

## DESKRIPSI FISIKA DASAR II

=====

**Interaksi elektrostatik** meliputi sifat-sifat muatan listrik, hukum Coulomb, medan listrik baik di sekitar sebaran muatan titik maupun kontinyu, hukum Gauss dan potensial listrik.

**Kapasitor dan dielektrik** yang meliputi pengertian kapasitor, kombinasi rangkaian kapasitor baik secara seri maupun parallel dan pengaruh bahan dielektrik terhadap kapasitor.

**Arus listrik dan rangkaian arus searah** yang meliputi definisi arus listrik dan mekanisme penyaluran arus listrik di dalam konduktor, hambatan dan hukum Ohm, energi listrik dan daya listrik, kombinasi rangkaian hambatan baik seri maupun parallel, analisis rangkaian (termasuk rangkaian RC) yang dialiri arus searah dengan menggunakan hukum Kirchhoff, serta alat-alat ukur listrik seperti galvanometer, ammeter, voltmeter, jembatan Wheatstone dan potensiometer.

**Medan magnet dan sumber-sumber medan magnet** yang meliputi sifat-sifat medan magnet, gaya interaksi antara muatan listrik yang bergerak dengan medan magnet, gaya interaksi antara arus listrik dengan medan magnet (gaya Lorentz), medan magnet yang ditimbulkan oleh muatan yang bergerak dan arus listrik (Hukum Biot-Savart), Hukum Ampere, pengertian fluks magnet dan Hukum Ampere-Maxwell.

**Induksi magnetik** yang meliputi Hukum Faraday, GGL Induksi, rangkaian RL, Hukum Lenz, Induktansi diri, induktansi timbal balik dan energi yang tersimpan di dalam medan magnet.

**Arus bolak-balik** yang meliputi pengertian arus dan tegangan bolak-balik dan diagram fasor, reaktansi kapasitif, reaktansi induktif, impedansi, analisis rangkaian RLC, daya listrik dan frekwensi resonansi.

**Adapun buku acuan yang dipakai pada matakuliah ini adalah :**

- Drs. Soeharto, Fisika Dasar II, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992.
- Halliday, Resnick dan Crane, **Physics** Vol II Extended , 4<sup>th</sup> Ed, John Wiley & Sons, Inc, New York 1992  
(Atau terjemahan edisi sebelumnya oleh Pantur Silaban dan Erwin Sucipto, Penerbit Erlangga)
- Giancoli, Douglas C., **Physics for Scientists and Engineers**, 2<sup>nd</sup> Ed, Prentice Hall, 1988, New Jersey.

## HUKUM COULOMB DAN MEDAN LISTRIK

Interaksi elektromagnetik yang terjadi antara benda bermuatan merupakan salah satu gaya fundamental yang terdapat di alam. Interaksi elektrostatik antara dua partikel bermuatan dinyatakan dengan Hukum Coulomb. Untuk menguraikan interaksi tersebut perlu dipahami sifat-sifat benda bermuatan dan konsep medan listrik. Untuk mempermudah pemahaman medan listrik diabstraksikan dengan garis gaya listrik. Pada pembicaraan mengenai interaksi antara benda bermuatan dibatasi untuk benda-benda yang dapat dipandang sebagai partikel.

Berikut ini adalah topik-topik yang dipelajari dan beberapa hal yang harus dikuasai setelah mempelajari tiap-tiap topik.

- **Sifat-sifat muatan listrik :**

Anda diharapkan dapat menjelaskan jenis muatan, menjelaskan interaksi antar muatan dan menjelaskan kwantisasi muatan

- **Konduktor dan isolator :**

Anda diharapkan dapat menjelaskan sifat-sifat kelistrikan bahan, membedakan jenis bahan berdasarkan sifat kelistrikannya dan menjelaskan proses induksi muatan pada bahan.

- **Hukum Coulomb :**

Anda diharapkan dapat menentukan gaya interaksi antara dua muatan dan menjelaskan batas-batas keberlakuan [Hukum Coulomb](#)

- **Prinsip superposisi :**

Anda diharapkan dapat menjelaskan prinsip superposisi dan menerapkan [prinsip susperposisi untuk menetapkan gaya Coulomb](#) pada sebuah muatan.

- **Definisi medan listrik :**

Anda diharapkan dapat menjelaskan konsep [medan listrik](#) dan menjelaskan pengertian [muatan uji](#).

- **Medan listrik di sekitar sistem muatan titik :**

Anda diharapkan dapat menjelaskan pengertian sistem muatan titik dan menerapkan [prinsip superposisi untuk menentukan medan listrik](#)

- **Medan listrik di sekitar sistem muatan kontinyu :**

Anda diharapkan dapat menjelaskan pengertian sistem muatan kontinyu, menjelaskan prosedur penentuan [medan listrik di sekitas muatan kontinyu](#) dan

menjelaskan contoh penentuan medan listrik di sekitar muatan yang tersebar sepanjang garis lurus.

- **Garis gaya listrik :**

Anda diharapkan dapat menjelaskan konsep garis gaya listrik, melukiskan garis gaya listrik di sekitar muatan dan menjelaskan sifat-sifat garis gaya listrik

## HUKUM GAUSS

Hukum Gauss merupakan cara alternatif untuk menentukan medan listrik. Formulasi Hukum Gauss didasarkan pada suatu kenyataan bahwa gaya elektrostatik berbanding terbalik dengan kwadrat jarak. Penerapan hukum Gauss terutama adalah untuk muatan yang terdistribusi secara simetris.

Berikut ini adalah topik-topik yang dipelajari dan beberapa hal yang harus dikuasai setelah mempelajari tiap-tiap topik.

- **Fluks medan listrik** : Diharapkan anda dapat menjelaskan definisi fluks medan listrik dan menentukan fluks medan listrik pada suatu permukaan.

- **Hukum Gauss** : Diharapkan anda dapat menjelaskan fluks medan listrik pada permukaan tertutup yang didalamnya terdapat sebuah muatan positif, menjelaskan perumusan Hukum Gauss dan menjelaskan pengertian permukaan gauss.

- **Penerapan Hukum Gauss** : Diharapkan anda dapat menentukan medan listrik di sekitar muatan garis tak berhingga panjang, menentukan medan listrik di dalam dan di luar bola isolator yang terdapat sebaran muatan homogen di dalamnya dan menentukan medan listrik di dalam dan di luar bola konduktor bermuatan.

- **Konduktor dalam kesetimbangan elektrostatik** : Diharapkan anda dapat menjelaskan pengertian kesetimbangan elektrostatik, menjelaskan sifat-sifat konduktor dalam kesetimbangan elektrostatik

## POTENSIAL LISTRIK

Hukum Coulomb digunakan untuk mengupas interaksi elektrostatik. Dalam persoalan itu kita berhadapan dengan vektor gaya dan vektor medan listrik sehingga dalam berbagai perhitungan diperlukan pejumlahan dan pengintegralan vektor yang ternyata tidak sederhana. Misalnya dalam menyelesaikan kasus medan listrik yang ditimbulkan oleh sebaran muatan kontinu perlu diperhitungkan arah medan listrik oleh tiap-tiap elemen muatan.

Pada topik ini digunakan konsep energi untuk menjelaskan interaksi elektrostatika. Energi merupakan besaran skalar sehingga dalam perhitungannya menjadi lebih sederhana karena tidak perlu mempertimbangkan arah. Bertolak dari definisi **energi potensial listrik** dikembangkan lebih luas ke suatu pengertian **medan skalar** yang bersumber dari sebaran muatan dan kemudian diperkenalkan konsep **potensial listrik**. Perhitungan potensial listrik dilakukan untuk sebaran muatan diskrit maupun kontinyu. Ditunjukkan pula bahwa keberadaan medan listrik dan potensial listrik sangat erat kaitannya satu sama lain, yaitu jika salah satu diketahui maka dapat ditentukan yang lainnya.

Berikut ini adalah topik-topik yang dipelajari dan beberapa hal yang harus dikuasai setelah mempelajari tiap-tiap topik.

- **Beda potensial dan potensial listrik**

- ~ Menjelaskan usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan uji di dalam medan listrik
- ~ Menjelaskan prinsip usaha-energi pada muatan yang bergerak di dalam medan listrik
- ~ Menentukan perubahan **energi potensial** yang dialami oleh muatan uji yang bergerak di dalam medan listrik
- ~ Mendefinisikan beda potensial antara dua titik di dalam medan listrik
- ~ Menjelaskan pengertian titik acuan potensial listrik
- ~ Menentukan potensial listrik di suatu titik di dalam medan listrik
- ~ Menjelaskan definisi volt sebagai satuan potensial listrik
- Menjelaskan definisi elektron volt.

- **Beda potensial di dalam medan listrik homogen**

- ~ Menentukan beda potensial antara dua titik di dalam medan listrik homogen
- ~ Menentukan perubahan energi potensial muatan uji yang bergerak di dalam medan listrik homogen
- Menjelaskan pengertian permukaan ekuipotensial

- **Potensial dan energi potensial yang ditimbulkan oleh muatan titik**

- ~ Menentukan beda potensial antara dua titik di sekitar sebuah muatan titik
- ~ Menentukan potensial pada sebuah titik di sekitar muatan titik
- ~ Menerapkan prinsip superposisi untuk menentukan potensial pada sebuah titik di sekitar sebaran beberapa muatan titik
- Menentukan energi potensial sistem muatan titik

- **Potensial listrik di sekitar muatan kontinyu**

- ~ Menjelaskan prosedur perhitungan potensial titik di sekitar sebaran muatan kontinyu
- ~ Menjelaskan beberapa contoh soal tentang perhitungan potensial listrik di sekitar muatan kontinyu (*sebaran muatan merata pada cincin, bidang lingkaran, garis lurus dan bola pejal*)
- ~ Menjelaskan potensial listrik di dalam dan di luar konduktor

## KAPASITOR DAN DIELEKTRIK

**Kapasitor** biasanya digunakan di berbagai rangkaian listrik, misalnya untuk menyetel frekwensi pada pesawat penerima radio, sebagai penyaring (filter) sumber daya, untuk memicu pengapian pada mesin mobil, untuk penyimpanan energi pada lampu kamera (blitz), dll. Pada dasarnya kapasitor terdiri atas dua buah konduktor yang dipisahkan oleh isolator. Pada bab ini ditunjukkan bahwa **kapasitansi** suatu kapasitor ditentukan oleh geometrinya dan bahan yang memisahkan konduktor bermuatan yang disebut **dielektrik**.

Berikut ini adalah topik-topik yang dipelajari dan beberapa hal yang harus dikuasai setelah mempelajari tiap-tiap topik.

- **Definisi kapasitansi**

- ~ Menjelaskan definisi kapasitansi
- Menjelaskan definisi satuan kapasitansi (farad)

- **Perhitungan kapasitansi**

- ~ Menjabarkan rumus kapasitansi untuk **kapasitor lempeng sejajar, silindris dan spheris**
- Rangkaian kombinasi beberapa kapasitor
- ~ Menjelaskan karakteristik kapasitor yang dirangkai secara seri atau paralel
- ~ Menjabarkan rumus kapasitansi pengganti untuk beberapa kapasitor yang dirangkai secara **seri** atau **paralel**
- Menentukan kapasitansi suatu rangkaian kapasitor

- **Energi yang tersimpan di dalam kapasitor**

- ~ Menjelaskan usaha yang diperlukan untuk memberi muatan kapasitor
- ~ Menentukan energi yang tersimpan di dalam kapasitor
- Menjelaskan pengertian **rapat energi di dalam medan listrik statik**

- **Kapasitor dan dielektrik**

- ~ Menjelaskan pengertian [bahan dielektrik](#)

- ~ Menjelaskan [pengaruh bahan dielektrik pada kapasitor](#)
- ~ Menentukan kapasitansi kapasitor setelah disisipi dielektrik

## **ARUS LISTRIK**

Jika muatan listrik di dalam bahan bergerak maka akan terjadi aliran muatan. Arus listrik merupakan besaran fisika yang menyatakan laju aliran muatan yang melewati suatu daerah di dalam ruang. Sebagian besar penerapan kelistrikan dalam kehidupan sehari-hari berkaitan dengan arus listrik, misalnya untuk memanaskan filamen pada lampu sehingga mengeluarkan cahaya, untuk memanaskan filamen setrika, untuk menggerakkan motor pada ketika mobil distarter, dll.

Pada topik ini didiskusikan pengertian arus listrik dan factor-faktor yang mempengaruhi aliran tersebut, superkonduktivitas dan pengertian energi listrik. Berikut ini adalah topik-topik yang dipelajari dan beberapa hal yang harus dikuasai setelah mempelajari tiap-tiap topik.

### • **Arus listrik**

- ~ Menjelaskan pengertian arus rata-rata dan arus sesaat
- ~ Menjelaskan definisi satuan arus listrik dalam SI (ampere)
- Menjelaskan mekanisme penjalaran arus listrik di dalam konduktor

### • **Hambatan dan Hukum Ohm**

- ~ Menjelaskan pengertian rapat arus
- ~ Menjelaskan Hukum Ohm
- ~ Menjelaskan definisi satuan hambatan dalam SI (ohm)
- Menentukan hambatan suatu penghantar

### • **Resistivitas konduktor**

- ~ Menjelaskan resistivitas suatu bahan
- ~ Menjelaskan pengaruh suhu pada resistivitas bahan
- Menentukan perubahan hambatan karena perubahan suhu

### • **Energi listrik dan daya**

- ~ Mendefinisikan daya listrik
- ~ Menentukan daya listrik pada rangkaian sederhana
- ~ Menjelaskan disipasi panas dan arti pentingnya

## RANGKAIAN ARUS SEARAH

Topik ini berkenaan dengan analisa suatu rangkaian yang terdiri atas baterai, resistor dengan berbagai kombinasi. Untuk menyederhanakan analisa digunakan hokum Kirchhoff, yang pada dasarnya merupakan hukum-hukum kekekalan energi dan kekekalan muatan. Dalam menganalisa suatu rangkaian diasumsikan arus listrik yang mengalir dalam keadaan ajeg (steady state), yaitu besar dan arah alirannya setiap saat konstan. Pada diskusi ini juga dibicarakan rangkaian yang terdiri atas resistor dan kapasitor dengan arus yang berubah dengan waktu. Kemudian juga didiskusikan beberapa peralatan listrik yang biasa digunakan untuk mengukur arus, beda potensial, resistansi dan GGL.

Berikut ini adalah topik-topik yang dipelajari dan beberapa hal yang harus dikuasai setelah mempelajari tiap-tiap topik.

### • Gaya Gerak Listrik

- ~ Menjelaskan pengertian "hambatan dalam" suatu sumber tegangan
- ~ Menjelaskan perbedaan gaya gerak listrik (ggl) dengan tegangan jepit suatu sumber tagangan
- Menentukan tegangan jepit suatu sumber tegangan dalam rangkaian terbuka, tertutup dan terhubung pendek

### • Hambatan dalam rangkaian seri dan paralel

- ~ Menjelaskan penjabaran rumus hambatan pengganti untuk resistor yang dirangkai seri atau paralel
- Menentukan hambatan pengganti kombinasi rangkaian seri-paralel beberapa resistor

### • Hukum-hukum Kirchhoff

- ~ Menjelaskan prinsip-prinsip dasar Hukum Kirchhoff
- Menerapkan hukum Kirchhoff untuk menganalisa rangkaian listrik

### • Rangkaian RC

- ~ Menjelaskan proses pemuatan dan pengosongan kapasitor melalui suatu hambatan
- Menentukan arus dan tegangan pada suatu saat selama proses pengisian/pengosongan muatan kapasitor

### • Alat-alat ukur listrik

- ~ Menjelaskan prinsip kerja Galvanometer

- ~ Menjelaskan bagaimana galvanometer digunakan sebagai ammeter dan voltmeter
- ~ Menjelaskan bagaimana batas ukur ammeter dan voltmeter diubah
- Menjelaskan teknis penyambungan ammeter dan voltmeter dalam suatu rangkaian

## **HUKUM COULOMB DAN MEDAN LISTRIK**

### **Satuan**

Ketika melakukan perhitungan yang menyangkut penggunaan konstanta Coulomb  $k$  yang terdapat pada Hukum Coulomb, muatan harus dalam coulomb dan jarak dalam meter. Jika besaran tersebut dinyatakan dalam satuan yang lain, anda harus mengkonversinya ke satuan tersebut.

### **Penerapan Hukum Coulomb pada Muatan Titik**

Perlu diingat bahwa apabila berhadapan dengan sekelompok muatan yang berinteraksi anda harus menggunakan [prinsip superposisi](#) sebaik-baiknya. Apabila terdapat beberapa muatan, resultan gaya pada salah satu muatan adalah jumlah vektor dari gaya-gaya yang ditimbulkan oleh masing-masing muatan yang lain. Dengan demikian harus dihitung dahulu gaya interaksi antara muatan tersebut dengan muatan yang lain secara individual, kemudian anda harus paham betul bagaimana menjumlahkan gaya-gaya tersebut secara vektor.

### **Menghitung Medan Listrik di Sekitar Muatan-muatan Titik**

Ingat bahwa [prinsip superposisi](#) juga berlaku untuk medan listrik, yang juga merupakan besaran vektor. Untuk menentukan medan listrik total pada sebuah titik, mula-mula hitunglah medan listrik yang ditimbulkan oleh setiap muatan secara individu. Medan listrik total pada titik tersebut adalah jumlah vektor medan listrik dari tiap muatan.

### **Muatan Tersebar (terdistribusi) Secara Kontinyu**

Apabila berhadapan dengan persoalan yang menyangkut [muatan yang tersebar secara kontinyu](#), penjumlahan vektor untuk menentukan medan listrik total harus diganti dengan integral vektor. Distribusi muatan tersebut dipotong-potong menjadi bagian yang kecil-kecil, kemudian penjumlahan vektor dilakukan dengan mengintegalkannya untuk seluruh muatan.

### **Simetri**

Mengenai persoalan baik yang menyangkut sebaran muatan titik ataupun muatan yang tersebar secara kontinyu, anda harus memperhatikan adanya simetri dari sistem agar penyelesaiannya menjadi lebih sederhana.



### □ **Gerak Partikel Bermuatan di Dalam Medan Listrik Homogen**

Partikel bermuatan yang berada di dalam medan listrik homogen mengalami percepatan  $\mathbf{a} = q\mathbf{E}/m$  (sejajar dengan arah medan). Dengan demikian gerak partikel tersebut bergantung pada arah kecepatan ketika masuk ke dalam medan listrik. Apabila ketika masuk medan listrik kecepatan partikel sejajar dengan arah medan, partikel tersebut mengalami gerak lurus berubah beraturan. Sedangkan untuk partikel yang masuk secara tegak lurus medan akan mengalami gerak parabola.

### □ **Contoh-contoh Soal dan Penyelesaian**

Resultan Gaya : Menerapkan Hukum Coulomb untuk menetapkan resultan gaya pada sebuah muatan oleh dua muatan yang lain. Ingat bahwa resultan gaya merupakan penjumlahan vektor.

Atom Hidrogen : Anda tahu bedanya medan listrik dan medan gravitasi kan ? Di sini anda bisa membandingkan besar gaya listrik dan gaya gravitasi antara elektron dan proton pada atom hidrogen dengan menentukan rasio antara keduanya.

Medan Listrik oleh Dipole Listrik : Tahukah anda apakah dipole listrik itu ? Dipole listrik banyak berperan di dalam bahan dielektrik. Pada contoh ini ditunjukkan bagaimana medan listrik pada sumbu dipole.

Medan Listrik oleh Tiga Muatan Titik : Di sini anda dapat belajar menerapkan prinsip superposisi untuk menentukan medan listrik pada suatu titik oleh beberapa muatan titik, dalam hal ini tiga. Perhatikan bahwa medan listrik adalah besaran vektor sehingga superposisinya merupakan jumlahan vektor.

Medan Listrik oleh Muatan yang Tersebar Merata pada Garis Lurus : Contoh bagaimana menerapkan prinsip superposisi untuk sebaran muatan kontinyu.

## **HUKUM GAUSS**

Hukum Gauss memberikan kemudahan dalam menyelesaikan soal-soal yang memiliki derajat kesimetrisan yang cukup tinggi. Pada bab ini anda berhadapan dengan tiga macam simetri, yaitu simetri bidang, simetri silinder dan simetri bola. Berikut ini adalah prosedur penerapan Hukum Gauss :

Pilih permukaan gauss yang memiliki simetri yang sama dengan distribusi muatan. Untuk sebuah muatan titik atau distribusi muatan simetri bola, pilihlah permukaan gauss berbentuk bola yang pusatnya berimpit dengan muatan titik tersebut atau pusat muatan bola. Untuk muatan yang tersebar merata sepanjang garis atau pada silinder, permukaan gauss harus berbentuk silinder koaksial dengan muatan sistem muatan tersebut. Perlu diingat bahwa permukaan gauss dipilih sedemikian sehingga besar medan listrik pada seluruh permukaan adalah sama dan arahnya tegak lurus permukaan gauss. Hal ini akan memberi kemudahan dalam

mengevaluasi integral permukaan yang terdapat di ruas kiri pada Hukum Gauss, yang menyatakan fluks listrik total pada seluruh permukaan.

Kemudian evaluasilah bagian kanan dari Hukum Gauss, yaitu menghitung muatan total,  $q_{in}$  yang berada di dalam permukaan gauss. Jika rapat muatan homogen sebagaimana sering dijumpai dalam berbagai kasus, yaitu jika  $\rho$  dan  $\sigma$  konstan, kalikanlah rapat muatan tersebut dengan panjang, luasan atau volume yang dilingkupi oleh permukaan gauss. Akan tetapi bila sebaran muatan tidak merata (tak homogen), harus dilakukan pengintegralan rapat muatan pada seluruh bagian yang dilingkupi oleh permukaan gauss. Misalnya jika muatan tersebar sepanjang garis, pengintegralan dilakukan dengan  $dq = \rho dx$ , yang mana  $dq$  adalah muatan yang terdapat pada elemen panjang  $dx$  dan  $\rho$  adalah muatan persatuan panjang. Untuk muatan bidang pengintegralan dilakukan dengan  $dq = \sigma dA$ , yang mana  $\sigma$  adalah muatan persatuan luas dan  $dA$  adalah elemen luasan. Sedangkan untuk muatan ruang pengintegralan dilakukan dengan  $dq = \rho dV$ , yang mana  $\rho$  adalah muatan persatuan volume dan  $dV$  elemen volume.

Apabila bagian kiri dan bagian kanan hukum Gauss telah dapat dievaluasi, berikutnya dapat ditentukan medan listrik pada permukaan gauss. Sebaliknya jika medan listrik telah diketahui, selanjutnya dapat ditentukan distribusi muatan yang menimbulkan medan listrik.

## POTENSIAL LISTRIK

- Apabila menghadapi masalah potensial listrik satu hal yang harus diingat adalah potensial listrik merupakan besaran skalar, bukan besaran vektor, sehingga tidak perlu risau dengan arah. Dengan demikian dalam menerapkan prinsip superposisi untuk menentukan potensial listrik pada suatu titik yang ditimbulkan oleh sistem muatan titik tinggal menjumlahkan potensial yang ditimbulkan oleh tiap-tiap titik muatan. Namun demikian perlu diperhatikan tandanya. Potensial oleh muatan positif adalah positif sedangkan potensial oleh muatan negatif adalah negatif.
- Mengenai potensial yang penting adalah perubahannya, sehingga dapat dipilih sembarang titik sebagai acuan. Ketika berhadapan dengan muatan titik atau sebaran muatan tertentu, biasanya diambil titik di jauh sekali dari muatan (tak terhingga) sebagai acuan  $V = 0$ . Namun demikian jika sebaran muatan tersebut sampai jauh tak hingga, sebuah titik yang cukup dekat dapat diambil sebagai acuan.
- Potensial listrik pada suatu titik P oleh sebaran muatan kontinu dapat ditentukan dengan membagi sebaran muatan tersebut menjadi elemen-elemen muatan yang sangat kecil  $dq$  terletak sejauh  $r$  dari titik P. Tiap-tiap elemen muatan  $dq$  tersebut kemudian dapat dipandang sebagai sebuah muatan titik

sehingga potensial di titik P oleh elemen muatan tersebut adalah  $dV = k dq/r$ . Potensial total pada titik P diperoleh dengan mengintegrasikan  $dV$  untuk seluruh muatan. Pada beberapa kasus dalam melakukan integrasi perlu menyatakan  $dq$  dalam variabel  $r$ . Untuk menyederhanakan perhitungan integral perlu diperhatikan geometri sebaran muatan.

- Cara lain dapat digunakan untuk menentukan potensial listrik oleh sebaran muatan kontinyu tak hingga adalah dengan menggunakan definisi beda potensial sebagaimana dinyatakan dengan rumus (3.2). Jika  $\mathbf{E}$  diketahui atau dapat ditentukan dengan lebih mudah (misalnya menggunakan Hukum Gauss), maka beda potensial dapat diperoleh dengan melakukan integral garis  $\mathbf{E} \cdot d\mathbf{s}$ .
- Apabila potensial listrik pada sebuah titik diketahui dapat ditentukan medan listrik pada titik itu dengan negatif dari turunan (derivatif) potensial terhadap variabel koordinat.

## KAPASITOR DAN DIELEKTRIK

- Hati-hati dalam memilih satuan. Anda harus konsisten. Untuk menentukan kapasitansi dalam *farad*, perhatikan bahwa jarak dalam *meter* dan nyatakan nilai C dalam SI. Dalam meneliti konsistensi satuan, ingat bahwa satuan medan listrik dapat dinyatakan dengan N/C atau V/m.
- Apabila dua kapasitor atau lebih dirangkai seri, semuanya menyimpan muatan yang sama, tetapi beda potensialnya berbeda-beda. Perhitungan kapasitansi pengganti dilakukan dengan menjumlahkan seper-kapasitansi masing-masing kapasitor. Nilai totalnya selalu lebih kecil dari nilai kapasitor terkecil.
- Apabila dua kapasitor atau lebih dirangkai paralel, beda potensial pada masing-masing kapasitor adalah sama. Muatan pada masing-masing kapasitor sebanding dengan kapasitansinya, sehingga kapasitansi penggantinya merupakan jumlah dari seluruh kapasitansi.
- Penyisipan bahan dielektrik ke dalam kapasitor berakibat meningkatkan kapasitansi dengan faktor  $\kappa$  (konstanta dielektrik) dibanding kapasitor kosong (berisi udara). Ini terjadi karena muatan yang terinduksi pada permukaan dielektrik menurunkan medan listrik di dalam bahan dari  $\mathbf{E}$  menjadi  $\mathbf{E}/\kappa$ .
- Hati-hati dengan soal yang menyangkut penyambungan atau pemutusan baterai pada kapasitor. Perlu diperhatikan apakah terjadi perubahan pada kapasitor atau tidak ketika baterai dihubungkan atau diputuskan. Sepanjang kapasitor tetap tersambung pada baterai, beda potensial pada kapasitor akan selalu tetap (sama dengan tegangan baterai) dan muatannya sebanding dengan kapasitansinya, walaupun kapasitannya dirubah (misalnya dengan menyisipkan bahan dielektrik). Sebaliknya jika sambungan baterai diputuskan

kemudian dilakukan perubahan terhadap kapasitansinya maka muatannya tetap. Dalam hal ini beda potensial pada kapasitor berbanding terbalik dengan kapasitansinya, yaitu  $V = Q/C$ .

## **RANGKAIAN ARUS SEARAH**

- Gambarlah diagram rangkaian dan berilah label dan symbol untuk semua besaran baik yang sudah diketahui maupun belum. Anda harus tetapkan arah arus pada setiap bagian di dalam rangkaian. Ingat bahwa pada setiap percabangan harus ada arus yang masuk dan keluar. Anda jangan khawatir untuk membuat kesalahan dalam memperkirakan arah arus. Jika perkiraan anda terbalik, hasilnya akan negatip tetapi besarnya sama. Walaupun anda bisa menetapkan arah secara sembarangan, namun harus diperhatikan tandanya ketika menerapkannya dalam Hukum Kirchhoff.
- Gunakan Hukum Kirchhoff I untuk setiap percabangan. Di sini anda mendapatkan persamaan yang mencerminkan kerkaitan antara arus listrik yang mengalir pada setiap bagian.
- Kemudian gunakan Hukum Kirchhoff II pada setiap untai tertutup (loop) di dalam rangkaian. Dalam menerapkan hukum ini anda harus benar-benar memperhatikan perubahan potensial setiap melintasi sebuah komponen. Untuk mudahnya berputarlah searah jarum jam pada setiap loop. Jika ketemu ujung baterai berilah tanda perubahan potensial sesuai dengan tanda yang dijumpai, dan jika bertemu dengan resistor berilah tanda sesuai dengan arah arus. Jika anda berjalan searah jarum jam berilah tanda positif, sedang bila berlawanan dengan arah arus berilah tanda negatip.
- Akhirnya anda harus menyelesaikan persamaan-persamaan yang tersusun secara simultan. Setelah anda dapatkan hasilnya, telitilah ulang jawaban tersebut apakah konsisten dengan perkiraan anda, terutama mengenai arah arusnya.