

PEMBUATAN SISTEM INSTRUMENTASI UNTUK PENGUKURAN POSISI LINIER MENGGUNAKAN SLIDER POTENTIOMETER BERBASIS LABVIEW

Bambang Herlambang, S.T.,M.Si.¹

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : dosen00702@unpam.ac.id.¹

Masuk : 10 Agustus 2019

Direvisi : 11 Agustus 2019

Disetujui : 19 Agustus 2019

Abstract: This paper discusses manufacture of a PC-based linear position measurement system prototype using linear slider potentiometer. The process of acquisition, processing and display of data were carried out by software that is created using LabView version 8.6. The system consists of linear slider potentiometer, buffer circuit, acquisition card NI DAQ and notebook. Characteristics of the sensor can be expressed by mathematical equations $X = 11.07 V_o - 11.40$ X is the position (mm) and V_o is the voltage across the potentiometer (V). The device was tested by performing measurements of PCB plate thickness of 10 samples. The results were compared with measurements using the digital caliper. The test results showed an average measurement error of 0,02 mm. .

Key words: Instrumentation, position measuring, linear slider potentiometer, data acquisition and Labview

Abstrak: Dalam percobaan ini dilakukan pembuatan sistem instrumentasi untuk pengukuran posisi linier menggunakan linear slider potentiometer berbasis PC. Proses akuisisi, pengolahan dan tampilan data dilakukan oleh perangkat lunak yang dibuat menggunakan Labview versi 8.6. Sistem ini terdiri dari linier potentiometer, rangkaian buffer, kartu akuisisi NI DAQ dan laptop. Karakteristik sensor dapat dinyatakan dengan persamaan matematis $X = 11,07V_o - 11,40$ dengan X adalah posisi (mm) dan V_o adalah tegangan potensiometer (V). Alat ini diuji dengan cara melakukan pengukuran ketebalan plat PCB sebanyak 10 sampel. Hasilnya dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan jangka sorong. Hasil pengujian menunjukkan kesalahan pengukuran rata-rata alat ini sebesar 0,02 mm.

Kata kunci: Instrumentasi, pengukuran posisi, linear slider potentiometer, akuisisi data dan Labview

PENDAHULUAN

Potentiometer merupakan suatu sensor yang dapat digunakan untuk mengukur perpindahan posisi (1-3). Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan tegangan akibat perubahan resistansi yang terjadi akibat perubahan posisi slider potentiometer. Aplikasi pengukuran ini antara lain untuk mengukur lendutan jembatan pada saat diberi beban, longsor, level cairan, ketebalan bahan dan sebagainya. Suatu tipikal linear slider potentiometer ditunjukkan pada gambar 14).



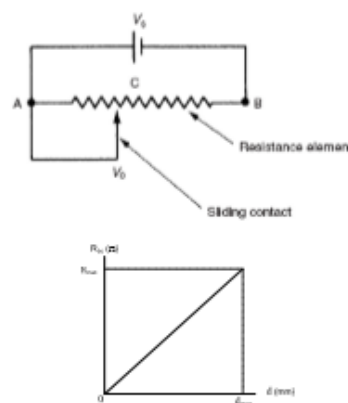
Gambar 1. Linear slider potentiometer

Selama ini pengukuran posisi linier dengan potentiometer kebanyakan dilakukan secara manual. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran ditampilkan menggunakan AVO meter atau LCD. Untuk pengukuran dengan sampel yang sedikit mungkin tidak menjadi masalah. Namun bila melibatkan pengukuran dengan sampel yang banyak maka cara ini tidak praktis dan memakan waktu. Selain itu cara ini membutuhkan proses pencatatan dan pengolahan data lebih lanjut secara manual. Untuk itu diperlukan sistem yang dapat melakukan proses pengambilan, pengolahan, menampilkan data secara real time sehingga pengukuran menjadi lebih praktis dan lebih cepat.

Dalam percobaan ini dilakukan pembuatan sistem pengukuran posisi linier menggunakan linear slider potentiometer berbasis computer. Pengolahan dan tampilan data dilakukan oleh perangkat lunak yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman Labview versi 8.6.

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik sensor potentiometer adalah perubahan resistansi terhadap perubahan posisi slider dimana hubungan $R = f(d)$ adalah linier, seperti diperlihatkan pada gambar 21-3).



Gambar 2. Slider linear potensiometer dan karakteristik $R = f(d)$

Dengan melihat karakteristik hubungan resistansi potentiometer dan posisi pada gambar 2 maka hubungan tahanan potentiometer pada posisi slider di C dapat dinyatakan dengan persamaan berikut1-3) : $RAC = m.d$
(1)

keterangan:

RAC : resistansi pada posisi

C (ohm)

m : gradien (ohm/mm)

d : posisi linier (mm)

Untuk mengkonversi perubahan resistansi menjadi perubahan tegangan, pada potensiometer diberi tegangan referensi DC stabil yang didapat dari rangkaian regulator. Persamaan korelasi yang didapat diperlihatkan pada persamaan (2)1-3).

$$V_o = \left(\frac{R_{ac}}{R_{ac} + R_{bc}} \right) \cdot V_{Ref} = \left(\frac{R_{ac}}{R_{max}} \right) \cdot V_{Ref} \quad (2)$$

keterangan: Rac : resistansi potentiometer pada posisi AC (ohm) Rbc : resistansi potentiometer pada posisi BC (ohm) Rmax : resistansi nominal potensiometer (ohm) Vref : tegangan referensi (V)

Dengan memasukkan persamaan (1) ke (2) diperoleh persamaan korelasi $V_o = f(d)$ seperti ditunjukkan pada persamaan (3)1-3).

$$V_o = \left(\frac{m \cdot d}{R_{max}} \right) \cdot V_{Ref} = \left(\frac{m \cdot V_{Ref}}{R_{max}} \right) \cdot d \quad (3)$$

keterangan :

Vo : tegangan output

(V) m : gradien (ohm/mm)

Vref : tegangan referensi

(V) Rmax : resistansi nominal potensiometer (ohm)

d : posisi linier (mm) Persamaan

(3) menyatakan hubungan antara tegangan output potensiometer dan posisi linier slider. Dari persamaan ini terlihat bahwa tegangan output potensiometer (Vo) berbanding lurus dengan posisi slider (d).

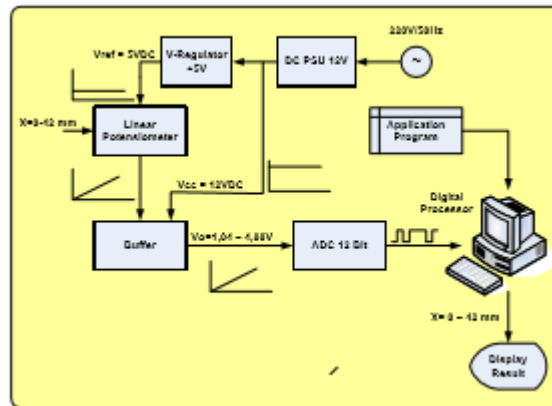
METODE

Pengukuran posisi linier yang dimaksud dalam percobaan ini adalah pengukuran perpindahan jarak dari satu titik ke titik yang lain secara translasi. Pada penelitian ini potensiometer dirancang untuk memonitor posisi dengan cara mendeteksi pergerakan slider. Ada dua bagian utama dari sistem pengukuran ini yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Masing-masing akan dijelaskan pada bagian berikut.

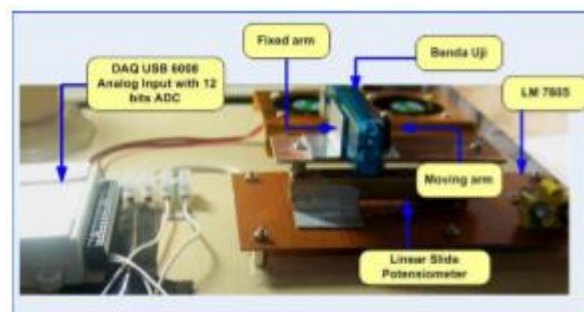
3.1. Perangkat Keras

Pengukuran posisi linier yang dimaksud dalam percobaan ini adalah pengukuran perpindahan jarak dari satu titik ke titik yang lain. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi posisi linier merupakan potensiometer tipe resistor variabel. Sensor ini terdiri dari elemen resistansi dengan slider yang dapat bergerak. Rentang pengukuran sensor ini

adalah 0 – 42,00 mm dengan ketelitian 0,01 mm. Bagian yang diukur pergerakannya dihubungkan dengan slider potentiometer sehingga pergerakan bagian yang diukur menyebabkan pergerakan yang besarnya sama dengan slider sepanjang elemen resistansi dan perubahan tegangan output V_o . Tegangan V_{ref} dikenakan pada ujung-ujung elemen resistansi dan tegangan output V_o diukur antara titik kontak dan pangkal elemen resistansi. Sistem pengukuran posisi yang dirancang terdiri dari power supply 12 V DC, regulator tegangan, linear potentiometer, rangkaian buffer, kartu ADC dan laptop. Konfigurasi sistem diperlihatkan pada gambar 3.1 sedangkan foto sistem ditunjukkan pada gambar 3.2).



Gambar 3.1 Konfigurasi sistem pengukuran perpindahan jarak linier



Gambar 3.2. Alat pengukur posisi menggunakan linear slider potentiometer

Cara kerja alat ini adalah sebagai berikut :

Tegangan output yang dihasilkan oleh potensiometer slider kemudian diteruskan ke rangkaian penyangga (buffer). Rangkaian ini berfungsi agar rangkaian berikutnya tidak mempengaruhi besarnya tegangan output V_o . Dari rangkaian penyangga kemudian sinyal tegangan output masuk ke modul akuisisi data. Modul ini bersifat multifungsi yaitu sebagai penguat tegangan, sebagai pengubah sinyal analog ke digital dan sebagai interfacing ke komputer. Disini sinyal output mengalami proses penguatan dan pengubahan sinyal analog ke digital. Sinyal data yang dihasilkan kemudian masuk ke komputer. Disini sinyal data diolah menggunakan perangkat lunak. Hasil pengolahan ditampilkan dalam bentuk angka, grafik, atau jarum penunjuk sesuai dengan kebutuhan. Pengolahan ini didasarkan pada program aplikasi pengukuran yang dibuat dengan menggunakan software LabVIEW 8.5. 3.2 Perangkat Lunak Perangkat lunak dibutuhkan untuk mengolah dan menampilkan data hasil pengukuran. Jadi disini perangkat lunak berfungsi sebagai antar muka (interfacing) antara computer dan operator. Segala informasi yang dibutuhkan oleh operator dapat dibuat dengan menggunakan perangkat lunak. Dalam perancangan ini perangkat lunak yang digunakan sebagai pengolah dan penampil data adalah Labview versi 8.5. LabVIEW adalah bahasa programming berbasis grafik yang ditujukan untuk instrumentasi maya yang disupport tidak hanya oleh National Instruments namun juga oleh berbagai manufacturer/vendor lainnya. Labview memiliki dua bagian utama dalam pemrogramannya yaitu panel muka (front panel) dan blok diagram (diagram block)(6,7). Front Panel digunakan untuk berinteraksi dengan pengguna pada saat program itu berjalan. Pengguna dapat mengontrol program, mengubah input, dan memantau data secara real-time. Front panel adalah user interface dari program VI, yang terdiri atas control dan indicator, yang masing-masing sebagai terminal input dan output. Sedangkan blok diagram berfungsi sebagai pengolah data. Disini data pengukuran diolah sesuai dengan kebutuhan. Dalam percobaan ini panel muka dibuat dalam bentuk komponen pointer slide dan numeric

indicator Pointer slider berfungsi sebagai virtual slider potentiometer untuk menampilkan pergerakan posisi slider sedangkan numeric indicator berfungsi untuk menampilkan posisi slider dalam bentuk angka sehingga lebih mudah dibaca. Ketelitian pengukuran disesuaikan dengan ketelitian potentiometer yaitu sebesar 0,01 mm. Bentuk panel muka indicator posisi slider potentiometer dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Panel muka pengukuran posisi slider potentiometer

Diagram blok pada Labview berfungsi untuk mengolah data yang diperoleh dari hasil pengukuran. Pada blok diagram ini dimasukkan persamaan hubungan antara posisi slider dan tegangan agar data tegangan yang diterima dari potentiometer dapat dikonversikan dan ditampilkan menjadi posisi slider pada front panel. Bila hubungan ini bersifat linier maka berlaku persamaan $y = mx + n$ dengan y adalah posisi slider, m adalah gradient, x adalah tegangan output dan n adalah konstanta. Diagram alir yang digunakan untuk pembuatan blok diagram ditunjukkan pada gambar 3.4. Sedangkan diagram blok yang dibuat untuk pengukuran posisi ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.4. Diagram alur perangkat lunak pengukuran posisi

3.3. Karakterisasi Sensor

Karakterisasi sensor bertujuan untuk mengetahui hubungan antara jarak dan tegangan. hal ini berguna untuk mengetahui hubungan matematis antara tegangan dan jarak sehingga persamaan ini bisa dimasukkan dalam perangkat lunak. Pengukuran tegangan dilakukan menggunakan voltmeter sedangkan pengukuran jarak dilakukan menggunakan jangka sorong. Keduanya telah terkalibrasi sebelumnya. Pengukuran dilakukan pada berbagai jarak pada rentang 0 – 42,00 mm dengan interval 5 mm. Setiap posisi diukur dan dicatat nilai tegangan pada setiap posisi sehingga diperoleh suatu data tegangan pada tiap posisi slider potensiometer.. Dari data yang diperoleh kemudian diplot dalam koordinat kartesian x-y dengan sumbu x adalah tegangan dan sumbu y adalah posisi sehingga bisa ditentukan hubungan tegangan dan posisi dalam bentuk persamaan matematis. Persamaan ini yang kemudian dimasukkan dalam perangkat lunak.

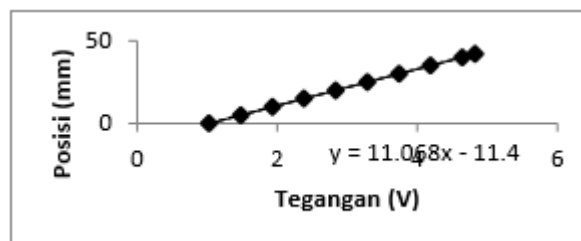
3.4. Pengujian Alat

Sistem yang dibuat harus diuji untuk mengetahui besar kesalahan pengukuran yang dihasilkan oleh alat ini. Dalam pengujian ini dilakukan pengukuran ketebalan 10 sampel plat PCB. Hasil pengukuran ini dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan jangka sorong. Selisih hasil pengukuran keduanya diambil nilai rata-ratanya dan dianggap sebagai kesalahan pengukuran rata-rata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Sensor

Dalam percobaan ini dilakukan pengukuran tegangan yang dihasilkan potentiometer terhadap perpindahan posisi slider. Pengukuran dilakukan pada beberapa posisi slider antara 0 – 42,00 mm. Dari data tegangan dan posisi slider potentiometer yang diperoleh kemudian dibuat grafik yang menggambarkan hubungan antara keduanya. Grafik karakteristik potentiometer dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 4.1. Grafik hubungan posisi dan tegangan potentiometer.

Dengan menggunakan persamaan regresi linier maka dapat diperoleh hubungan matematis antara posisi dan tegangan slider. Persamaan matematis tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$X = 11,07V_o - 11,40$$

(4)

dengan :

X : posisi slider (0 – 42,00 mm)

V_o : tegangan potentiometer (1,03 – 4,87 V)

Pada persamaan diatas terlihat bahwa hubungan posisi slider dan tegangan merupakan hubungan linier. Hubungan persamaan posisi slider potentiometer dan tegangan tersebut menjadi dasar pengukuran posisi pada sistem yang dibuat. Hubungan ini akan mengkonversi tegangan potentiometer menjadi posisi slider. Persamaan matematis ini kemudian dimasukkan dalam program LabView yang dibuat sehingga dapat ditampilkan posisi slider potentiometer.

4.2. Pengujian Alat

Dalam pengujian ini dilakukan pengukuran ketebalan plat Printed Circuit Board (PCB) sebanyak 10 sampel. Sebagai referensi digunakan jangka sorong yang memiliki ketelitian hingga 0,01 mm. Hasil pengukuran keduanya dibandingkan dan dihitung selisihnya. Selisih hasil pengukuran dengan jangka sorong dan potentiometer dikatakan sebagai kesalahan (penyimpangan). Kesalahan tiap pengukuran oleh potentiometer dijumlahkan kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Nilai ini dianggap sebagai nilai kesalahan rata-rata pengukuran. Data pengukuran plat PCB dan kesalahan pengukuran ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 4.1. Data pengukuran ketebalan plat PCB (Printed Circuit Board)

No	Referensi (mm)	Hasil Pengukuran (mm)	Kesalahan (mm)
1	1,60	1,62	0,02
2	1,60	1,60	0,00
3	1,60	1,56	0,04
4	1,60	1,60	0,00
5	1,60	1,57	0,03
6	1,60	1,57	0,03
7	1,60	1,58	0,02
8	1,60	1,58	0,02
9	1,60	1,59	0,01
10	1,60	1,59	0,01
	Rata-rata		0,02

Pada tabel pengamatan ketebalan plat PCB sebanyak 10 sampel terlihat adanya penyimpangan antara hasil pengukuran dengan potentiometer dan jangka sorong. Kesalahan pengukuran rata-rata yang yang dihasilkan adalah sebesar 0,02 mm. Nilai kesalahan ini mendekati nilai ketelitian jangka sorong yaitu sebesar 0,01 mm. Dengan demikian dapat dianggap hasil pengukuran alat ini cukup teliti. Untuk mendapatkan informasi mengenai kesalahan pengukuran dari alat yang telah dibuat maka perlu dikalibrasi dengan alat yang telah terkalibrasi dan memiliki ketelitian yang lebih tinggi oleh badan yang berwenang dan terakreditasi. Dengan sertifikat kalibrasi yang diperoleh maka hasil pengukuran alat ini dapat diakui untuk digunakan untuk pengukuran. Ketelitian pengukuran alat ini dipengaruhi pula oleh kerataan benda uji. Jika benda uji tidak rata seperti ada lengkungan, maka penyimpangan yang terjadi cukup besar. Oleh karena itu sebelum pengukuran perlu dipastikan permukaan benda uji dalam kondisi rata (tidak melengkung). Seiring dengan waktu dan frekuensi pemakaian, sifat linieritas sensor akan mengalami perubahan. Dengan perubahan sifat linieritas maka persamaan hubungan tegangan output dan posisi bisa berubah. Oleh karena itu alat ini perlu untuk dikalibrasi secara berkala. Frekuensi kalibrasi disesuaikan dengan frekuensi pemakaian dan kebutuhan. Masalah operasional potentiometer umumnya adalah kotor pada jalur kontak sehingga meningkatkan resistansi yang mengakibatkan kegagalan pembacaan tegangan atau bahkan lebih parah total loss output. Selain itu pergerakan slider yang cepat juga dapat menyebabkan tegangan output melonjak sehingga hubungan tegangan dan posisi tidak berlaku linier. Gesekan slider dan jalur kontak juga menjadi masalah dalam beberapa pengukuran bila pergerakan dari fenomena fisis yang diukur lebih kecil dari gaya gesekan slider. Pengukuran berbasis PC ini mampu mempermudah proses pengukuran karena proses akuisisi data dilakukan secara real time. Disamping itu proses pengolahan data tegangan menjadi posisi dilakukan oleh PC. Posisi slider langsung ditunjukkan pada front panel program yang dibuat.

KESIMPULAN

1. Dalam percobaan ini telah dibuat suatu sistem pengukuran posisi linier menggunakan linear slider potentiometer berbasis PC. Perangkat lunak yang digunakan dibuat menggunakan program Labview. Ketelitian yang dihasilkan alat ini adalah sebesar 0,01 mm.
2. Hubungan antara posisi dan tegangan output potentiometer dinyatakan dengan persamaan $X = 11,06771V_o - 11,3997$ dengan X adalah posisi (mm) dan V_o adalah tegangan output (V). Hasil pengujian menunjukkan kesalahan rata-rata pengukuran ketebalan adalah sebesar 0,02 mm.
3. Alat yang dibuat dalam percobaan ini memberikan beberapa kelebihan dibandingkan dengan pengukuran secara manual yaitu pengukuran secara real time dan kontinu, akurasi dan pengolahan data dilakukan oleh PC.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan analisa laborat atau pengujian, turbin uap pada saat di operasikan putarannya terus naik dan tidak terkendali (*over speed*) sehingga menyebabkan *overload*, terjadi patah akibat beban impak/berlebih dan menghantam sudu – sudu turbin yang lain.
2. Berdasarkan pengamatan visual terhadap kerusakan ditemukan jejak patah statik akibat beban impak/berlebih dengan sudut patahan 45° . Kaki sudu (*Chrismast tree*) tampak jejak deformasi akibat benturan.
3. Berdasarkan hasil uji struktur mikro dari material sudu turbin dalam kondisi normal. Peristiwa patah pada daerah *necking* terjadinya akibat benturan dari patahan sudu turbin pada putaran tinggi.
4. Analisis kerusakan pada sudu - sudu turbin telah dilakukan dengan melihat dan membandingkan kondisi fisik kerusakan, kondisi operasi dan termasuk struktur mikro bahan. Hasil analisa kerusakan pada sudu yang terjadi di akibatkan oleh putaran turbin uap yang terus naik dan tidak terkendali (*over speed*) pada saat di operasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alan S Morris, Measurement and Instrumentation Principles, 3rd Ed. Butterworth – Heinemann, Oxford, 2001.
- [2] Jon Wilson, Sensor Technology Handbook, Newnes, Oxford, 2005.
- [3] Ramon Pallas Areny and John E Webster, Sensor and Signal Conditioning, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2001D,N. Adnyana, *Struktur dan Sifat Mekanis Material Logam*, Diktat Mata Kuliah Program Pasca Sarjana (S2) ISTN Jakarta, 2003.
- [4] Slide-Pot Medium (10K Linear Taper). www.robot-italy.com. diakses tgl 6 September 2019Edin supardi, Pengujian logam. Angkasa, Bandung. 1994
- [5] Bambang Herlambang. Perancangan Sistem Pengukuran Posisi berbasis PC Menggunakan Sensor Linear Slider Potentiometer. Prosiding Siptekgan XV ISBN : 978-979-1458-51-1. Pusat Teknologi Penerbangan. Jakarta. 2011.
- [6] Jeffrey Travis, Jim Kring, LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun, Third Edition, Prentice Hall, 2006
- [7] Cory L Clark, Labview Digital Signal Processing and Data Communications, McGraw-Hill, New York, 2005