

RANCANG BANGUN INSTRUMENTASI HALL EFFECT SENSOR MAGNETIC PADA DYNAMOMETER PRONY BRAKE DENGAN SISTEM MONITORING LCD 16X4 DISPLAY BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Septian Dwi Kuncoro*

Universitas PGRI Semarang, Indonesia
septiandkuncoro23@gmail.com

Althesa Androva

Universitas PGRI Semarang, Indonesia
althesaandrova@upgris.ac.id

Agus Mukhtar

Universitas PGRI Semarang, Indonesia
agusmukhtar@upgris.ac.id

ABSTRACT

A dynamometer is a machine used to measure the torque (torque) and rotational speed (rpm) of the power produced by an engine, motor or other rotating drive. Dynamometers can also be used to determine the power and torque required to operate a machine. So the research aims to be able to design a prony brake dynamometer using a Hall Effect Magnetic Sensor. And can find out the performance of the Hall Effect Sensor and engine performance on the results of the value of Torque and Horse Power. As for the results of this study, it was found that the prony brake dynamometer using the hall effect sensor can work according to its function. And using the hall effect sensor in this system, the average reading result has an error of 1.42%, meaning that the sensor is suitable for use on a prony brake dynamometer machine because the error threshold is 2%.

Keywords: Dynamometer, Prony Brake, Hall Effect Sensor, Error

ABSTRAK

Dinamometer adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengukur torsi (*torque*) dan kecepatan putaran (rpm) dari tenaga yang diproduksi oleh suatu mesin, motor atau penggerak berputar lain. Dinamometer dapat juga digunakan untuk menentukan tenaga dan torsi yang diperlukan untuk mengoperasikan suatu mesin. Sehingga penelitian bertujuan dapat merancang alat *dynamometer prony brake* menggunakan *Hall Effect Sensor Magnetic*. Dan dapat mengetahui kinerja *Hall Effect Sensor* dan performa mesin terhadap hasil nilai dari Torsi dan Horse Power. Adapun hasil dari penelitian tersebut didapat alat dinamometer *prony brake* dengan menggunakan sensor *hall effect* dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Dan penggunaan sensor *hall effect* pada sistem ini didapat hasil pembacaan rata-rata memiliki error sebesar 1.42% artinya sensor tersebut layak digunakan pada mesin dinamometer *prony brake* dikarenakan ambang batas error sebesar 2%.

Kata kunci: Dinamometer, *Prony Brake*, *Sensor Hall Effect*, *Error*

PENDAHULUAN

Dinamometer, adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengukur torsi (*torque*) dan kecepatan putaran (rpm) dari tenaga yang diproduksi oleh suatu mesin, motor atau penggerak berputar lain. Dinamometer dapat juga digunakan untuk menentukan tenaga dan torsi yang diperlukan untuk mengoperasikan suatu mesin. Dalam hal ini, maka diperlukan dinamometer. Dinamometer yang dirancang untuk dikemudikan disebut dinamometer absorsi/penyerap. Dinamometer yang dapat digunakan, baik penggerak maupun penyerap tenaga disebut dinamometer aktif atau universal. (Sinaga & Prasetyo, 2019)

Dalam menentukan torsi atau karakteristik tenaga dari mesin dalam test/*Machine Under Test* (MUT), Dinamometer juga mempunyai peran lain. Dalam siklus standar uji emisi, seperti yang digambarkan oleh US *Environmental Protection Agency* (US EPA), *dynamometer* digunakan untuk membuat simulasi jalan baik untuk mesin (dengan menggunakan dinamometer mesin) atau kendaraan secara penuh (dengan menggunakan dinamometer sasis). Sebenarnya, diluar pengukuran torsi dan power yang sederhana, dinamometer dapat digunakan sebagai bagian dari pengujian untuk berbagai aktifitas pengembangan mesin seperti kalibrasi pengontrol manajemen mesin, pengembangan sistem pembakaran dsb. Dinamometer arus Eddy yang paling umum digunakan pada dinamometer chassis modern. (Syah, 2018)

Akan tetapi ketidaktersediaan dinamometer produksi dalam negeri menyebabkan harga dinamometer tinggi, padahal dinamometer dibutuhkan untuk menunjang penelitian seputar motor seperti menguji keberhasilan sistem kontrol torsi motor. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan membuat dinamometer dari sensor torsi, sensor kecepatan, dan rem. Sensor torsi yang paling umum digunakan adalah strain gauge dan load cell. Strain gauge mengukur torsi secara in-line (sebaris) antara motor penggerak dan rem, sedangkan *load cell* digunakan untuk mengukur torsi reaksi yang menghambat putaran motor sebagian atau seluruhnya. (Rasyid, 2020)

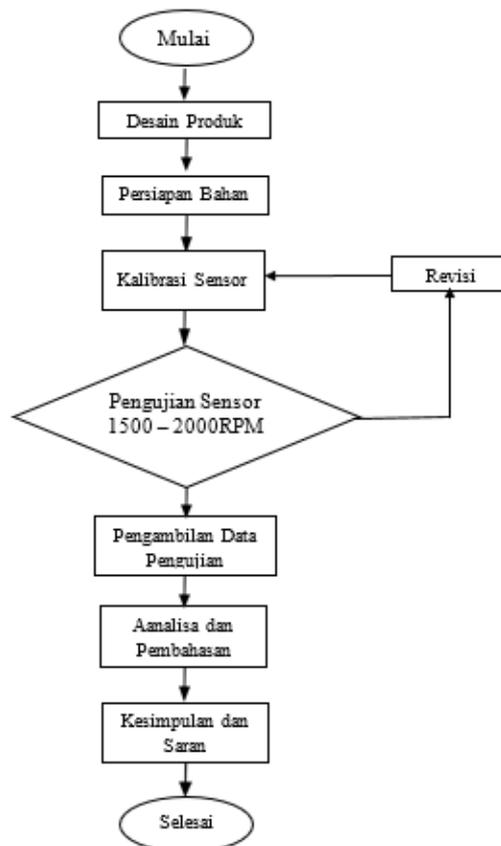
Pada penelitian ini peneliti melakukan instrumentasi perancangan sebuah *Dynamometer Prony Brake* dengan menggunakan Sensor Magnet atau *Hall Effect Sensor* yang berfungsi sebagai inputan pembacaan suatu nilai kecepatan putaran mesin (RPM). *Hall Effect Sensor* merupakan suatu perangkat atau komponen yang bisa diaktifkan oleh medan magnet eksternal. Seperti yang kita ketahui bersama bahwa medan magnet sendiri mempunyai dua karakteristik penting, yaitu densitas flux (*flux density*) dan kutub (kutub utara dan selatan). Sinyal masukan atau input dari sensor efek hall ini merupakan densitas medan magnet yang berada disekitar sensor tersebut, jika densitas medan magnet melampaui batas ambang yang telah ditentukan maka sensor akan langsung mendeteksi serta menghasilkan tegangan keluar atau output yang biasa disebut sebagai tegangan hall (VH). (Kho, 2020)

Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Instrumentasi *Hall Effect Sensor*

Magnetic Pada Dinamometer Prony Brake Dengan Sistem Monitoring Lcd 16x4 Display Berbasis Mikrokontroler Arduino". Adapun tujuan pada penelitian ini adalah dapat merancang alat *dynamometer prony brake* menggunakan *Hall Effect Sensor Magnetic* dan mengetahui kinerja *Hall Effect Sensor* dan performa mesin terhadap hasil nilai dari Torsi dan Horse Power.

METODE PENELITIAN

Perancangan alat pengujian Torsi dan Horse Power (*Dynamometer Prony Brake*) disusun melalui beberapa tahapan supaya mempermudah dalam proses penelitian. Adapun kerangka berpikir yang dilakukan ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Pendekatan penelitian ini menggunakan penelitian dan pengembangan (*Research & Development*). Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development* (R&D) adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada, dan dapat dipertanggungjawabkan.

PEMBAHASAN

Pada tahap ini akan membahas mengenai beberapa pengujian dan analisa pada sistem pengukuran yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kemampuan dari sistem serta juga melihat apakah telah berfungsi seperti yang diharapkan atau tidak. Pengujian dilakukan satu-persatu dari pengujian awal pada sensor hingga ke pengujian sistem-sistem lainnya yang mendukung proses pengukuran atau mendukung alat dinamometer *Prony Brake*. Jika nantinya di dapat dan diketahui ada sesuatu yang tidak sesu

ai maka akan dilakukan suatu analisa dan kemudian akan dicoba diperbaiki dari hasil analisa tersebut.

A. Pengujian Komponen Sistem

1. Pengujian Catu Daya

Pengujian catu daya bertujuan untuk mengetahui bahwa catu daya memebrikan *supply* dengan baik kepada sistem. Catu daya yang digunakan pada alat dinamometer *Prony Brake* ini adalah catu daya *switching* dengan keluaran tegangan sebesar 5V.



Gambar 2. Pengujian Catu Daya

2. Pengujian Keluaran Analog dan Digital Arduino

Pengujian Output pin analog dan digital dilakukan dengan cara pengecekan pada pin-pin Arduino dengan menggunakan multimeter. Perancangan alat, ada beberapa yang digunakan sebagai pin masukan maupun pin keluaran.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan *Output Pin*

No.	Tegangan Input VDC (Volt)	Pin Analog dan Pin Digital	Output Tegangan (Volt) Kondisi LOW	Output Tegangan (Volt) Kondisi HIGH
1.	5	A4	0	4.71
2.	5	A5	0	4.71
3.	5	D2	0	4.71

Terlihat pada hasil pengukuran pada Tabel 1. yang dilakukan pada tegangan *Output* pin analog dan pin digital pada arduino menghasilkan tegangan rata-rata 4.71 VDC dari pengukuran pada setiap pin analog dan pin digital yang akan digunakan pada skema rangkaian ini.

3. Pengujian LCD 16x4

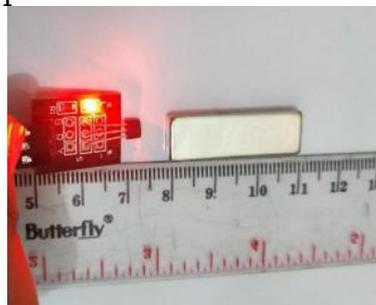
Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*) bertujuan untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan data-data program yang nantinya akan tampil di layar LCD. LCD 16x4 mempunyai karakter 16 kolom dengan 4 baris yang dihubungkan pada Arduino melalui I2C untuk mengurangi penggunaan kabel. Berikut gambar tampilan pengujian LCD.



Gambar 3. Pengujian LCD

4. Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian sensor *hall effect* dengan melakukan kalibrasi dan dengan mengukur ketelitian jarak antara sensor dan magnet yang digunakan atau yang akan ditempelkan pada *pulley*, serta mengetahui bagaimana perubahan nilai keluaran sensor bila didekatkan dengan magnet. Magnet yang diuji disini adalah magnet yang dihasilkan oleh lilitan kawat yang diberikan arus. Pengujiannya adalah dengan mengubah besar arus pada lilitan kawat dan dilihat perubahan keluaran tegangan sensor saat mengalami perubahan arus.



Gambar 4. Pengujian Sensor

Berikut merupakan hasil dari pengujian ketelitian jarak antara sensor *hall effect* dengan magnet yang dapat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak Sensor

Pengujian Ke-	Kondisi	Indikator LED Sensor
1	Tanpa jarak dengan magnet	Menyala (Terdeteksi)
2	Jarak 1 mm dengan magnet	Menyala (Terdeteksi)
3	Jarak 2 mm dengan magnet	Menyala (Terdeteksi)

4	Jarak 3 mm dengan magnet	Menyala (Terdeteksi)
5	Jarak 4 mm dengan magnet	Menyala (Terdeteksi)
6	Jarak 5 mm dengan magnet	Menyala (Terdeteksi)
7	Jarak 6 mm dengan magnet	Menyala (Terdeteksi)
8	Jarak 7 mm dengan magnet	Menyala (Terdeteksi)
9	Jarak 8 mm dengan magnet	Tidak Menyala (Tidak Terdeteksi)
10	Jarak 9 mm dengan magnet	Tidak Menyala (Tidak Terdeteksi)
11	Jarak 10 mm dengan magnet	Tidak Menyala (Tidak Terdeteksi)

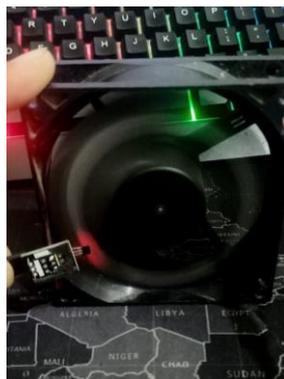
Dari hasil pengujian jarak yang dilakukan oleh sensor dapat mendeteksi magnet dari rentang jarak antara 0 mm hingga 7 mm, sedangkan pada jarak 8 mm hingga 10 mm sensor *hall effect* tidak dapat mendeteksi magnet.

5. Pengujian Sistem Pengukuran Kecepatan

Pengujian sistem pengukuran kecepatan bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor apakah dapat membaca kecepatan putaran pada *pulley* nantinya. Pada pengujian ini dilakukan pembacaan kecepatan pada kipas dengan pembanding alat uji yaitu Tachometer. Adapun pengujian ini dilakukan 1 kali dikarenakan kipas ini hanya memiliki 1 *speed* atau 1 mode kecepatan putaran.



Gambar 4. Pengujian Kecepatan dengan Tachometer



Gambar 5. Pengujian Kecepatan dengan Sensor *Hall Effect*

Hasil pengujian sistem kecepatan didapat dengan menggunakan alat uji Tachometer kecepatan putaran kipas sebesar 3012RPM dan pada pembacaan menggunakan sensor *Hall Effect* rata-rata kecepatan putaran terbaca sebesar 2988RPM. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan pengujian sistem kecepatan putaran dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dan perbandingan pengujian tersebut memiliki error yang tidak terlalu tinggi yaitu sebesar 0.008%

6. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan skenario pengujian kecepatan putaran pada alat dinamometer *prony brake*. Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan mesin diesel, pembacaan kecepatan putaran pada *pully* menggunakan Tachometer sebagai acuan utama dan sebagai pembanding sensor *hall effect*. Nilai dari sensor *hall effect* akan ditampilkan pada LCD 16x4 dengan pengujian ini tanpa beban atau tanpa melakukan pengereman sistem *prony brake*.

Menurut Moore, D. S. and McCabe G. P. *Introduction to the Practice of Statistics*. *Margin of Error* atau ambang batas kesalahan yaitusuatu statistik yang menunjukkan besarnya galat atau "kesalahan" yang dapat diterima atas suatu nilai-duga (*estimate*) sebagai konsekuensi dari ukuran cuplikan (*sample*) acak yang diambil dalam suatu survei. Batas kesalahan dapat pula dikatakan sebagai "jari-jari" (*radius*) suatu nilai duga.

Tabel 3. *Margin of Error*

Survey Sample Size	Margin of error Percent*
2,000	2
1,500	3
1,000	3
900	3
800	3
700	4
600	4
500	4
400	5
300	6

Tabel 4. Pengujian Pembacaan Sensor Beban 1Kg

Kecepatan Putar (RPM)	Hasil Pembacaan		Tegangan (V)	Error (%)	SE (%)	Keterangan
	Tachometer (RPM)	LCD (RPM)				
1500	1583	1546	3.82	2.34	2.5	Layak
1600	1602	1609	3.82	0.44	2.5	Layak

1700	1701	1740	3.83	2.29	2.5	Layak
1800	1832	1847	3.83	0.82	2.5	Layak
1900	1927	1962	3.84	1.82	2.5	Layak
2000	2021	2082	3.85	3.02	2.5	Tidak Layak

Tabel 5. Pengujian Pembacaan Sensor Beban 2Kg

Kecepatan Putar (RPM)	Hasil Pembacaan		Tegangan (V)	Error (%)	SE (%)	Keterangan
	Tachometer (RPM)	LCD (RPM)				
1500	1523	1554	3.83	2.04	2.5	Layak
1600	1633	1646	3.83	0.80	2.5	Layak
1700	1715	1741	3.83	1.52	2.5	Layak
1800	1820	1821	3.84	0.05	2.5	Layak
1900	1919	1911	3.85	0.42	2.5	Layak
2000	2036	2076	3.85	1.96	2.5	Layak

Tabel 6. Pengujian Pembacaan Sensor Beban 3Kg

Kecepatan Putar (RPM)	Hasil Pembacaan		Tegangan (V)	Error (%)	SE (%)	Keterangan
	Tachometer (RPM)	LCD (RPM)				
1500	1506	1554	3.84	3.19	2.5	Tidak Layak
1600	1663	1662	3.84	0.06	2.5	Layak
1700	1718	1716	3.83	0.12	2.5	Layak
1800	1822	1830	3.85	0.44	2.5	Layak
1900	1907	1922	3.86	0.79	2.5	Layak
2000	2020	2035	3.85	0.74	2.5	Layak

Tabel 7. Pengujian Pembacaan Sensor Beban 4Kg

Kecepatan Putar (RPM)	Hasil Pembacaan		Tegangan (V)	Error (%)	SE (%)	Keterangan
	Tachometer (RPM)	LCD (RPM)				
1500	1538	1596	3.84	3.77	2.5	Tidak Layak
1600	1613	1639	3.85	1.61	2.5	Layak
1700	1708	1777	3.85	4.04	2.5	Tidak Layak
1800	1835	1879	3.84	2.40	2.5	Layak
1900	1902	1902	3.85	0.00	2.5	Layak
2000	1985	1996	3.86	0.55	2.5	Layak

Tabel 8. Pengujian Pembacaan Sensor Beban 5Kg

Kecepatan Putar (RPM)	Hasil Pembacaan		Tegangan (V)	Error (%)	SE (%)	Keterangan
	Tachometer (RPM)	LCD (RPM)				
1500	1575	1590	3.83	0.95	2.5	Layak

1600	1652	1666	3.85	0.85	2.5	Layak
1700	1687	1720	3.83	1.96	2.5	Layak
1800	1834	1808	3.84	1.42	2.5	Layak
1900	1908	1932	3.84	1.26	2.5	Layak
2000	2021	2002	3.85	0.94	2.5	Layak

PENUTUP

Berdasarkan penelitian Rancang Bangun Instrumentasi *Hall Effect Sensor Magnetic* Pada *Dynamometer Prony Brake* Dengan Sistem Monitoring LCD 16x4 *Display* Berbasis Mikrokontroler Arduino yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu penelitian ini adalah dapat merancang alat *dynamometer prony brake* menggunakan *Hall Effect Sensor Magnetic* dan mengetahui kinerja *Hall Effect Sensor* dan performa mesin terhadap hasil nilai dari Torsi dan Horse Power. Didapatkan bahwa alat dinamometer *prony brake* dengan menggunakan sensor *hall effect* dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Dan Penggunaan sensor *hall effect* pada sistem ini didapat hasil pembacaan rata-rata memiliki error sebesar 1.42% artinya sensor tersebut layak digunakan pada mesin dinamometer *prony brake* dikarenakan ambang batas error sebesar 2.5%.

Adapun saran Jika dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap penelitian ini dapat mempertimbangkan saran-saran yaitu perlunya penempatan LCD 16x4 pada tempat yang tidak bergetar, dikarenakan getaran yang ditimbulkan oleh mesin membuat tampilan LCD terjadi acak dan perlunya penambahan fungsi gas yang lebih stabil dalam mengatur kecepatan putaran dikarenakan dengan menggunakan handle gas sepeda motor kecepatan putaran mesin tidak stabil dan cenderung berubah-ubah.

DAFTAR PUSTAKA

- Kho, D. (2020). *Pengertian Sensor Efek Hall (Hall Effect Sensor) dan Prinsip Kerjanya*. Teknik Elektro. <https://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-efek-hall-hall-effect-sensor-prinsip-kerja-efek-hall/>
- Rasyid, A. (2020). *Pengertian Sensor Beban Load Cell*. Elektro. <https://www.samrasyid.com/2020/12/pengertian-sensor-beban-load-cell.html>
- Sinaga, N., & Prasetyo, B. (2019). *Kaji eksperimental karakteristik sebuah dinamometer sasis arus Eddy*. 09(02), 63–67.