

Karakterisasi Sensor Kapasitif Untuk Penentuan Level Aquades

Bowo Eko Cahyono^{1*}, Misto², Faridatul Hasanah³

^{1 2 3} Jurusan Fisika, Universitas Jember, Indonesia

Received: 20 /10/ 2016, Revised: 03 /11/ 2016, Accepted: 04/ 12/ 2016

ABSTRAK

Kapasitor pelat sejajar adalah suatu komponen elektronika yang terdiri dari dua buah pelat penghantar sejajar yang disekat satu sama lain dengan suatu bahan dielektrik. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari hubungan perubahan nilai kapasitansi terhadap kenaikan volume aquades dengan menggunakan metode kapasitif. Metode kapasitif memanfaatkan rangkaian sensor kapasitif yang dihubungkan dengan osiloskop untuk mengetahui tegangan masukan dan tegangan keluaran dan selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai kapasitansi. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah aquades, dengan volume aquades yang digunakan divariasikan dari 18 mL sampai 180 mL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin meningkat volume aquades maka semakin besar nilai kapasitansi. Tetapi data hasil eksperimen menunjukkan bahwa ada beberapa hasil yang tidak konsisten yaitu meskipun volume aquades dinaikkan tidak menyebabkan kenaikan nilai kapasitansi. Hal ini terjadi pada kenaikan volume dari 72 mL ke 90 mL, kenaikan volume 108 mL ke 126 mL dan juga kenaikan volume aquades dari 144 mL ke 162 mL. Hubungan linieritas antara nilai kapasitansi dan level aquades dinyatakan dengan persamaan linier $y = 0,0913x$ dengan koefisien linieritas $R^2 = 0,9106$.

Keywords: Kapasitor, Sensor Kapasitif, Volume Aquades, Nilai Kapasitansi

ABSTRACT

Parallel-plate capacitor is an electronic component that consists of two parallel conductor plates with a dielectric material in between in which it has no connection (is insulated) to the two plates. The purpose of this study is finding the relationship of changing of the capacitance value from the increasing volume of distilled water by using a capacitive method. The capacitive method utilizes a capacitive sensor that is connected to an oscilloscope to determine the input voltage and output voltage and then they are used to determine the capacitance value. The dielectric material that is used in this study is distilled water with varied volumes of 18 mL to 180 mL. The results show that the increasing distilled water causes also the increasing the capacitance value. However the experimental data show some inconsistent results. They show that the increasing volumes of distilled water are not followed by increasing the capacitance values. This happened on the volume of 72 mL to 90 mL, 108 mL to 126 mL and also 144 mL to 162 mL. The linier relationship between the capacitance value and distilled water level is expressed by a linear equation $y = 0,0913x$ with linearity coefficient $R^2 = 0,9106$.

Keywords: Capacitors, Capacitive Sensor, Volume distilled, Capacitance Values



Bowo Eko Cahyono, menyelesaikan studi Magister Sains dari Institut teknologi Bandung pada tahun 2003 di bidang Fisika dengan pengkhususan Instrumentasi. Ia bekerja sebagai Dosen pada Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember sejak tahun 1998. Riset interest yang dikerjakan adalah penelitian-penelitian yang berhubungan dengan sensor dan aplikasinya.



Misto menempuh studi S-1 dan S-2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Selama menjadi Dosen pada Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember, ia banyak melakukan penelitian-penelitian di bidang Instrumentasi Fisika dan Optoelektronika dan aplikasi dan banyak mendapatkan banyak dana hibah penelitian dari DIKTI.

*Corresponding author.

E-mail address: bowo_ec@yahoo.com Telp. (+62)8123455295

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

PENDAHULUAN

Pengukuran level atau ketinggian banyak dilakukan dalam bidang teknik atau industri seperti level cairan pendingin pada mesin, level atau ketinggian air sungai dan lain sebagainya. Berbagai jenis alat ukur yang digunakan tergantung dari banyak faktor, misalnya objek yang di ukur serta hasil yang diinginkan. Ada beberapa metode yang biasa digunakan dalam pengukuran level atau ketinggian antara lain ultrasonik, pulsa echo, pulsa radar, tekanan/hidrostatik, berat/tegangan gauge, konduktivitas, kapasitif.

Kapasitor merupakan komponen listrik yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik. Salah satu jenis kapasitor adalah kapasitor pelat sejajar yang terdiri dari dua pelat konduktor ditempatkan berdekatan yang dipisahkan oleh bahan isolator. Jika kedua pelat dengan luas penampang A dan berjarak antar pelat d , diberi tegangan listrik V , maka muatan Q yang dapat disimpan dalam kapasitor sebanding dengan tegangan listrik yang diberikan dan luas penampang pelat, tetapi berbanding terbalik dengan jarak antara kedua pelat tersebut [2]. Kapasitor pelat sejajar yang masing-masing memiliki luas A dan dipisahkan oleh jarak d dengan menempatkan bahan dielektrik yang memiliki konstanta dielektrik K diantara kedua pelat sejajar maka nilai kapasitansi kapasitor dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$C = K \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (1)$$

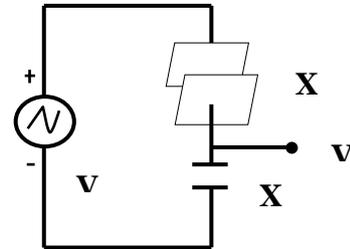
Dimana ϵ_0 adalah konstanta permitivitas vakum yang bernilai $8,85 \times 10^{-12}$ F/m [3].

Salah satu medium yang dapat digunakan sebagai dielektrik pada kapasitor pelat sejajar adalah aquades (Aquadestilata). Aquades adalah air dari hasil penyulingan (diuapkan dan diembunkan kembali) dan memiliki kandungan air murni H_2O . Aquades memiliki rumus kimia H_2O yang berarti bahwa dalam 1 molekul terdapat 2 atom hidrogen kovalen dan atom oksigen tunggal. Aquades bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) and temperatur 273,15 K (0 °C) [1].

Kapasitor memiliki aplikasi lain yaitu dapat dimanfaatkan sebagai sensor kapasitif. Sensor merupakan peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu [4]. Sensor kapasitif bekerja berdasarkan metode kapasitif yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan komposisi bahan dielektrik dengan menentukan nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik. Pada penelitian ini perubahan komposisi bahan dielektrik disebabkan oleh perubahan volume aquades yang berada di antara pelat kapasitor.

Penelitian ini menggunakan metode kapasitif untuk menentukan level aquades sebagai representasi dari volume aquades. Perubahan level aquades menyebabkan adanya perubahan nilai kapasitansi pada kapasitor pelat sejajar yang dapat diketahui dengan mengukur tegangan masukan dan tegangan keluaran pada rangkaian sensor kapasitif dengan menggunakan osiloskop. Nilai tegangan

ini dapat dikonversi menjadi nilai kapasitansi melalui persamaan dari rangkaian sensor kapasitif. Perubahan level aquades sebagai bahan dielektrik akan berdampak pada perubahan nilai kapasitansi sehingga nilai tegangan yang terukur melalui osiloskop juga akan mengalami perubahan.



Gambar 1. Rangkaian Sensor Kapasitif (Sumber: Nuwair, 2009).

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai kapasitansi (C_1) akan diperoleh berdasarkan perubahan tegangan masukan dan tegangan keluaran yang terukur pada osiloskop sesuai dengan persamaan berikut:

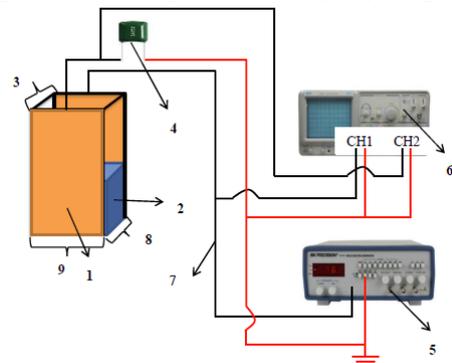
$$V_o = \frac{C_1 + C_2}{C_2} V_i \quad (2)$$

Dimana V_i dan V_o adalah tegangan masukan dan tegangan keluaran pada rangkaian [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara perubahan level aquades dengan nilai kapasitansi sehingga dapat dijadikan acuan untuk menentukan level aquades berdasarkan nilai kapasitansi terukur dari sensor kapasitif.

METODOLOGI

Alat yang digunakan adalah osiloskop sebagai pengukur tegangan masukan dan tegangan keluaran pada rangkaian, project board sebagai papan rangkaian, kabel sebagai penghubung rangkaian, penggaris sebagai pengukur ketinggian (level) aquades, *function generator* sebagai sumber tegangan, dan kapasitansi meter sebagai pengukur nilai kapasitansi dari kapasitor. Susunan rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian tampak pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian alat penelitian

Dimana:

1. PCB (Printed Circuit Board) sebagai kapasitor (C_1)
2. Sampel percobaan
3. Wadah sampel percobaan
4. Kapasitor (C_2)
5. Function generator sebagai sumber tegangan
6. Osiloskop sebagai pengukur nilai tegangan pada perubahan tinggi aquades
7. Kabel penghubung
8. Jarak antar pelat (d)
9. Lebat pelat (x)

Sedangkan bahan yang digunakan adalah kapasitor 10 pF sebagai komponen rangkaian untuk menentukan kapasitansi udara, kapasitor 24 pF sebagai komponen rangkaian untuk menentukan kapasitansi aquades, mika sebagai wadah aquades saat percobaan, isolasi sebagai perekat wadah aquades, PCB (*Printed Circuit Board*) 2 x 4,5 cm sebagai pelat sensor kapasitif, dan aquades yang digunakan sebagai bahan sampel.

Wadah yang direkatkan dengan dua pelat konduktor sejajar dihubungkan dengan kapasitor kedua (C_2) yang disusun secara seri (gambar 1) dengan prinsip rangkaian sensor kapasitif, kemudian rangkaian tersebut dihubungkan dengan osiloskop yang digunakan untuk mengetahui tegangan masukan dan tegangan keluaran. Sumber tegangan yang digunakan adalah sumber tegangan AC dari generator fungsi. Selanjutnya wadah yang kosong diisi aquades, dengan perubahan tinggi aquades yang ditentukan yaitu 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm, 14 cm, 16 cm, 18 cm, dan 20 cm. Volume aquades dapat ditentukan dengan tinggi aquades tersebut dengan jarak antar pelat dan lebar pelat yang konstan yaitu 2 cm x 4,5 cm. Tegangan masukan dan tegangan keluaran diukur pada setiap perubahan volume aquades. Selanjutnya nilai kapasitansi dari sensor dihitung berdasarkan nilai tegangan masukan dan tegangan keluaran yang diukur pada setiap perubahan level aquades. Data hasil perhitungan tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara nilai kapasitansi dan level aquades. Penentuan level aquades diperoleh dari grafik tersebut berdasarkan nilai kapasitansi yang terukur. Selanjutnya uji linieritas dilakukan dengan program SPSS antara hubungan variabel bebas X (kapasitansi) dengan variabel terikat Y (level aquades) dengan nilai probabilitas 0,05.

HASIL

Data hasil penelitian dikelompokkan menjadi dua yaitu data hasil perhitungan dan data hasil eksperimen. Data hasil perhitungan diperoleh dengan mengukur volume aquades dan volume udara, kemudian menghitung konstanta dielektrik dan nilai kapasitansi. Sedangkan data hasil eksperimen diperoleh dengan cara mengukur tegangan keluaran yang ditunjukkan osiloskop dan kemudian menghitung nilai kapasitansinya. Data selengkapnya ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Data hasil perhitungan nilai kapasitansi terhadap kenaikan level aquades

V_{air} (mL)	Data Hasil Perhitungan		Data Hasil Eksperimen	
	C (pF)	Level (cm)	C (pF)	Level (cm)
0	3,9	0	3,3	0,3
18	34,6	2	33,6	3,1
36	65,3	4	48	4,4
54	95,9	6	72	6,6
72	126,6	8	91,2	8,3
90	157,3	10	91,2	8,3
108	187,9	12	120	10,9
126	218,6	14	120	10,9
144	249,3	16	168	15,3
162	279,9	18	168	15,3
180	310,6	20	264	24,1

Hasil pengukuran volume udara dan volume aquades dapat dilakukan untuk menghitung konstanta dielektrik total untuk aquades dan udara. Kenaikan volume aquades dan penurunan volume udara menyebabkan adanya perubahan konstanta dielektrik total dan nilai kapasitansi. Volume aquades yang semakin meningkat menyebabkan nilai kapasitansi semakin besar, hal ini dikarenakan konstanta dielektrik aquades lebih mendominasi (bernilai jauh lebih besar) daripada konstanta dielektrik udara. Berdasarkan literatur nilai konstanta dielektrik aquades adalah sebesar 78, sedangkan udara mempunyai konstanta dielektrik = 1.

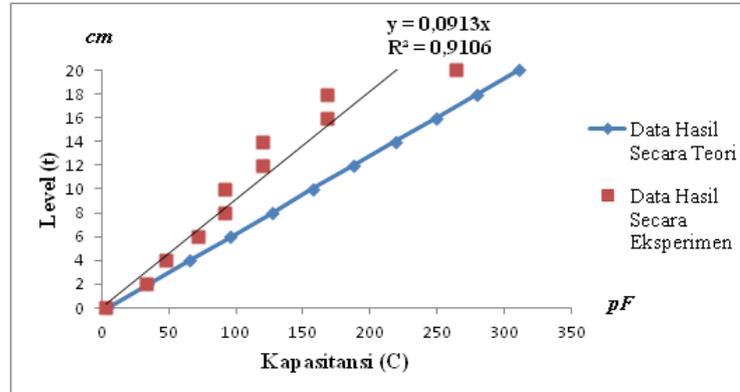
Berdasarkan data hasil perhitungan dan data hasil eksperimen pada tabel 1, nilai kapasitansi dan volume aquades pada data hasil perhitungan menunjukkan bahwa ada hubungan yang linier antara nilai kapasitansi dan volume aquades. Namun di sisi lain berdasarkan data hasil eksperimen, hubungan nilai kapasitansi dan volume aquades menunjukkan beberapa anomali. Terlihat ada beberapa nilai kapasitansi yang konstan meskipun volume aquades bertambah. Hal ini terjadi pada kenaikan volume 72 mL dan 90 mL dengan nilai kapasitansi sebesar 91,2 pF, volume 108 mL dan 126 mL nilai dengan kapasitansi sebesar 120 pF serta volume 144 mL dan 162 mL dengan nilai kapasitansi sebesar 168 pF.

Penentuan level aquades dari nilai kapasitansi yang diperoleh secara eksperimen dapat dihitung dengan menggunakan persamaan linier yang ditunjukkan pada gambar 2. Jarak antar pelat dan lebar pelat adalah konstan maka nilai kapasitansi dapat dinyatakan sebagai akibat dari perubahan ketinggian aquades. Pada tabel 1 hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ada beberapa level aquades yang terukur sama besarnya dengan nilai

kapasitansi yang sama sehingga level aquades secara eksperimen mendekati nilai ketinggian aquades secara ukur.

Nilai kapasitansi yang dihasilkan secara eksperimen kemudian dihitung secara statistik menggunakan uji

linieritas program SPSS yang bertujuan untuk mengetahui hubungan kelinieran antara nilai kapasitansi dengan level aquades.



Gambar 2. Grafik hubungan antara nilai kapasitansi dengan level aquades

Tabel 2. Uji linieritas program SPSS dengan hubungan kapasitansi dan level aquades.

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Level	Between	(Combined)	434,000	7	62,000	31,000	,008
Aquades *	Groups	Linearity	402,397	1	402,397	201,199	,001
Kapasitansi		Deviation from	31,603	6	5,267	2,634	,229
Aquades		Linearity					
		Within Groups	6,000	3	2,000		
		Total	440,000	10			

Berdasarkan keluaran atau hasil pada program SPSS untuk mengetahui kelinieran antara nilai kapasitansi dan level aquades seperti terlihat pada tabel 2, dapat disimpulkan bahwa hasil dari *Sig. Linierity* 0,001 lebih kecil dari dibandingkan tingkat signifikansi 0,05 yang menunjukkan bahwa hubungan nilai kapasitansi dan level aquades adalah linier secara statistik, artinya setiap perubahan yang terjadi pada variabel bebas (kapasitansi) berhubungan linier dengan perubahan besaran pada variabel terikat (level aquades). Sedangkan *Sig. Deviation from linierity* menunjukkan 0,229 lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05, hal ini menunjukkan bahwa seberapa jauh variabel X yang digunakan menyimpang dari garis linier.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu nilai kapasitansi sebanding dengan kenaikan volume aquades dan mempunyai hubungan yang linier. Data hasil pengukuran pada kenaikan volume 18 mL sampai 180 mL terjadi perubahan nilai kapasitansi yaitu volume aquades semakin meningkat maka nilai

kapasitansi semakin besar. Namun, data hasil eksperimen menunjukkan bahwa ada beberapa hasil yang tidak konsisten yaitu kenaikan volume aquades tidak menyebabkan kenaikan nilai kapasitansi. Kemudian untuk penentuan level aquades dapat dilakukan dengan memasukkan nilai kapasitansi terukur ke dalam persamaan linier yang diperoleh dari grafik hubungan nilai kapasitansi dengan level aquades.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Petrucci, R. "Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern", Edisi Keempat Jilid 3. Jakarta: Erlangga. 2008.
- [2] Sutrisno . "Fisika Dasar". Bandung: Institut Teknik Bandung. . 1983.
- [3] Maulana. "Pengukuran Nilai Kapasitansi Listrik Spora Aspergillus niger Menggunakan Kapasitor Plat Sejajar". Skripsi. Depok: Universitas Indonesia. 2009.
- [4] Nugroho, A. S., Faridah dan K. Suryopratomo. "Rancang Bangun Sensor Pengukur Level Interface Air dan Minyak Pada Mini Plant Separator." *Jurnal Tenofisika.*, ISSN 2089-7154. 2 (2): 42-54. 2013.

- [5] Ananda, S. A. dan V. A. Kusumandoyo. "Penyadapan Saluran Transmisi Dengan Kopling Kapasitif Untuk Suplai Daerah Terpencil." *Jurnal Teknik Elektro.* **1** (1): 1-8. 2001.