

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.FA14

# KARAKTERISASI SENSOR PIEZOELEKTRIK LDT0-028K UNTUK PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN GETARAN PADA MESIN

Ratna Komala Dewi<sup>1, a)</sup>, Widyaningrum Indrasari<sup>1, b)</sup>, Heri Firmansyah<sup>2, c)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta 13220, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta 13220, Indonesia

Email: <sup>a)</sup>ratnakmd@gmail.com, <sup>b)</sup>widyaningrum-indrasari@unj.ac.id, <sup>c)</sup>heri.firmansyah@unj.ac.id

## Abstrak

Getaran pada mesin biasanya tidak dapat dicegah atau dihindari. Getaran yang semakin besar dan tidak dimonitoring akan menyebabkan kemungkinan terjadinya kerusakan fatal pada mesin. Pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem pengukuran getaran pada mesin menggunakan sensor piezoelektrik LDT0-028K. Dalam penggunaannya, sensor perlu dilakukan karakterisasi sebelum digunakan. Tujuan karakterisasi sensor piezoelektrik LDT0-028K yaitu untuk mengetahui keakuratan nilai frekuensi yang terukur oleh sensor. Dalam proses karakterisasi digunakan kalibrator sebagai penghasil getaran dengan frekuensi yang dapat dikontrol. Metode yang digunakan dalam mengkarakterisasi sensor piezoelektrik LDT0-028K yaitu dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat standar Tachometer. Berdasarkan hasil uji coba, sensor piezoelektrik LDT0-028K memiliki kesalahan relatif pengukuran rata-rata sebesar 0,67% dan dapat bekerja dengan baik pada rentang frekuensi 13,53 Hz sampai dengan 59,57 Hz. Selanjutnya, sensor akan digunakan untuk pengembangan sistem pengukuran dan monitoring getaran pada mesin berbasis IoT (*Internet of Things*).

**Kata-kata kunci:** sensor piezoelektrik, getaran mesin, monitoring mesin, karakterisasi sensor.

## Abstract

Vibration in engines usually cannot be prevented or avoided. Vibrations that are getting bigger and not monitored will cause the possibility of fatal damage to the machine. In this research, a vibration measurement system was designed on a machine using a piezoelectric sensor LDT0-028K. In use, the sensor needs to be characterized before use. The purpose of characterizing the LDT0-028K piezoelectric sensor is to determine the accuracy of the frequency value measured by the sensor. In the characterization process, a calibrator is used as a vibration generator with controllable frequency. The method used in characterizing the LDT0-028K piezoelectric sensor is by comparing the measurement results of the sensor with a standard tachometer. Based on the test results, the LDT0-028K piezoelectric sensor has an average relative measurement error of 0.67% and can work well in the frequency range of 13.53 Hz to 59.57 Hz. Furthermore, the sensor will be used for the development of a vibration measurement and monitoring system on IoT (Internet of Things) based machines.

**Keywords:** piezoelectric sensors, machine vibration, machine monitoring, sensor characterization.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sudah sangat pesat. Salah satu dampak perkembangan teknologi tersebut yang saat ini dirasakan yaitu perkembangan teknologi mesin. Mesin merupakan sebuah perangkat yang mengonversi energi listrik ke energi mekanik [1]. Mesin ideal merupakan mesin yang mengonversi seluruh energi listrik menjadi energi mekanik atau energi gerak. Sehingga, pada mesin ideal tidak menghasilkan getaran. Hal ini membuat mesin ideal sangat menghemat energi karena energi yang diberikan kepada mesin, seluruhnya akan diubah oleh mesin untuk menyelesaikan pekerjaannya [2]. Namun, hingga saat ini kondisi ideal tersebut sulit ditemukan, setiap mesin yang digunakan akan menghasilkan getaran.

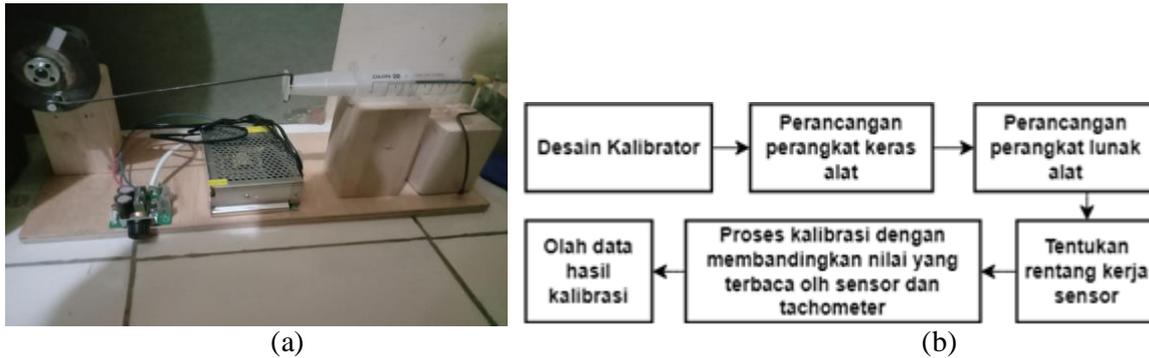
Getaran mesin adalah gerakan osilasi atau bolak-balik pada suatu bagian mesin dari keadaan diam atau netral [3]. Dalam penggunaan mesin, getaran pada mesin biasanya tidak dapat dicegah atau dihindari. Secara teknis, dengan adanya getaran maka usia dari elemen mesin seperti bantalan, poros, sistem transmisi dan sebagainya akan berkurang [3]. Oleh karena itu, pemeliharaan mesin (*machine maintenance*) sangat perlu diperhatikan untuk menghindari atau mengurangi kerusakan yang parah pada mesin. Salah satu upaya dalam pemeliharaan mesin adalah *predictive maintenance* [4]. *Predictive maintenance* merupakan salah satu perawatan yang dapat dilakukan dengan cara memantau kondisi getaran yang ditimbulkan dari mesin (*condition-based monitoring*) [5]. Oleh karena itu, diperlukan alat untuk memantau getaran pada mesin untuk mengetahui status kelayakan mesin.

Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk mendeteksi getaran mesin yaitu sensor piezoelektrik LDT0-028K. Dalam proses pengukuran pada sensor, diperlukan tahap karakterisasi sensor. Tujuan karakterisasi pada sensor agar dapat diketahui keakuratan dalam pengukuran getaran. Penelitian ini memfokuskan pada karakterisasi sensor piezoelektrik menggunakan papan mikrokontroler Arduino UNO Wifi untuk membaca keluaran sensor. Setelah dilakukan karakterisasi, selanjutnya sensor akan digunakan dalam pengembangan sistem pengukuran dan monitoring getaran pada mesin berbasis IoT (*Internet of Things*).

## METODOLOGI

Pada penelitian ini sensor piezoelektrik LDT0-028K akan digunakan dalam sistem pengukuran getaran pada mesin. Komponen yang digunakan terdiri dari sensor piezoelektrik LDT0-028K untuk mengukur getaran, papan Arduino UNO sebagai mikrokontroler, laptop sebagai media pengolah data, tachometer sebagai alat standar pengukuran, dan kalibrator sebagai sumber penggetar dan penghasil frekuensi yang dapat dikontrol. Prosedur karakterisasi dalam penelitian ini yaitu mendesain kalibrator, merancang perangkat keras, merancang perangkat lunak, menentukan rentang kerja sensor, melakukan proses kalibrasi, dan mengolah data hasil kalibrasi.

Pada tahap pembuatan kalibrator, alat yang digunakan terdiri dari motor DC 12 V yang berfungsi sebagai sumber untuk memutar roda gigi, dimmer yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan putaran roda gigi, lengan penggetar dan piston yang dapat menghasilkan gerakan osilasi untuk mengenai sensor, sumber tegangan DC 12 Volt yang berfungsi sebagai sumber tegangan atau penggerak motor DC, dan minyak sebagai pelumas piston untuk mengurangi gesekan. Prinsip kerja pada kalibrator tersebut yaitu ketika roda gigi berputar dengan kecepatan tertentu maka nilai putaran per menit (RPM) dapat terbaca oleh tachometer, sehingga putaran tersebut akan menghasilkan gerakan osilasi yang akan mengenai sensor. Skema sistem dan proses karakterisasi ditunjukkan pada GAMBAR 1.



GAMBAR 1. (a) Proses Karakterisasi Sensor LDT0-028K (b) Skema Proses Karakterisasi Sensor LDT0-028K

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi pada sensor piezoelektrik LDT0-028K yang akan digunakan untuk pengembangan sistem pengukuran dan monitoring getaran pada mesin berbasis IoT. Karakterisasi sensor ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan pengukuran pada sensor piezoelektrik LDT0-028K. Proses karakterisasi meliputi karakterisasi sensor, pengolahan data, dan uji coba sensor.

**Karakterisasi Sensor dan Pengolahan Data**

Karakterisasi sensor dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang terbaca oleh sensor dengan nilai yang terbaca pada tachometer. Proses pengukuran menggunakan sensor dilakukan sebanyak 3 kali dengan kenaikan 5 Hz pada rentang frekuensi 10 Hz hingga 40 Hz dan kenaikan 2 Hz pada rentang nilai frekuensi 40 Hz hingga 60 Hz.

TABEL 1. Hasil Karakterisasi Sensor Piezoelektrik LDT0-028K

RPM	Frekuensi Tachometer (Hz)	Data Pengukuran Frekuensi Sensor (Hz)			
		1	2	3	Rata-Rata
611	10,18	9,38	11,25	9,38	10,00
920	15,33	15,00	13,13	16,87	15,00
1215	20,25	20,62	18,75	18,75	19,37
1490	24,83	24,37	22,50	26,25	24,37
1805	30,08	31,87	28,12	28,12	29,37
2110	35,17	35,63	33,75	33,75	34,38
2430	40,50	39,38	41,25	41,25	40,63
2685	44,75	43,13	43,13	45,00	43,75
2810	46,83	46,88	46,88	44,75	46,17
2970	49,50	48,75	48,75	49,15	48,88
3080	51,33	50,63	50,49	50,63	50,58
3215	53,58	52,5	52,43	52,50	52,48
3345	55,75	54,38	54,38	53,50	54,09
3459	57,65	56,25	56,48	57,48	56,74
3559	59,32	58,13	57,96	58,13	58,07

Berdasarkan TABEL 1, dapat dilihat bahwa nilai frekuensi yang terbaca oleh sensor berbanding lurus atau sebanding dengan nilai frekuensi yang terbaca oleh tachometer. Semakin besar nilai frekuensi yang terbaca oleh tachometer maka semakin besar pula nilai frekuensi yang terbaca oleh

sensor. Setelah itu, data tersebut diolah menggunakan origin untuk mendapatkan persamaan kalibrasi dengan membuat grafik ke dalam bentuk invers. Berdasarkan hal tersebut, diperoleh koefisien determinasi sebesar 0,9995. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi antara hasil pengukuran sensor dengan hasil pengukuran tachometer memiliki hubungan yang kuat. Adapun, hasil invers ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$y = 1,0162x + 0,1145 \quad (1)$$

Pada persamaan tersebut, nilai  $y$  merupakan nilai frekuensi yang terbaca oleh sensor. Sedangkan nilai  $x$  merupakan nilai frekuensi yang terbaca oleh tachometer.

### Pengujian Sensor Piezoelektrik LDT0-028K

Persamaan kalibrasi pada persamaan (1) akan dimasukkan ke dalam kode pemrograman arduino dan dilakukan pengukuran getaran kembali. Hasil pengukuran frekuensi dari sensor piezoelektrik LDT0-028K setelah dikarakterisasi sebagai berikut

**TABEL 2.** Data Uji Coba Pengukuran Frekuensi Sensor Piezoelektrik LDT0-028K

Data Uji Coba			
RPM	Frekuensi Tachometer (Hz)	Frekuensi Sensor (Hz)	Error (%)
812	13,53	13,45	0,62
1389	23,15	22,98	0,73
2078	34,63	34,41	0,64
2542	42,37	42,04	0,77
3113	51,88	51,56	0,62
3574	59,57	59,19	0,63
Rata-Rata			0,67

Berdasarkan TABEL 2, sensor piezoelektrik LDT0-028K memiliki nilai kesalahan relatif minimum sebesar 0,62% dan kesalahan relatif maksimum sebesar 0,77%. Selain itu, diperoleh nilai kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,67%.

### SIMPULAN

Telah dilakukan karakterisasi sensor piezoelektrik LDT0-028K dengan membandingkan nilai frekuensi yang terbaca pada sensor dan nilai frekuensi yang terbaca pada alat standar tachometer. Berdasarkan uji coba, sensor piezoelektrik LDT0-028K memiliki nilai kesalahan relatif minimum sebesar 0,62%, kesalahan relatif maksimum sebesar 0,77%, kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,67%, dan sensor bekerja dengan baik pada rentang nilai frekuensi 13,53 Hz hingga 59,57 Hz. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sensor piezoelektrik LDT0-028K dapat digunakan untuk pengembangan sistem pengukuran dan monitoring getaran pada mesin berbasis IoT (*Internet of Things*).

### UCAPAN TERIMAKASIH

Tuliskan ucapan terimakasih, contoh penulisannya adalah: Terimakasih kepada pihak pemberi dana penelitian, kepada lembaga/ orang yang membantu penelitian, kepada orang yang membantu dalam diskusi, dll.

**REFERENSI**

- [1] Aribowo *et al.*, “Sistem Perawatan Mesin Genset Di PT (Persero) Pelabuhan Indonesia II,” *In Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*, vol. 3, no. 1, pp. 580-594, 2020.
- [2] S. Suhardjono, “Analisis Sinyal Getaran untuk Menentukan Jenis dan Tingkat Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing),” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no.2, pp. 39-48, 2004.
- [3] S. K. Nithin, K. Hemanth, V. Shamanth, “A review on combustion and vibration condition monitoring of IC engine,” *Materials Today: Proceedings*, vol. 45, pp. 65-70, 2021.
- [4] B. Sumanto, H. A. Nugroho, “Purwarupa Sistem Monitoring Getaran Rotating Equipment Dengan Sensor MPU 6050,” *Journal Amplifier*, vol. 6, no. 2, pp. 17-22, 2016.
- [5] H. Wang, X. Ye, M. Yin, “Study on Predictive Maintenance Strategy,” *International Journal of U- and eService, Science and Technology*, vol. 9, no. 4, pp. 295-300, 2016.
- [6] D. Suryadi, M. D. Pratama, “Desain dan Pembuatan Alat Monitoring Kerusakan Mesin Berdasarkan Level Getaran,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 21-29, 2020.

