

# M.K. LISTRIK MAGNET

## JOBSHEET 12

---

### MEDAN MAGNETOSTATIKA DALAM BAHAN

---

#### 6.2 MEDAN H

Dari persamaan  $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$ ,  $\mathbf{J}$  menyatakan rapat arus total. Dari (6-10) diperoleh  $\mathbf{J}_m = \nabla \times \mathbf{M}$ . Jadi dapat ditulis bahwa

$$\mathbf{J}_{\text{total}} = \mathbf{J} = \mathbf{J}_f + \mathbf{J}_m \quad (6-21)$$

Dari  $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} = \mu_0 (\mathbf{J}_f + \mathbf{J}_m) = \mu_0 (\mathbf{J}_f + \nabla \times \mathbf{M})$  diperoleh

$$\nabla \times \left( \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} - \mathbf{M} \right) = \mathbf{J}_f \quad (6-22)$$

Dari (6-22) didefinisikan vektor medan  $\mathbf{H}$  sebagai

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} - \mathbf{M} \quad (6-23)$$

Dengan demikian (6-22) menjadi

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}_f \quad (6-24)$$

Vektor  $\mathbf{H}$  disebut medan magnetik atau intensitas magnetik atau medan  $\mathbf{H}$ . Karakteristik utama dari medan  $\mathbf{H}$  adalah bahwa curlnya hanya tergantung pada rapat arus bebas. Satuan untuk  $\mathbf{H}$  adalah ampere/meter.

Komponen tangensial pada permukaan diskontinuitas adalah

$$\hat{n} \times (\mathbf{H}_2 - \mathbf{H}_1) = \mathbf{K}_f \quad (6-25)$$

$$(\mathbf{H}_{2t} - \mathbf{H}_{1t}) = \mathbf{K}_f \times \hat{n} \quad (6-26)$$

Bentuk integral hukum Ampere untuk medan  $\mathbf{H}$  adalah

$$\oint_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{s} = \int_S \mathbf{J}_f \cdot d\mathbf{a} = I_{f_{enc}} \quad (6-27)$$

Dari  $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 = \nabla \cdot [\mu_0 (\mathbf{H} + \mathbf{M})] = \mu_0 (\nabla \cdot \mathbf{H} + \nabla \cdot \mathbf{M})$  diperoleh

$$\nabla \cdot \mathbf{H} = -\nabla \cdot \mathbf{M} \quad (6-28)$$

Ini menunjukkan bahwa  $\mathbf{H}$  dapat memiliki sumber yang bersesuaian dengan arus Amperian dari bahan seperti halnya arus bebas.

Dari komponen normal  $\mathbf{B}$  pada permukaan diskontinuitas  $\hat{n} \cdot (\mathbf{B}_2 - \mathbf{B}_1) = B_{2n} - B_{1n} = 0$  dari (6-23) diperoleh komponen normal dari  $\mathbf{H}$ ,

$$\hat{n} \cdot (\mathbf{H}_2 - \mathbf{H}_1) = -\hat{n} \cdot (\mathbf{M}_2 - \mathbf{M}_1) = 0 \quad (6-29)$$

atau

$$(H_{2n} - H_{1n}) = -(M_{2n} - M_{1n}) = 0 \quad (6-30)$$

### 6.3 BAHAN MAGNETIK HOMOGEN ISOTROPIK LINIER

Untuk bahan magnetic homogen isotropic linier berlaku hubungan

$$\mathbf{M} = \chi_m \mathbf{H} \quad (6-31)$$

Besaran  $\chi_m$  disebut sebagai suseptibilitas magnetik. Besaran  $\chi_m$  ini berharga negatif dan bernilai kecil untuk bahan diamagnetik, berharga positif dan bernilai kecil untuk bahan paramagnetik dan berharga positif dan bernilai besar untuk bahan ferromagnetik. Dari hubungan  $\mathbf{J}_{\text{total}} = \mathbf{J} = \mathbf{J}_f + \mathbf{J}_m$  dan  $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$  diperoleh hubungan

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} = \mu_0 (\mathbf{J}_f + \nabla \times \mathbf{M}) \quad (6-32)$$

Dari (6-32) diperoleh

$$\nabla \times \left( \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} - \mathbf{M} \right) = \mathbf{J}_f \quad (6-33)$$

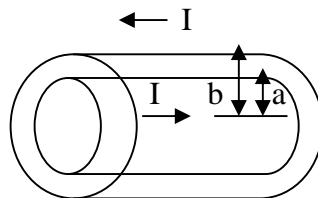
Persamaan (6-33) sama dengan persamaan (6-22), yang menghasilkan persamaan (6-24). Dari persamaan (6-23) dan (6-31) diperoleh hubungan antara vektor  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{H}$  dan  $\mathbf{M}$  sebagai berikut,

$$\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H} + \mu_0 \mathbf{M} = \mu_0 (1 + \chi_m) \mathbf{H} = K_m \mu_0 \mathbf{H} = \mu \mathbf{H} \quad (6-34)$$

Besaran  $K_m$  dan  $\mu$  masing-masing disebut permeabilitas magnetik relatif dan permeabilitas dari bahan magnetik.

**Jawablah pertanyaan berikut ini bersama kelompokmu. Gunakan referensi yang relevan.**

- 6.6 Tentukan  $H$  yang dihasilkan oleh arus permukaan pada bidang tak berhingga dengan kerapatan serbasama  $K$ .
- 6.7 Suatu arus permukaan,  $K = 10 \hat{z}$  A/m, mengalir pada bidang  $x = 5$  m dan suatu arus permukaan lain dengan  $K = -10 \hat{z}$  A/m berada pada bidang  $x = -5$  m. Tentukan  $H$  di mana-mana.
- 6.8 Suatu silinder penghantar tipis yang jari-jarinya  $a$  dan panjangnya tak berhingga, dilalui arus  $I$  dalam arah panjangnya. Tentukan  $H$  di semua titik dengan menggunakan hukum Ampere.
- 6.9 Sebuah kabel koaksial terdiri dari dua tabung silinder panjang masing-masing jari-jarinya  $a$  dan  $b$  ( $a < b$ ), dipisahkan oleh bahan dielektrik yang mempunyai suseptibilitas magnetik  $\chi_m$  seperti dapat dilihat pada gambar



Arus  $I$  mengalir dalam konduktor dalam dan kembali pada konduktor luar dalam setiap kasus arus terdistribusi seragam pada permukaan konduktor. Carilah induksi magnetik di antara kedua tabung. Untuk pembuktian hitunglah magnetisasi dan arus terikat kemudian hitung  $B$  yang dihasilkan.

- 6.10 Sebuah arus  $I$  mengalir dalam kawat lurus panjang dengan jari-jari  $R$ . Jika kawat terbuat dari bahan linear misalnya tembaga atau aluminium dengan suseptibilitas magnetik  $\chi_m$  dan arus terdistribusi seragam berapakah induksi magnetik pada jarak  $\rho$  dari sumbu kawat? Carilah arus terikat. Berapakah arus terikat total yang mengalir dalam kawat.