yang dikemukakan pada penelitian ini, maka penelitian ini termasuk dalam penelitian rekayasa. Penelitian rekayasa adalah suatu kegiatan merancang (*design*) yang tidak rutin, sehingga didalamnya terdapat kontribusi baru baik dalam bentuk, proses maupun produk.

#### 1. Rancangan Sistem Elektronika

Pembuatan alat ukur kecepatan putar *gear* dibangun oleh beberapa rangkaian dan komponen elektronika. Mulai dari pemberian catu daya dari PLN pada arduino dan sensor *proximity* induktif sampai ada tampilan pada display LCD yang ditunjukkan pada Gambar 3.

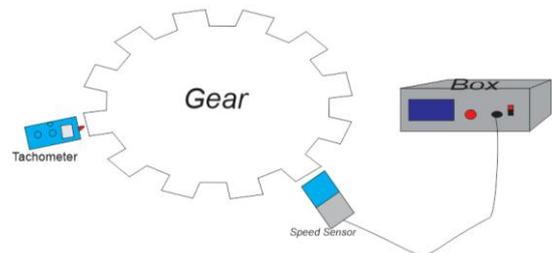


Gambar 3. Blok Diagram Alat Ukur Kecepatan Putar

Terlihat pada Gambar 3 terdapat catu daya yang berfungsi sebagai sumber untuk menghidupkan arduino, Sensor *proximity* induktif dan LCD. Sensor *proximity* induktif berfungsi untuk mendeteksi kecepatan yang akan dikirim ke arduino. Arduino akan menerima input dari sensor *proximity* induktif.

Hasil kecepatan arduino akan diproses dan ditampilkan LCD.

- Rancangan Mekanik Alat Ukur Kecepatan Putar *Gear*
- Adapun desain mekanik yang dirancang khusus untuk pembuatan alat ukur kecepatan putar *gear* yaitu:

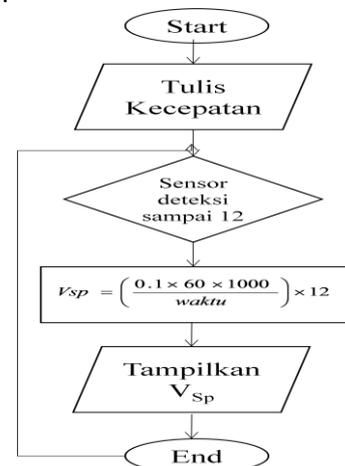


Gambar 4. Desain Mekanik Alat Ukur Kecepatan Putar *Gear*

Gambar 4 merupakan desain dari set alat alat ukur kecepatan putar *gear*. Alat ini dilengkapi dengan sensor, motor DC dan sistem alat ukur kecepatan *gear* (*box* sistem). Sensor berfungsi untuk mendeteksi kecepatan putar dari motor DC. *Box* arduino berfungsi untuk menampilkan hasil kecepatan pada LCD.

#### c. Rancangan Perangkat Lunak

Rancangan perangkat lunak dari pembuatan alat ukur kecepatan putar *gear* ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan Perangkat Lunak

Gambar 5 merupakan *flowchart* atau rancangan program yang akan mengatur sistem alat ukur kecepatan putar *gear*. Pada saat motor berputar sensor akan aktif dan mengirim sinyal atau pulsa ke arduino untuk diproses.  $V_{sp}$  merupakan rumus untuk mengolah pulsa dari sensor.

#### 2. Prosedur Penelitian

Prosedur pengukuran yaitu dengan membandingkan dengan nilai yang terbaca oleh sistem dan teori Adapun langkah-langkah dalam menentukan ketepatan hasil pengukuran ini adalah:

- a. Penentuan Sensitifitas Pengukuran
  - 1). Menyiapkan sistem pengkalibrasian dan mengecek komponen-komponen pem bangun sistem apakah berfungsi dengan baik dan semestinya,
  - 2). Menyiapkan dan menghubungkan motor DC dengan sumber,



Gambar 6. Motor DC dihubungkan dengan Sumber tegangan

- 3). Mengaktifkan dan menset sistem alat ukur kecepatan putar *gear*,



Gambar 7. Sistem Pengukuran dan Sensor *Proximity* induktif

- 4). Mengukur kecepatan putaran yaitu menggunakan sensor *proximity* induktif. Dimana sensor *proximity* induktif diletakan dengan jarak ke *gear* sekitar 4 mm.



Gambar 8. Posisi Sensor *Proximity* dengan *Gear*

- 5). Mencatat nilai kecepatan yang ditam pilkan di LCD
- 6). Menentukan persentase kesalahan pengukuran oleh sistem,
- 7). Melakukan pengukuran yang sama untuk kecepatan motor yang sama sebanyak 10 perulangan.

- b. Penentuan Ketepatan Pengukuran
  - 1). Menyiapkan sistem pengukuran dan mengecek komponen-komponen pembangun sistem apakah berfungsi dengan baik dan semestinya.

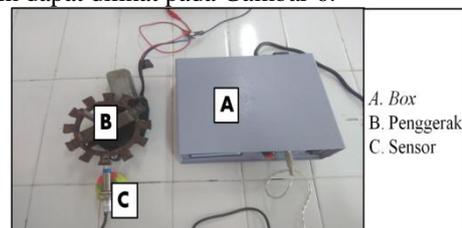
- 2). Menghubungkan motor DC dengan sumber seperti Gambar 6.
- 3). Mengaktifkan dan menset sistem alat ukur kecepatan putar *gear*, sensor seperti Gambar 7.
- 4). Meletakkan sensor *proximity* induktif dekat motor DC dengan jarak 4 mm dari *gear*.
- 5). Memvariasikan sumber tegangan mulai 4-6 volt sebanyak 5 variasi.
- 6). Mencatat nilai kecepatan yang ditampilkan di LCD.
- 7). Menentukan persentase kesalahan pengukuran oleh sistem.

- c. Penentuan Ketelitian Pengukuran
  - 1). Menyiapkan dan menghubungkan motor DC dengan sumber.
  - 2). Mengaktifkan dan menset sistem alat ukur kecepatan putar *gear*.
  - 3). Mencatat hasil pengukuran kecepatan yang terukur oleh sensor *proximity* induktif ( $V_{sp}$ ) pada setiap perulangan.
  - 4). Menentukan standar deviasi, kesalahan mutlak, dan kesalahan relative serta melaporkan hasil pengukuran.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Spesifikasi Performansi Alat Ukur Kecepatan Putar *Gear*

Spesifikasi performansi sistem ini meliputi fungsi-fungsi dari setiap bagian sistem alat ukur kecepatan putar *gear*. Penentuan akurasi dari sensor dapat dilihat dari perbandingan secara sistem dengan teori. Dimana pada saat sensor akan mendeteksi kecepatan putar maka tachometer akan juga mendeteksi. Sensor akan mendeteksi sampai *gear* yang terbaca 12. Penentuan akurasi ini akan di proses melalui mikrokontroler arduino UNO. Desain ini dirancang sedemikian rupa supaya mempermudah untuk memahami fungsi setiap pembangun sistem. Bagian-bagian desain tersebut yitu berupa sensor, penggerak, *box*, dan rangkaian. Untuk mempermudah pemahaman dari bentuk setiap bagian-bagian utuh sistem dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 9. Foto Alat Ukur Kecepatan Putar *Gear*

2. Spesifikasi Desain
  - a. Penentuan Sensitivitas Sistem
 

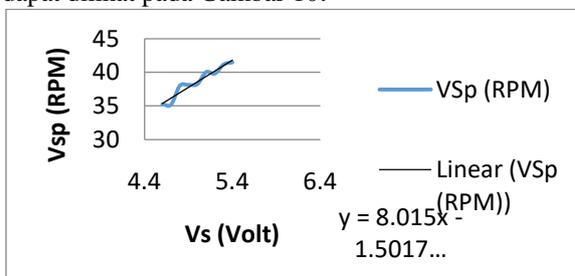
Sensitivitas dari sistem ditentukan dengan membandingkan data hasil pengukuran pada tiap variasi sumber tegangan. Tujuan menentukan tingkat sensitivitas disini yaitu untuk melihat seberapa

sensitif sistem terhadap perubahan sumber tegangan dalam pengukuran. Hasil dari pengukuran sensitivitas sistem dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sensitivitas Pengukuran Sistem

No	V <sub>s</sub> (Volt)	V <sub>sp</sub> (RPM)
1	4,6	35,26
2	4,7	35,19
3	4,8	37,99
4	4,9	38,11
5	5,0	38,23
6	5,1	40,01
7	5,2	39,78
8	5,3	41,14
9	5,4	41,45

Pada Tabel 2 terlihat sumber tegangan 4,7 (Volt) dengan 4,8 (Volt) perubahan nilai kecepatan yaitu 2,8 RPM. Grafik yang menunjukkan sensitivitas sistem dapat dilihat pada Gambar 10.



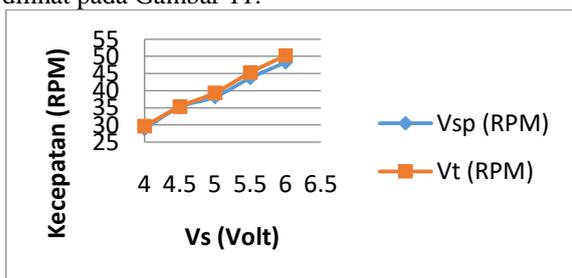
Gambar 10. Grafik Sensitivitas Sistem Pengukuran

Dari grafik terlihat tingkat sensitif sistem terhadap pengukuran terjadi pada 4,7-4,8 Volt. Sensitivitas dari sistem yaitu sebesar 8,015 untuk nilai kecepatan sistem terhadap sumber tegangan.

#### b. Penentuan Ketepatan Sistem

Ketepatan pengkalibrasian sistem ditentukan dengan membandingkan data hasil pengukuran kecepatan teori. Perbandingan hasil pengukuran ini dilakukan variasi sumber tegangan 4-6 Volt. Variasi sumber tegangan akan berpengaruh terhadap besar kecepatan pada motor DC. Semakin besar sumber tegangan maka semakin besar jumlah kecepatan per menit yang dihasilkan.

Grafik perbandingan antara sumber tegangan terhadap kecepatan sistem dan kecepatan teori dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hubungan antara Nilai Kecepatan terhadap Sumber Tegangan dan Perubahan Waktu

Hubungan antara nilai kecepatan terhadap sumber tegangan pada sistem dan alat ukur standar pada Gambar 8 membuktikan bahwa nilai ketepatan sistem dan alat ukur standar yang didapat saling mendekati dengan ketepatan 97,25%.

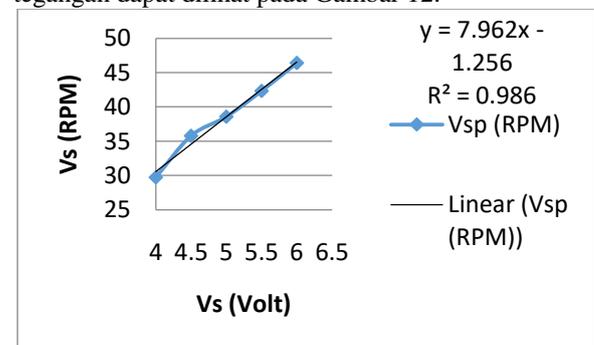
#### c. Penentuan Ketelitian Sistem

Pengukuran kecepatan dilakukan sebanyak 10 kali perulangan dengan ketentuan sumber tegangan divariasikan. Dimana V<sub>sp</sub> adalah kecepatan keluaran yang terukur dari sistem dan V<sub>T</sub> adalah kecepatan berdasarkan teoritis. Dari pengukuran terlihat nilai kecepatan bervariasi. Perbedaan variasi dari nilai kecepatan tidak terlalu jauh dan dibandingkan terhadap nilai alat ukur standar. Ketelitian dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketelitian pengukuran Kecepatan

No	t (s)	Vs (volt)	Vsp (RPM)	Vt (RPM)
1	19.71	4.00	29.74	30.62
2	16.76	4.50	35.78	35.98
3	15.14	5.00	38.56	39.84
4	13.76	5.50	42.31	43.84
5	12.51	6.00	46.38	48.24

Ketelitian pengukuran kecepatan pada Tabel 1 didapatkan dari rata-rata sepuluh perulangan dengan sumber tegangan divariasikan sebanyak 5 kali. Besar ketelitian pengukuran dapat diketahui dalam bentuk grafik. Grafik ketelitian pengukuran terhadap sumber tegangan dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Ketelitian Pengukuran

Pada Gambar 12 terlihat perbandingan antara sumber tegangan dengan kecepatan sebanding. Dengan kemiringan grafik sebesar 7,962 untuk nilai kecepatan sistem terhadap sumber tegangan. Melalui pendekatan garis diperoleh koefisien determinasi dari grafik dapatkan nilai ketelitian 0,99; artinya 99 % kecepatan dipengaruhi oleh sumber tegangan.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap besaran yang terdapat pada sistem *turbine speed sensor calibrator* menggunakan mikrokontroler arduino UNO dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil spesifikasi performansi dari sistem alat ukur kecepatan putar *gear* terdiri dari dua bagian yaitu motor DC dan *box*. Motor DC terdapat 12 *gear*, dengan diameter 10 cm dan jarak antara *gear* yaitu 1,2 cm. *Box* tempat diletakkannya rangkaian elektronika pembangun sistem. Rangkaian pembangun sistem ini terdiri dari kit Arduino, rangkaian sensor, dan rangkaian catu daya teregulasi serta modul LCD. Motor Dc memanfaatkan sumber dari power supply dengan tegangan maximum 12 V. Disamping *gear* diletakkan sensor *proximity* dengan jarak 4 mm dari *gear*. Sensor *proximity* digunakan untuk menghidupkan *timer* dan menghitung kecepatan. Nilai kecepatan ditampilkan pada *display* LCD
2. Ketepatan pengukuran nilai rata-rata, persentase kesalahan, pengukuran kecepatan yang telah dilakukan mendapatkan nilai kecepatan sistem 46,38 RPM dan teori 48,28 RPM.
3. Ketelitian pengukuran nilai kecepatan dari percobaan yang dilakukan pada sistem dan teori memiliki kesalahan relatif sebesar 1.01%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adriansyah, Andi dan Hidyatama, Oka. 2013. "Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328p". *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu* Vol.4 No.3 September 2013. ISSN : 2086-9479.
- [2] Ali, Hanapi, dkk. 2012. "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Putaran Sudu Turbin Dan Perekam Data Berbasis Mikrokontroler *Avr Atmega16* Pada Turbin Angin Di Pantai Baru, Ngentak, Bantul". *Seminar Nasional Applied Science and Technology Innovation 2012 (ASTECHNOVA 2012) Yogyakarta, 22 November 2012*. ISSN: 2086-0005.
- [3] Son Maria, Putut dan Rendy, Ahmad. 2017. "Desain dan Uji Kinerja *Contactless Digital Tachometer* Dilengkapi Fitur Keluaran Tegangan Analog. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 9 ISSN (Printed) : 2579-7271 dan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, 18-19 Mei 2017. ISSN (Online) : 2579-5406*.
- [4] Yohandri. 2013. *Mikrokontroler dan Antar Muka*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [5] Yulkifli.2011. *Sensor Fluxgate*. Padang. Universitas Negeri Padang
- [6] Yulkifli dan Wahyudi, Ismu.2011. *Sensor Magnetik Fluxgate Sebagai Alat Ukur Muai Panjang*. Padang: Prosiding Seminar Nasional ISBN 978-602-19069-0-3 Universitas Negeri Padang
- [7] Yulkifli.2013.*Sistem Sensor Dan Aplikasinya*.UNP: Padang