

## KONSTANTA DIELEKTRIK BAHAN KERTAS KARTON PADA KEPING SEJAJAR

**Banar Dwi R\*, Supriyadi**

*Program Studi Pendidikan IPA Konsentrasi Fisika  
PPs Universitas Negeri Semarang*

\*Email: crushweal@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai dari konstanta dielektrik kertas karton, penelitian dilakukan pengulangan sebanyak lima kali dengan variasi ketebalan kertas karton dan tegangan. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dan menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat, serta menggunakan desain alat bahan. Pada penelitian ini menggunakan dua analisis data yaitu analisis kesalahan relatif dan juga analisis regresi sederhana. Berdasarkan hasil analisis diperoleh hasil penelitian dengan variasi ketebalan dan tegangan diperoleh konstanta dielektrik rata-rata suatu kertas karton sebesar 3,60 dengan standar deviasi sebesar 0,09 sehingga diperoleh  $3,60 \pm 0,09$ . Pada kegiatan penelitian ini di dapat kesalahan relative sebesar 2,52%, dan ketelitiannya sebesar 97,48%. Berdasarkan grafik regresi diperoleh besar  $r = 0,9991$ , hal ini nilai  $r$  berada pada interval  $0,80 \leq r < 1$ , maka  $r$  dalam tingkat hubungan sangat kuat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa besar konstanta dielektrik sebesar 3,60 dengan batas ketidakpastian  $\pm 0,09$ .

**Kata kunci:** keping sejajar, kertas karton, konstanta dielektrik bahan

### PENDAHULUAN

Bahan dielektrik sangat penting dalam pembuatan kapasitor, terutama kapasitor keping sejajar. Tetapi selama ini bahan dielektrik hanya sebatas plastik, celah udara transformator, mica, gelas, porselin, karet. Padahal dalam dunia ini masih banyak bahan yang berguna sebagai bahan dielektrik. Dimana bahan-bahan tersebut lebih mudah didapat dan *familiar* dalam kehidupan sehari-hari, seperti kertas karton, kertas karton memang tergolong kertas, tetapi secara fisik kertas ini bertekstur lebih padat dan tebal, dimungkinkan pada kertas karton memiliki konstanta dielektrik yang berbeda dengan kertas pada umumnya yang memiliki konstanta dielektrik sebesar 3,5. Penelitian ini bertujuan untuk mencari besar konstanta dielektrik pada bahan kertas karton.

Kapasitor ini juga bisa disebut kapasitor keping sejajar, yaitu 2 keping alat yang terdiri dari 2 buah konduktor yang dipisah oleh suatu isolator atau zat dielektrik (Frederick, 1994). Untuk  $Q$  dan  $V$  sama, jika ada dielektrik, maka dari hubungan  $C = \frac{Q}{V}$  diperoleh bahwa kapasitas sebuah kapasitor akan semakin

bertambah besar jika sebuah dielektrik ditempatkan diantara plat-plat kapasitor. Perbandingan kapasitans dengan dielektrik terhadap kapasitans tanpa dielektrik dinamakan konstanta dielektrik  $k$  dari bahan tersebut (Halliday & Resnick, 2000). Konstanta dielektrik merupakan perbandingan energi listrik yang tersimpan pada bahan tersebut jika diberi sebuah potensial, relatif terhadap vakum (ruang hampa). Konstanta dielektrik dilambangkan dengan huruf Yunani  $\epsilon$  atau kadang-kadang  $\kappa$ ,  $K$ , atau  $D_k$ .

Kebanyakan kapasitor mempunyai material non-konduksi, atau dielektrik, di antara pelat-pelat konduksinya. Penempatan sebuah dielektrik padat diantara pelat-pelat sebuah kapasitor mempunyai tiga fungsi. Pertama, dielektrik itu menyelesaikan permasalahan mekanis yang mempertahankan dua lembar logam besar terpisah dalam jarak yang sangat kecil tanpa ada sentuhan yang sesungguhnya.

Kedua, penggunaan sebuah dielektrik akan menambah selisih potensial maksimum yang mungkin diantara pelat-pelat kapasitor. Setiap material pengisolasi, bila dipengaruhi

oleh sebuah medan listrik yang cukup besar, akan mengalami kerusakan dielektrik (dielectric breakdown), yakni ionisasi parsial yang memungkinkan konduksi melalui elektrik itu. Banyak material dielektrik dapat mentolelir medan listrik yang lebih kuat tanpa kerusakan lebih dari pada yang dapat ditolelir udara. Jadi, penggunaan dielektrik memungkinkan sebuah kapasitor mempertahankan selisih potensial V yang lebih tinggi sehingga akan menyimpan jumlah muatan dan energi yang lebih besar. Muatan yang sama pada kapasitor-kapasitor, maka akan terlihat bahwa perbedaan potensial  $V_d$  adalah lebih kecil dari pada potensial  $V_0$  dengan factor sebesar  $1/k$ , atau

$$V_d = \frac{V_0}{k} \tag{1}$$

Sehingga kita dapat menyimpulkan dari hubungan  $C = Q/V$ , bahwa efek dielektrik adalah untuk memperbesar kapasitans dengan faktor sebesar k. Untuk sebuah kapasitor plat sejajar dapat dituliskan sebagai sebuah hasil eksperimental, bahwa:

$$C = \frac{k \epsilon_0 A}{d} \tag{2}$$

Eksperimen memperlihatkan bahwa kapasitans dari semua jenis kapasitor semakin besar dengan faktor sebesar k jika ruang diantara pelat-pelat tersebut diisi dengan sebuah dielektrik.

Kapasitas semula  $C_0$  diberikan oleh  $C_0 = Q/V_0$  dan kapasitansi C dengan kehadiran dielektrik adalah  $C = Q/V$ . Muatan Q adalah sama dengan kedua kasus, dan V lebih kecil dari pada  $V_0$ , Sehingga kita menyimpulkan bahwa kapasitansi C dengan kehadiran dielektrik adalah lebih besar dari pada  $C_0$ . Bila ruang di antara pelat-pelat diisi sepenuhnya oleh dielektrik, maka rasio C terhadap  $C_0$  (yang sama dengan rasio  $V_0$  terhadap V) disebut konstanta dielektrik material itu, K:

$$K = \frac{C}{C_0} \tag{3}$$

Konstanta dielektrik K adalah sebuah bilangan murni. Karena C selalu lebih besar daripada  $C_0$ , maka K selalu lebih besar dari pada satu. Tidak ada dielektrik yang benar-benar merupakan isolator sempurna. Maka selalu ada arus yang bocor di antara pelat-pelat bermuatan dari sebuah kapasitor dengan sebuah dielektrik. Secara diam-diam kita

mengabaikan efek ini. Konstanta dielektrik beberapa bahan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Nilai konstanta dielektrik

Material	K
Ruang hampa	1
Udara (1 atm)	1,00059
Udara (100 atm)	1,0548
Telfon	2,1
Polietilena	2,25
Benzena	2,28
Mika	3-6
Mylar	3,1
Polivinil klorida	3,18
Pleksiglas	3,14
Kaca	5-10
Neoprena	6,70
Germanium	16
Gliserin	42,5
Air	80,4
Strontium titanat	310
Karet	2-3,5
Kertas	3,5

(Young & Freedman, 2000; Halliday & Resnick, 2000)

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan variabel bebasnya adalah variabel yang menjadi penyebab timbulnya atau berubahnya variabel terikat (Sugiyono, 2005), dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya adalah kapasitansi kertas karton dan variabel terikatnya adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2005), dalam penelitian ini yang merupakan variabel terikat adalah kapasitansi udara.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Papan pengepres	
Keping logam	2 buah
Kabel	secukupnya
Voltmeter	1 buah
Kertas karton	3 lembar
Adaptor	1 buah

Kapasitansi meter 1 buah

Adapun desain alat percobaan seperti pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Desain alat percobaan

Dengan langkah percobaannya sebagai berikut: menyiapkan seluruh alat dan bahan yang dibutuhkan, merangkai seluruh alat seperti pada gambar 1, mengaliri rangkaian dengan arus atau dengan menyolokkan adaptor yang telah dirangkai ke stop kontak yang ON, mencatat nilai kapasitansi bahan dengan variasi tegangan (2V, 4V, dan 6V) (diulang sampai 5 kali), mencatat nilai kapasitansi udara dengan variasi tegangan (2V, 4V, dan 6V) (diulang sampai 5 kali), melakukan langkah yang sama dengan ketebalan bahan yang berbeda.

Teknik analisis data menggunakan dua macam yang pertama yaitu analisis kesalahan relatif. Penelitian dilakukan lebih dari 1 kali yaitu diulang sebanyak 5 kali. Maka teknik yang digunakan adalah teknik pengukuran berulang dalam menganalisis data. Dengan K adalah nilai rata-rata kapasitansi dielektrik karton dan standar yang nilai rata-ratanya adalah

$$\Delta K = \sqrt{\frac{\sum(K_i + \bar{K})^2}{5(5-1)}} \quad (4)$$

Keterangan:  $\Delta K$  = deviasi standar  
 $K_i$  = konstanta dielektrik

Selanjutnya mencari ketelitiannya dengan rumusan

$$\frac{\Delta K}{K} \times 100\% \quad (5)$$

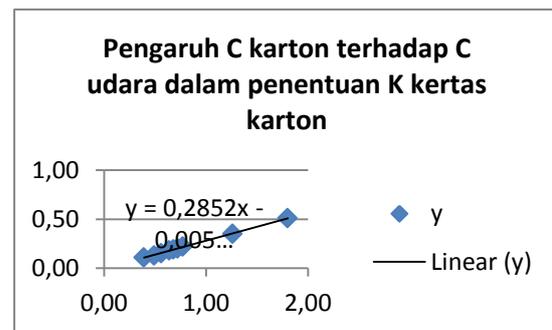
Analisis yang kedua adalah Analisis Regresi Sederhana

$$\hat{Y} = a + bx \quad (6)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasar perhitungan menggunakan MS. Excel data hasil penelitian dengan variasi ketebalan dan tegangan diperoleh Konstanta dielektrik rata-rata suatu kertas karton sebesar 3,60 dengan standar deviasi sebesar 0,09 sehingga diperoleh  $3,60 \pm 0,09$ . Pada kegiatan penelitian ini di dapat kesalahan relatif sebesar 2,52%, dan ketelitiannya sebesar 97,48%.

Sedangkan menggunakan analisis regresi, dengan menggunakan data kapasitansi kertas karton sebagai variabel independennya dan kapasitansi udara sebagai variabel dependennya diperoleh data sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik regresi antar variabel

Dari grafik di atas diperoleh besar  $r = 0,9991$ , hal ini nilai  $r$  berada pada interval  $0,80 \leq r < 1$ , maka  $r$  dalam tingkat hubungan sangat kuat.

Berdasar analisis data diperoleh konstanta dielektrik rata-rata kertas karton sebesar 3,60 dengan nilai ketidakpastiannya sebesar 0,09 ( $3,60 \pm 0,09$ ), dengan kesalahan relatif sebesar 2,52% dan ketelitiannya sebesar 97,48%. Sehingga dalam penelitian ini dikatakan teliti/valid karena ketelitiannya lebih dari 75%.

Berdasar grafik regresi antar variabel diperoleh besar  $r = 0,9991$ , hal ini Nilai  $r$  berada pada interval  $0,80 \leq r < 1$ , maka  $r$  dalam tingkat hubungan sangat kuat, hal ini di buktikan dengan semakin meningkatnya nilai kapasitansi kertas karton maka semakin meningkat pula nilai kapasitansi udaranya secara linier, perbandingan antara kapasitansi kertas karton dan kapasitansi udara yang menghasilkan nilai konstanta dielektrik kertas karton yang nilainya relative konstan ( $3,60 \pm 0,09$  dengan kesalahan relatif sebesar 2,52%).

Pada tabel kapasitansi dielektrik suatu bahan yang dirilis oleh Young & Freedman (2000) dan Halliday & Resnick (2000) menyebutkan besar konstanta dielektrik kertas

sebesar 3,5. Tetapi dalam kegiatan penelitian ini didapat konstanta dielektrik rata-rata sebesar 3,6. Perbedaan ini dikarenakan sifat kertas karton yang dijadikan objek penelitian adalah kertas yang berjenis tebal, padat dan keras. Hal ini yang menjadikan nilai dari konstanta yang diperoleh berbeda, dan faktor lain yang dapat mempengaruhi perbedaan hasil ini adalah faktor alat, dimana alat dibuat secara manual dan sederhana sehingga berpengaruh pada tingkat kevalidan pada alat.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil data penelitian didapat besar nilai konstanta dielektrik kertas karton sebesar  $3,60 \pm 0,09$  dengan kesalahan relatif sebesar 2,52% dan ketelitian 97,48%.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Terimakasih kepada Dr. Supriyadi, M.Si dan Dr. Masturi, M.Si selaku dosen mata kuliah Metodologi Riset Sains, serta teman-temanku senasib dan seperjuangan Fisika PPs UNNES 2012.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Frederick, J. 1994. *Teori dan Soal-Soal Fisika Terjemahan*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday & Resnick. 2000. *Fisika Jilid 2 Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. 2005. *Statistik untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.
- Young & Freedman. 2000. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.