

Imas Ratna Ermawati -
ANALISIS KAPASITANSI
ELEKTRODA DALAM HUKUM
GAUSS PADA KONDUKTOR
BOLA PEJAL DAN TABUNG
PEJAL

by Imas Ratna Ermawati Uploaded By Greycy

Submission date: 02-Mar-2024 08:50AM (UTC+0700)

Submission ID: 2309356580

File name: PROSIDING_FAHRI-IMAS_2018_-_Imas_Ratna_Ermawati.pdf (667.72K)

Word count: 2110

Character count: 12640

ANALISIS KAPASITANSI ELEKTRODA DALAM HUKUM GAUSS PADA KONDUKTOR BOLA PEJAL DAN TABUNG PEJAL

Fakhri Abdul Rahman, Imas Ratna Ermawati*, Septa Ripandi, Dwi Fujiastuti

FKIP UHAMKA Jakarta

*Email korespondensi: imas_re@uhamka.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menjelaskan hukum Gauss dalam bidang elektrik. Pengukuran dilakukan untuk elektroda simetris yang terletak di atas papan konduktor. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis medan listrik dalam Hukum Gauss pada konduktor berbentuk bola pejal dan tabung pejal. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode langsung (melakukan penelitian) dan metode tidak langsung (melakukan analisis materi melalui buku panduan dan jurnal sebagai referensi). Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai muatan Q pada bola pejal dan tabung pejal pada tegangan 2 V, 4 V, dan 6 V. Dalam hal ini kami menggunakan $V_0 = 200$ Volt. Dari penelitian ini, dapat diketahui bahwa besarnya nilai C dipengaruhi oleh massa benda, muatan benda, dan tegangan yang diberikan pada benda. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar massa benda maka semakin kecil besarnya nilai muatan Q yang akan mempengaruhi besarnya nilai C . Namun sebaliknya, semakin besar tegangan yang diberikan pada benda maka semakin besar nilai muatan Q yang akan mempengaruhi besarnya nilai C . Dalam hal ini berlaku hubungan yang berbanding lurus antara tegangan V dengan muatan Q , dan berbanding terbalik antara besarnya massa benda dengan muatan Q .

Kata kunci: kapasitansi elektroda, tegangan benda, muatan benda, bola pejal, tabung pejal

ABSTRAC

This study explains Gauss's law in the electric field. Measurements are made for symmetrical electrodes located above the conductor board. This study aims to conduct an electric field analysis in Gauss Law on solid ball-shaped conductors and solid tubes. The research method used in this study is a direct method (conducting research) and an indirect method (analyzing the material through guidebooks and journals as references). Based on the results of the study, obtained Q load values on solid balls and solid tubes at voltages 2 V, 4 V, and 6 V. In this case we use $V_0 = 200$ Volts. From this study, it can be seen that the magnitude of the C value is influenced by the mass of the object, the object load, and the voltage applied to the object. In this case, it can be concluded that at the greater the mass of the object, the smaller the value of the charge Q , which will affect the value of C . But on the contrary, the greater the voltage applied to the object, the greater the value of charge Q , which affects the value of C . In terms of this applies a relationship that is directly proportional to voltage V with the charge Q , and inversely proportional to the mass of the object with the charge.

Keywords: elektroda capacitance, object voltage, object load, solid ball, solid tube

Pendahuluan

Hukum Gauss (Gauss's law) adalah sebuah alternatif dari Hukum Coulomb untuk menyatakan hubungan antara muatan listrik dan medan listrik. Persamaan tersebut

di rumuskan oleh Carl Friedrich Gauss (1777-1855), salah seorang matematikawan terbesar sepanjang masa. Banyak bidang hukum matematika yang di pengaruhinya, dan membuat kontribusi yang sama

pentingnya untuk fisika teoritis. Rumusnya yang dikenal sebagai Hukum Gauss merupakan ungkapan tentang suatu sifat penting medan elektrostatik [1].

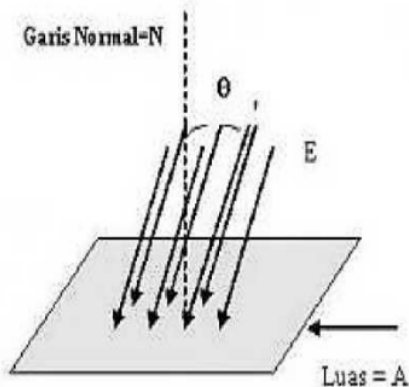
Sebelum adanya Hukum Gauss, para fisikawan seringkali berpikir, bagaimana dan berapa besar muatan yang terkandung dalam suatu sumber muatan. Sejatinya, besarnya muatan tersebut tidak akan tak terbatas. Besarnya medan listrik tersebut haruslah fungsi dari jarak terhadap sumber muatan. Misalnya saja besar medan listrik pada jarak yang lebih besar akan mempunyai nilai yang lebih kecil bila dibandingkan dengan jarak yang lebih dekat dengan sumber muatan. Dalam percobaan fisika mengenai muatan listrik dan medan listrik, maka mulai diperkenalkan Persamaan Maxwell, Medan Elektrostatik menggunakan Hukum Coulomb diikuti oleh Hukum Gauss untuk Medan Listrik dalam bentuk integral. Selanjutnya, tiga persamaan Maxwell yang tersisa diperkenalkan [2].

Dalam penelitian ini, pengukuran medan listrik diperoleh untuk menunjukkan Hukum Gauss untuk medan listrik dalam bentuk integral, dalam memberikan contoh eksplisit konsep vektor kalkulus mengenai Hukum Gauss. Keakuratan pengukuran lapangan diverifikasi menggunakan Hukum Gauss dan ditunjukkan melalui penentuan total muatan elektroda melalui integrasi data yang terukur. Eksperimen ini juga mengaitkan Hukum Gauss dengan Hukum Coulomb dan konsep kapasitansi pada suatu bahan, yang mana dalam hal ini menggunakan konduktor berbentuk bola pejal dan konduktor ¹² bentuk tabung pejal.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: Menganalisis kapasitansi elektroda dalam Hukum Gauss pada konduktor berbentuk bola pejal dan tabung pejal, menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya nilai muatan

Q dan menentukan nilai kapasitansi C berdasarkan nilai muatan Q.

Pada topik garis-garis medan listrik telah dijelaskan bahwa medan listrik divisualisasikan atau digambarkan menggunakan garis-garis medan listrik karenanya fluks listrik juga digambarkan berupa garis-garis medan listrik. Jadi fluks listrik merupakan garis-garis medan listrik yang melewati suatu luas permukaan tertentu [1]. Fluks berkaitan dengan besaran medan yang menembus dalam arah yang tegak lurus terhadap suatu permukaan tertentu. Ilustrasinya akan lebih mudah dengan menggunakan deskripsi visual untuk medan listrik (*yaitu penggambaran medan listrik sebagai garis-garis*). Dengan penggambaran medan seperti itu (*garis*), maka fluks listrik dapat digambarkan sebagai banyaknya garis medan yang menembus pada suatu permukaan. Perhatikan gambar di bawah ini,



Gambar 1. Garis-garis Medan Listrik Melewati Permukaan A

Benda Konduktor

Misalkan salah satu ujung kawat tembaga dihubungkan pada tombol sebuah elektroskop, dan yang satu lagi dibelitkan pada sebatang gelas. Jika sebatang karet bermuatan disentuhkan pada ujung kawat yang berada dekat batang gelas itu, daun-

daun elektroskop itu segera menjarang. Jadi, ada pemindahan muatan melalui atau lewat kawat itu, dan kawat itu disebut konduktor (penghantar). Jika percobaan ini diulang tetapi dengan menggunakan benang sutera atau pita karet sebagai pengganti kawat logam tadi, maka daun-daun elektroskop itu takkan saling menjauhi, dan benang sutera atau pita karet itu disebut isolator (penyekat) atau dielektrik [1]. Logam pada umumnya merupakan penghantar yang baik, sedangkan bukan logam merupakan penyeekat. Valensi positif logam dan bahwasanya logam membentuk ion positif dalam larutan, menandakan bahwa atom logam mudah melepaskan satu atau lebih electron luarnya.

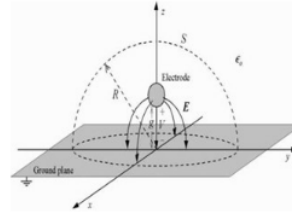
Hukum Gauss

Medan listrik dan kerapatan fluks listrik diformulasikan dari hukum Coulomb. Hukum Coulomb mendefinisikan gaya vektor F antara dua muatan titik q_1 dan q_2 yang dipisahkan oleh jarak r dalam medium yang dilambangkan oleh permitivitas s . Menurut hukum Coulomb, gaya vektor F diberikan oleh muatan q_1 pada muatan q_2 adalah:

Hukum Gauss untuk medan listrik menyatakan bahwa total fluks listrik yang melewati permukaan tertutup S sama dengan total muatan yang dikelilingi oleh permukaan Q_{enc} . Hukum Gauss untuk medan listrik dalam bentuk integral adalah

$$\oiint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s} = \iiint_V \mathbf{D} \cdot \hat{\mathbf{s}} dV = Q_{enc} \quad (1)$$

Dalam prakteknya, pengukuran komponen medan listrik di atas permukaan tertutup bisa sangat sulit. Dengan memanfaatkan sumbu simetri, kita dapat merancang eksperimen yang menunjukkan hukum Gauss untuk pengukuran medan listrik yang relatif sederhana [3].



Gambar 2. Elektroda Simetris yang di Groundkan (sumbu x, y, dan z)

Untuk celah udara kecil, medan listrik simetris yang dihasilkan di antara konduktor terkonsentrasi tepat di bawah elektroda dan cepat meluruh menjadi nol dalam arah radial sepanjang bidang tanah. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1, permukaan Gauss S yang melampirkan elektroda bermuatan dapat didefinisikan sebagai lingkaran jari-jari R pada bidang tanah ditambah permukaan spiral atas jari-jari R [4]. Menurut hukum Gauss, muatan total pada elektroda Q di udara diberikan oleh

$$\oiint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s} = \epsilon_0 \oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = Q \quad (2)$$

karena jari-jari permukaan spiral menjadi besar dibandingkan dengan ukuran elektroda, fluks listrik melalui permukaan spiral mendekati nol. Total fluks melalui permukaan tertutup S dapat diperkirakan sebagai fluks melalui permukaan bidang tanah melingkar saja [4].

Medan listrik sudah menjadi sebuah kebutuhan dasar bagi manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, baik sebagai sarana berkomunikasi, transportasi, bahkan dalam bidang pendidikan sekali pun juga memanfaatkan medan listrik. Namun, hal tersebut tidak kita sadari secara mendetail bahwa terdapat beberapa hal yang mempengaruhinya, seperti massa sebuah objek, tegangan yang diberikan, muatan objek, dan kapasitansi dari sebuah bahan. Dengan melakukan percobaan ini kita dapat memberikan kesimpulan bahwa elektroda yang diberikan pada tegangan tertentu

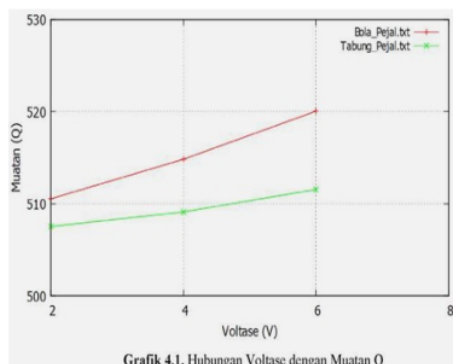
untuk mengukur medan listrik pada jarak celah yang berbeda. Dapat disimpulkan bahwa jarak konduktor yang lebih kecil menimbulkan medan listrik yang lebih besar, kita dapat memprediksi hasil yang sesuai dari muatan lebih pada konduktor dan nilai yang lebih besar dari kapasitansi. Dan dapat disimpulkan bahwa satu-satunya pengukuran yang diperlukan untuk memperkirakan muatan total pada elektroda adalah pengukuran medan listrik sepanjang jalur radial dari titik tepat di bawah elektroda keluar ke jarak di mana medan listrik dapat diabaikan.

Metode langsung yang kami lakukan adalah dengan melakukan percobaan langsung di Laboratorium Fisika Dasar dengan menggunakan alat dan bahan yang telah ditentukan. Metode tidak langsung yang di lakukan adalah dengan menggunakan buku sebagai referensi [5,6].

Hasil Dan Pembahasan

Tabel 1. Nilai Q dan C

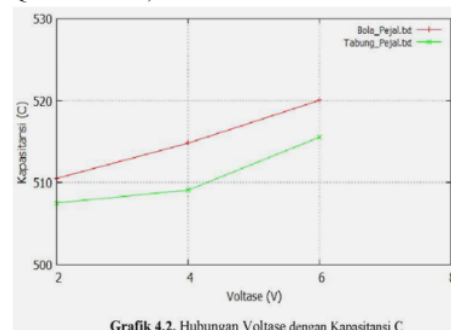
Electrode	m (gr)	Nilai Q			Nilai C		
		2 V	4 V	6 V	2 V	4 V	6 V
Bola Pejal	10,18	510,54	514,83	520,05	2,55	2,57	2,60
Tabung Pejal	20,00	507,53	509,11	515,55	2,54	2,55	2,58



Grafik 4.1. Hubungan Voltase dengan Muatan Q

Pada Grafik 4.1 ini kami mencoba menentukan besarnya nilai muatan Q yang bekerja dalam rangkaian medan listrik. Dalam menentukan muatan Q tersebut menggunakan beberapa variasi dalam percobaan, diantaranya adalah objek pengamatan yang dibedakan menjadi dua yaitu bola pejal dan tabung pejal dengan masing-masing objek memiliki massa yang berbeda-beda. Selain itu, kami pun juga melakukan variasi percobaan dalam bedanya voltase yang digunakan dalam percobaan, dengan nilai 2V, 4V, dan 6V. Adapun untuk voltase mula-mula yang kami atur dan ditunjukkan dalam multimeter adalah sebesar 200 V.

Pada bola pejal dengan massa 10,18 gram dilakukan pengukuran besarnya muatan Q sesuai dengan prosedur percobaan yang telah ditentukan. Diperoleh data penelitian muatan Q pada 2V sebesar 510,54 muatan, pada 4V diperoleh nilai muatan Q sebesar 514,83 muatan, dan pada 6V diperoleh nilai muatan Q sebesar 520,05 muatan. Adapun dalam tabung pejal dengan massa 20,00 gram diperoleh besarnya nilai muatan Q pada 2V sebesar 507,53 muatan, pada 4V diperoleh nilai muatan Q sebesar 509,11 muatan, dan pada 6V diperoleh nilai muatan Q sebesar 515,55 muatan



Grafik 4.2. Hubungan Voltase dengan Kapasitansi C

Berdasarkan Grafik 4.2. nilai muatan Q dapat kita tentukan besarnya nilai kapasitansi elektroda pada setiap objek yang diamati. Adapun penentuan nilai kapasitansi

elektroda tersebut dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan (1). Persamaan (1) memberikan hubungan antara hukum Gauss (total muatan elektroda), kapasitansi elektroda, dan distribusi medan listrik yang sesuai. Dalam percobaan, elektroda yang diberikan pada tegangan tertentu untuk mengukur medan listrik untuk jarak celah yang berbeda.

Berdasarkan perhitungan, maka di peroleh besarnya nilai kapasitansi elektroda pada bola pejal sebesar 2,55 muatan per voltase pada tegangan 2 V, pada tegangan 4 V diperoleh besarnya nilai kapasitansi elektroda sebesar 2,57 muatan per voltase, dan pada tegangan 6V diperoleh besarnya nilai kapasitansi elektroda sebesar 2,60 muatan per voltase. Sedangkan pada tabung pejal diperoleh besarnya nilai kapasitansi elektroda sebesar 2,54 muatan per voltase, pada tegangan 4V diperoleh besarnya nilai kapasitansi elektroda sebesar 2,55 muatan per voltase, dan pada tegangan 6V diperoleh besarnya nilai kapasitansi elektroda sebesar 2,58 muatan per voltase.

18 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang kami lakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa besarnya nilai muatan Q berbanding terbalik dengan besarnya massa benda dan berbanding lurus dengan besarnya voltase yang diberikan. Semakin besar massa dari sebuah benda, maka nilai muatan Q akan semakin kecil, begitu pun sebaliknya. Sementara itu, semakin besar voltase yang diberikan maka besarnya nilai muatan Q akan semakin besar pula, begitu pun sebaliknya.

Adapun untuk menentukan kapasitansi elektroda dari sebuah benda dapat dilakukan perhitungan dengan membagi nilai muatan Q dengan nilai tegangan mula-mula V_0 . Dalam hal ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang berbanding lurus antara besarnya nilai muatan Q dengan kapasitansi elektroda dan berbanding terbalik dengan besarnya nilai tegangan mula-mula.

Deskripsi rinci dari eksperimen laboratorium yang menunjukkan hukum Gauss untuk medan listrik telah dilakukan. Hukum Gauss untuk muatan elektroda total dievaluasi secara numerik, sebuah solusi untuk geometri elektroda bola dan tabung digunakan untuk memvalidasi keakuratan pengukuran eksperimental. Eksperimen ini juga mengaitkan hukum Gauss dengan hukum Coulomb dan konsep kapasitansi.

8 DAFTAR PUSTAKA

1. Sears Zemansky. 1986. *Fisika untuk Universitas 2 Listrik Magnet*. (Bandung: Pustaka Cipta). hlm. 582.
2. Matthew N. O. Sadiku. 2001. *Elements of Electromagnetics*. (New York: Oxford UP). 3rd edition.
3. J. Meixner. 1972. *The behavior of electromagnetic fields at edges* *IEEE Trans. (Antennas Propag.* **20**, 442-446).
4. J. Patrick Donohoe. 2008. *A Laboratory Experiment to Demonstrate Gauss's Law for Electric Fields*. (American Journal of Physics **76**, 963).
5. Ludwigsen, Daniel O. & Hassold, Gregory N. 2006. *A simple Electric Field in a Gauss's Law Laboratory*. *The Physics Teacher* **44**, 470.
6. Donohoe, J. Patrick. 2008. *A Laboratory Experiment to Demonstrate Gauss's Law for Electric Fields*. *American Journal of Physics* **76**, 963.

Imas Ratna Ermawati - ANALISIS KAPASITANSI ELEKTRODA DALAM HUKUM GAUSS PADA KONDUKTOR BOLA PEJAL DAN TABUNG PEJAL

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

8%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	1library.co Internet Source	1%
2	www.coursehero.com Internet Source	1%
3	Tifa Paramitha, Tri Reksa Saputra, Amelia Nur Aliah, Arijan Vevayose Tarigan, Mukhtar Ghozali. "KARAKTERISASI SILIKA DARI ABU AMPAS TEBU", KOVALEN: Jurnal Riset Kimia, 2019 Publication	1%
4	William H Baird. "Understanding Gauss's law using spreadsheets", Physics Education, 2013 Publication	1%
5	www.osapublishing.org Internet Source	1%
6	Resti Julia Susanti, Evi Noviani, Fransiskus Fran. "PEMODELAN MATEMATIS UNTUK PERSAMAAN BEDA POTENSIAL LISTRIK",	1%

Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika,
Statistika dan Terapannya, 2019

Publication

7	stemination.mandela.ac.za Internet Source	1 %
8	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	1 %
9	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	1 %
10	guaiaca.ufpel.edu.br Internet Source	1 %
11	digilib.uin-suka.ac.id Internet Source	1 %
12	digilib.uir.ac.id Internet Source	1 %
13	dspace.lib.ntua.gr Internet Source	1 %
14	id.wikipedia.org Internet Source	1 %
15	ta.wikipedia.org Internet Source	1 %
16	www.neliti.com Internet Source	1 %

www.researchgate.net

17	Internet Source	1 %
18	dev.journal.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
19	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	<1 %
20	repository.unmuhjember.ac.id Internet Source	<1 %
21	shrinegerman2.webs.com Internet Source	<1 %
22	K. Harada. "Dynamics and Balance of a Humanoid Robot During Manipulation Tasks", IEEE Transactions on Robotics, 6/2006 Publication	<1 %
23	www.pelajaran.co.id Internet Source	<1 %
24	patents.google.com Internet Source	<1 %
25	Andrey V. Osipov, Sergei A. Tretyakov. "Modern Electromagnetic Scattering Theory with Applications", Wiley, 2017 Publication	<1 %

Exclude bibliography Off