

POTENSIAL LISTRIK (ELECTRIC POTENTIAL)
(Dibuat Sebagai Tugas Akhir Mata Kuliah Elektrodinamika)

Dosen Pengampu:
Dr. I. Wayan Distrik, M.Si.
Dr. Doni Andra, S.Pd. M.Sc.



Disusun Oleh:
Novi Tri Rahayu Ningsih
NPM. 2123022007

PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur bagi Allah SWT, yang dengan nama-Nya bumi dihamparkan, yang dengan nama-Nya langit ditinggikan, yang dengan kasih sayang –Nya nan mulia tak terperi penulis dapat menyelesaikan penulisan makalah dengan judul Potensial Listrik sebagai tugas akhir mata kuliah Elektrodinamika.

Pada kesempatan kali ini tak lupa penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan makalah ini

Selain itu penulis menyadari sepenuhnya tak ada gading yang tak retak, walaupun telah berupaya semaksimal mungkin namun didalam penyusunan makalah ini pasti masih banyak kekurangan dan kelemahan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan keterampilan penulis.

Namun demikian besar harapan penulis bahwa makalah ini dapat bermanfaat baik bagi penulis dan pembaca. Aamiin... aamiin... aamiin yarobalamin...

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bandarlampung, 27 Juni 2022

Penyusun

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Setiap hari kita sering memanfaatkan adanya potensial listrik dalam sebuah perangkat kelistrikan contohnya radio, televisi dan bahkan komputer atau laptop. Kita juga sering menggunakan alat yang terdiri dari komponen bernama kapasitor. Namun kita sering tidak mau tahu tentang apa dan bagaimana alat yang kita gunakan bekerja, sehingga bila ada kerusakan atau kesalahan dalam menggunakan kita sering tidak sadar dan berakibat fatal bagi perangkat tersebut.

Selain itu kita sering susah membedakan antara potensial listrik dengan medan listrik, tegangan listrik, hambatan listrik maupun kuat arus listrik. Namun bukan itu yang akan kami jelaskan dalam makalah kali ini, melainkan apa itu potensial listrik.

B. Rumusan Masalah

1. Apa itu potensial listrik ?
2. Bagaimana prinsip kerja potensial listrik?

C. Tujuan Makalah

1. Pembaca dapat memahami apa itu potensial listrik.
2. Pembaca dapat memahami prinsip kerja potensial listrik
3. Pembaca dapat memahami cara menghitung potensial listrik.

D. Batasan Masalah

1. Pengertian potensial listrik.
2. Prinsip kerja potensial listrik.
3. Cara menghitung potensial listrik.

BAB I

PEMBAHASAN

A. Pengertian Potensial Listrik

Potensial Listrik merupakan besarnya energi potensial listrik pada setiap satu satuan muatan. Potensial listrik juga merupakan besaran skalar yang berkaitan dengan kerja dan energi potensial pada medan listrik. Potensial Listrik dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V = \frac{Ep}{q}$$

Karena potensial listrik adalah energi potensial elektrostatik per satuan muatan, maka satuan SI untuk beda potensial adalah joule per coulomb atau volt (V).

$$1V = \frac{1J}{C}$$

Karena diukur dalam volt maka beda potensial terkadang disebut voltase atau tegangan. Jika diperhatikan dari persamaan beda potensial yang merupakan integral dari medan listrik E terhadap perubahan jarak dl, maka dimensi E dapat juga disebut:

$$\frac{1N}{C} = \frac{1V}{m}$$

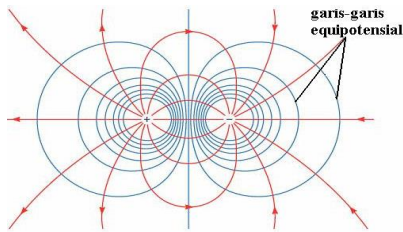
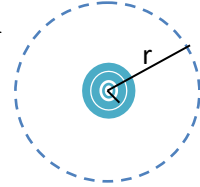
Oleh karenanya maka Beda Potensial (V) = Medan Listrik (E) x Jarak (L)
Satuan V = (V/m).(m)

1. Potensial Listrik Akibat satu muatan titik

Sebuah titik yang terletak di dalam medan listrik akan memiliki potensial listrik. Potensial listrik yang dimiliki titik tersebut besarnya ditentukan oleh:

$$V = k \frac{Q}{r}, \quad \text{karena } E = k \frac{Q}{r^2}, \text{ maka } V = E \times r.$$

Dari rumus di atas terlihat bahwa titik-titik di permukaan bola berjari-jari r (lihat gambar), potensialnya sama. Dari sini dapat disimpulkan bahwa bidang ekuipotensial (bidang dimana titik-titik di dalamnya mempunyai potensial sama) suatu muatan titik terletak permukaan-permukaan bola konsentris dengan muatan titik sebagai pusat bola.



Gambar di samping melukiskan bidang ekuipotensial akibat sebuah muatan dan sebuah konduktor netral yang diletakkan di dekatnya. Perhatikan bahwa muatan konduktor hanya tersebar di permukaan saja. Di dalam konduktor muatannya nol.

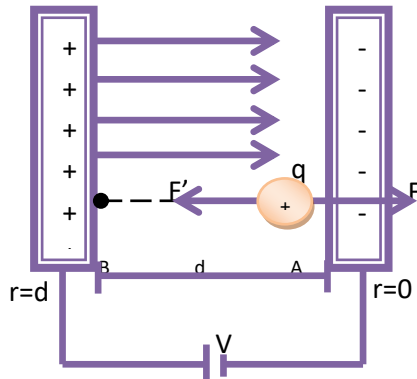
2. Potensial Listrik Akibat beberapa muatan

Apabila terdapat beberapa muatan listrik maka potensial listrik pada suatu titik merupakan jumlah aljabar potensialnya terhadap tiap-tiap muatan. Misalnya jika kita mempunyai tiga buah muatan yaitu q_1 , q_2 , q_3 , maka potensial listrik di titik yang berjarak r_1 , r_2 , r_3 dari ketiga muatan tersebut adalah :

$$V = k \frac{q_1}{r_1} + k \frac{q_2}{r_2} + k \frac{q_3}{r_3} \dots \dots \dots \text{Potensial listrik akibat beberapa}$$

muatan.

3. Potensial Listrik Pada Dua Keping Sejajar



Gambar: Dua keping sejajar yang terpisah pada jarak d diberi muatan yang sama dan berlawanan tanda oleh baterai dengan beda potensial V

Konduktor dua keping sejajar adalah dua keping logam sejajar yang dihubungkan dengan sebuah baterai sehingga kedua keping mendapatkan muatan yang sama tetapi berlawanan tanda. Bentuk keping sejajar seperti ini disebut kapasitor. Di antara dua keping akan dihasilkan medan listrik yang serba sama dengan arah dari keping positif ke keping negatif. Medan listrik yang serba sama

seperti ini disebut medan listrik homogen.

Pada muatan positif q bekerja gaya listrik $F = qE$ yang arahnya ke kanan. Untuk memindahkan muatan positif q dari A ke B (ke kiri) kita harus melakukan gaya F' yang melawan gaya F , tetapi besar gaya F' sama dengan besar F ($F'=F$). Usaha luar yang dilakukan untuk memindahkan muatan q dari A ke B adalah:

$$W_{AB} = F'd \text{ dengan } F' = F = qE$$

Usaha luar W_{AB} haruslah sama dengan ΔEP_{AB} ,

$$\begin{aligned} W_{AB} &= \Delta EP_{AB} = q\Delta V_{AB} = q(V_B - V_A) \text{ dengan } V_B - V_A \\ &= \Delta V_{AB} \text{ (tegangan baterai)} \end{aligned}$$

$$W_{AB} = q\Delta V_{AB}$$

$$\text{Karena } q\Delta V_{AB} = qEd$$

$$\text{maka } \Delta V_{AB} = Ed$$

$$\text{atau } E = \frac{\Delta V_{AB}}{d}$$

4. Formulasi Energi Potensial Listrik

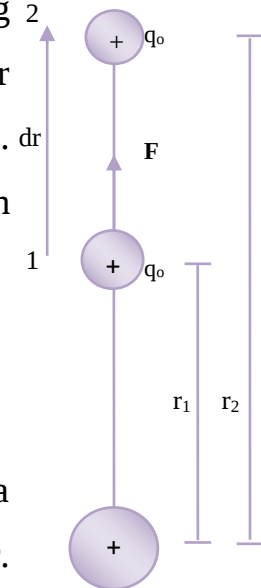
Gambar disamping menunjukkan muatan uji q_0 yang mula-mula berada di titik 1, dengan jarak r_1 dari muatan sumber q , berpindah ke titik 2, dengan jarak r_2 dari muatan sumber q . Gaya Coulomb yang bekerja pada muatan uji q_0 dirumuskan oleh:

$$F = \frac{kq_0q}{r^2}$$

Jika muatan q_0 dan q dipindahkan searah dengan arah gaya F yang bekerja pada q_0 dan searah dengan arah perpindahan dr . Dengan demikian, usaha yang dilakukan oleh gaya Coulomb F untuk perpindahan dr searah dari titik 1 ke titik 2 dapat dihitung dengan menggunakan integral.

$$W_{12} = \int_{r_1}^{r_2} F dr \cos \theta = \int_{r_1}^{r_2} F dr \text{ karena } \theta = 0, \text{ maka}$$

$$W_{12} = \int_{r_1}^{r_2} F = \frac{kq_0q}{r^2} dr$$



Gambar : Muatan uji q_0 berpindah dari titik 1 ke titik 2

Karena k , q_0 , dan q tak bergantung pada variable integral r , maka dapat dikeluarkan dari tanda integral; sedangkan $\frac{1}{r^2} = r^{-2}$, sehingga

$$W_{12} = kq_0q \int_{r_1}^{r_2} r^{-2} dr = kq_0q \left(\frac{r^{-2+1}}{-2+1} \right)_{r_1}^{r_2} = kq_0q \left(\frac{r^{-1}}{-1} \right)_{r_1}^{r_2} = -kq_0q \left(\frac{1}{r} \right)_{r_1}^{r_2}$$

$$W_{12} = -kq_0q \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) = - \int_1^2 F \cdot ds$$

Sebagaimana halnya medan gaya gravitasi, medan gaya Coulomb juga merupakan medan gaya konseraktif. Gerak partikel bermuatan q dalam ruang bermedan listrik dapat dianalogikan dengan gerak partikel bermassa m dalam medan gravitasi dekat permukaan bumi. Karena gaya Coulomb termasuk gaya konservatif, sehingga memenuhi persamaan:

$$\Delta EP_{12} = EP_2 - EP_1 = -W_{12}$$

Jika W_{12} pada ruas kanan kita substitusikan ke dalam persamaan ini, maka kita peroleh:

$$\Delta EP_{12} = EP_2 - EP_1 = kq_0q \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

Persamaan di atas tidak mendefinisikan energi potensial listrik. Untuk mendapatkan definisi potensial listrik, kita anggap r_1 tak berhingga, dan kita definisikan $EP_1 = 0$. Dengan menggunakan persamaan di atas kita peroleh definisi energi potensial sistem dua muatan ini.

$$EP_2 - EP_1 = kq_0q \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

$$EP_2 - 0 = kq_0q \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$EP_2 = k \frac{q_0q}{r_2}$$

Atau rumus energi potensial secara umum yaitu:

$$EP = k \frac{q_0q}{r}$$

Rumus energi potensial di atas mendefinisikan energi potensial dari sistem dua muatan q dan q_0 yang berjarak r sebagai usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan penguji q_0 dari titik tak berhingga ke titik yang berjarak r dari muatan q .

Dalam bentuk integral rumus energi potensial dapat ditulis,

$$EP = -q_0 \int_{\infty}^{r_2} E \cdot ds \quad \text{karena} \quad \Delta EP = - \int_1^2 F \cdot ds$$

Contoh Soal:

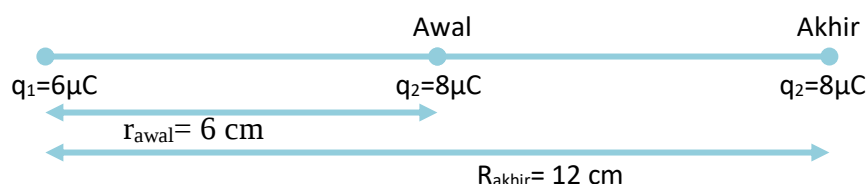
1. Dua buah muatan $q_1=6\mu\text{C}$ dan $q_2=8\mu\text{C}$ berada pada titik A dan B yang berjarak 6 cm. Jika jaraknya dibuat menjadi 12 cm, hitunglah energi potensialnya terhadap kedudukan awal...?

Solusi:

Dik: $q_1=6\mu\text{C}$ dan $q_2=8\mu\text{C}$

$r_1=6\text{cm}$ dan $r_2=12\text{cm}$

Dit: Hitung perubahan energi potensial terhadap kedudukan awal....?



$$\Delta EP_{12} = EP_2 - EP_1 = kq_1q_2 \left(\frac{1}{r_{akhir}} - \frac{1}{r_{awal}} \right)$$

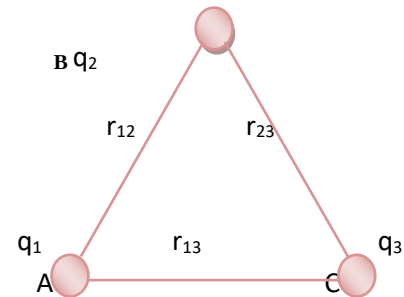
$$\Delta EP_{12} = (9 \times 10^9)(6 \times 10^{-6})(8 \times 10^{-6}) \left(\frac{1}{12 \times 10^{-2}} - \frac{1}{8 \times 10^{-2}} \right)$$

$$\Delta EP_{12} = (432 \times 10^{-3}) \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{8} \right) \times 10^2 = -1,35 \text{ Joule}$$

Tanda negatif menyatakan bahwa energi potensialnya berkurang.

5. Energi Potensial Dari Beberapa Muatan

Anggap ada tiga muatan yang diletakkan seperti pada gambar. Energi potensial merupakan besaran scalar, sehingga energi potensial dari sistem 3 muatan merupakan penjumlahan skalar dari energi potensial tiap dua muatan dalam sistem ini.



$$Ep = k \left(\frac{q_1q_2}{r_{12}} + \frac{q_1q_3}{r_{13}} + \frac{q_2q_3}{r_{23}} \right)$$

Rumus di atas dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

Untuk mudahnya anggap semua muatan positif. Anggap mula-mula diruang tempat titik A, B dan C tidak ada muatan. Bawa muatan q_1 dari titik tak terhingga ke titik A. Disini tidak diperlukan usaha, karena tidak ada gaya yang bekerja. Bawa

muatan q_2 dari titik tak terhingga ke titik B. Selama perjalanan, muatan q_1 akan menolak muatan q_2 sehingga harus melakukan usaha untuk memindahkan muatan q_2 ini agar tiba di titik B. Usaha yang dilakukan ini diterima oleh sistem dan diubah menjadi energi potensial sistem sehingga **energi potensial sistem** naik menjadi $k \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$. Selanjutnya bawa muatan q_3 dari titik tak berhingga ke titik C. Selama perjalanan muatan q_3 ini akan mengalami gaya tolak dari muatan q_1 dan q_2 sehingga harus memberikan gaya yang lebih besar (usaha lebih besar) untuk membawa muatan ini ke titik C. Usaha yang dilakukan ini kembali akan diubah menjadi energi potensial sistem, dalam hal ini sistem menerima tambahan energi potensial sebesar: $k \frac{q_1 q_3}{r_{13}}$ dan $k \frac{q_3 q_2}{r_{23}}$. Sehingga total energi potensial sistem adalah seperti pada persamaan di atas.

6. Beda Potensial Listrik

Perbedaan potensial (beda potensial - tegangan listrik) adalah perbedaan jumlah elektron yang berada dalam suatu materi. Di satu sisi materi terdapat elektron yang bertumpuk sedangkan di sisi yang lain terdapat jumlah elektron yang sedikit. Hal ini terjadi karena adanya gaya magnet yang memengaruhi materi tersebut. Dengan kata lain, materi tersebut menjadi bertegangan listrik.

Jika materi tersebut disentuh oleh materi yang dapat menghantarkan listrik maka aliran elektron tersebut akan mengalir melalui materi yang menyentuhnya. Jika manusia menyentuh materi yang memiliki beda potensial tersebut maka manusia tersebut akan teraliri listrik pada tubuhnya (tersetrum). Besarnya efek dari aliran listrik tersebut tergantung dari besarnya perbedaan elektron yang terkumpul di suatu materi (beda potensial).

1. Beda Potensial Listrik Dalam Medan Uniform

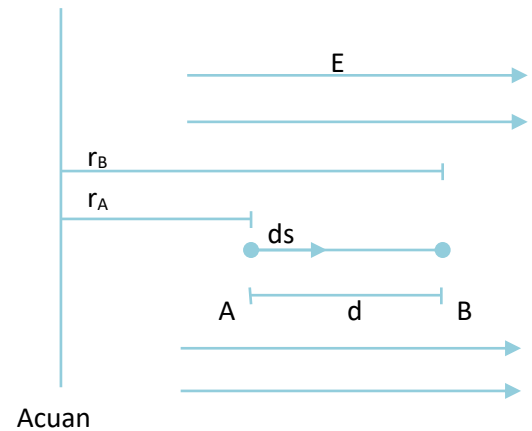
Pada gambar disamping menunjukkan titik A dan B dipengaruhi oleh medan listrik homogen. Dalam keadaan ini kita dapat menentukan berapa beda potensial kedua titik tersebut dengan menggunakan rumus

$$V_B - V_A = \frac{(Ep)_B - (Ep)_A}{q_0}$$

$$V_B - V_A = - \int_{\infty}^{r_B} E \cdot ds + \int_{\infty}^{r_A} E \cdot ds = - \int_{r_A}^{r_B} E \cdot ds$$

$$V_B - V_A = - \int_{r_A}^{r_B} E \cdot dx \cos 0^\circ = -E \int_{r_A}^{r_B} dx = -E(r_B - r_A)$$

$$\text{atau } \Delta V = -Ed$$



Catatan : Disini beda potensial ΔV didefinisikan sebagai selisih potensial akhir dengan potensial awal.

Agar terjadi aliran muatan (arus listrik) dalam suatu rangkaian tertutup, maka haruslah ada beda potensial/beda tegangan di kedua ujung rangkaian. Beda potensial listrik adalah energi tiap satu satuan muatan. Dua buah benda bermuatan listrik yang terletak berdekatan akan mengalami gaya listrik di antara keduanya. Suatu usaha diperlukan untuk memindahkan (atau menggeser) salah satu muatan dari posisinya semula. Karena usaha merupakan perubahan energi, maka besar usaha yang diperlukan sama dengan besar energi yang dikeluarkan. energi dari muatan listrik disebut energi potensial listrik. Beda potensial dari suatu muatan

listrik di suatu titik di sekitar muatan tersebut dinyatakan sebagai **potensial mutlak** atau biasa disebut **potensial listrik** saja.

7. Prinsip kerja Potensial Listrik

Suatu muatan uji hanya dapat berpindah dari satu posisi ke posisi lain yang memiliki perbedaan potensial listrik sebagaimana benda jatuh dari tempat yang memiliki perbedaan ketinggian. Besaran yang menyatakan perbedaan potensial listrik adalah beda potensial. Beda potensial dari sebuah muatan uji q' yang dipindahkan ke jarak tak berhingga dengan usaha W adalah

Dimana V adalah potensial listrik dengan satuan volt (V). Beda potensial dari suatu muatan listrik di suatu titik di sekitar muatan tersebut dinyatakan sebagai **potensial mutlak** atau biasa disebut **potensial listrik** saja. Potensial listrik dari suatu muatan listrik q di suatu titik berjarak r dari muatan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut

Dari persamaan di atas tampak bahwa potensial listrik dapat dinyatakan dalam bentuk kuat medan listrik, yaitu

$$V = E r$$

Berbeda dengan gaya listrik dan kuat medan listrik, potensial listrik merupakan besaran skalar yang tidak memiliki arah. Potensial listrik yang ditimbulkan oleh beberapa muatan sumber dihitung menggunakan penjumlahan aljabar. Untuk n muatan, potensial listriknya dituliskan sebagai berikut.

Catatan: tanda (+) dan (-) dari muatan perlu diperhitungkan dalam perhitungan potensial listrik.

BAB III

KESIMPULAN

Dari analisa dan pembahasan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa potensial listrik adalah beda potensial dari suatu muatan listrik di suatu titik di sekitar muatan sehingga membentuk perputaran muatan listrik dari positif ke negatif, potensial listrik disebut juga tegangan listrik, dimana

Kapasitor adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan dan energi listrik dengan kapasitas kapasitansinya adalah .

Dengan begitu hubungan antara potensial listrik dengan kapasitor adalah kapasitor digunakan untuk menyimpan muatan dimana muatan itu sendiri bergerak, dan muatan itu disebut potensial listrik. Tanpa potensial listrik suatu rangkaian tertutup tidak akan bekerja karena tidak ada listrik yang bergerak.

DAFTAR PUSTAKA

Konsep dan Pengertian Arus dan Tegangan pada Rangkaian Listrik - Elang Sakti

<http://www.elangsakti.com/2013/03/konsep-dan-pengertian-arus-dan-tegangan.html>

fisikaunram08: Laporan Praktikum Fisdas II

<http://fisikaunram08.blogspot.com/2010/05/laporan-praktikum-fisdas-ii.html>

Tegangan dan Gaya Gerak Listrik | Fisikanesia

<http://fisikanesia.blogspot.com/2013/04/tegangan-dan-gaya-gerak-listrik.html>