

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Konsep Dasar Magnet

Magnet atau *magnit* adalah suatu obyek yang mempunyai suatu medan magnet. Kata magnet (*magnit*) berasal dari bahasa Yunani *magnítis líthos* yang berarti batu *Magnesian*.

Pada saat ini, suatu magnet adalah suatu materi yang mempunyai suatu medan magnet. Materi tersebut bisa dalam berwujud magnet tetap atau magnet tidak tetap. Magnet yang sekarang ini ada hampir semuanya adalah magnet buatan.

Magnet selalu memiliki dua kutub yaitu: kutub utara (*north/ N*) dan kutub selatan (*south/ S*). Walaupun magnet itu dipotong-potong, potongan magnet kecil tersebut akan tetap memiliki dua kutub.

Magnet dapat menarik benda lain. Beberapa benda bahkan tertarik lebih kuat dari yang lain, yaitu bahan logam. Namun tidak semua logam mempunyai daya tarik yang sama terhadap magnet. Besi dan baja adalah dua contoh materi yang mempunyai daya tarik yang tinggi oleh magnet. Sedangkan oksigen cair adalah contoh materi yang mempunyai daya tarik yang rendah oleh magnet.

Sifat-sifat kutub magnet adalah kutub-kutub sejenis jika didekatkan, akan tolak menolak. Sedangkan kutub-kutub tidak sejenis jika didekatkan, akan tarik menarik. Ruangan di sekitar magnet yang masih dipengaruhi adanya gaya magnet disebut medan magnet. Kuat medan magnet ditunjukkan oleh garis-garis magnet yang disebut fluks.

##### 2.1.1 Sifat – Sifat Magnet

###### 1. Magnet dapat menarik benda tertentu

Magnet dapat menarik benda lain yang berasal bahan logam. Namun tidak semua logam dapat ditarik oleh magnet. Besi dan baja adalah dua contoh logam yang mempunyai daya tarik yang tinggi oleh magnet.

## 2. Magnet mempunyai dua kutub

Magnet memiliki dua tempat yang gaya magnetnya paling kuat. Daerah ini disebut kutub magnet. Ada 2 kutub magnet, yaitu kutub utara (U) dan kutub selatan (S). Seringkali kita menjumpai magnet yang bertuliskan N dan S. N merupakan kutub utara magnet itu (singkatan dari *north* yang berarti utara) sedangkan S kutub selatannya (singkatan dari *south* yang berarti selatan).

## 3. Kutub magnet senama tolak menolak, kutub magnet tidak senama tarik menarik

Gaya magnet, seperti halnya gaya listrik, berupa tarikan dan tolakan. Jika dua kutub utara (senama) didekatkan, maka keduanya tolak-menolak. Dua kutub selatan (senama) juga saling menolak. Namun, jika kutub selatan didekatkan pada kutub utara (tidak senama), maka kedua kutub ini akan tarik-menarik. Sehingga kita dapat membuat aturan untuk kutub magnet: kutub senama tolak-menolak, dan kutub tak senama tarik-menarik.

Kutub-kutub magnet selalu berpasangan yaitu kutub utara dan kutub selatan. Selama bertahun-tahun para ilmuwan mencoba mendapatkan satu kutub saja yang ada pada sebuah magnet. Jika sebuah magnet dipotong menjadi dua, ternyata hasilnya berupa dua magnet yang lebih kecil dan masing-masing tetap memiliki kutub utara dan selatan.

## 4. Medan magnet membentuk gaya magnet

Walaupun gaya-gaya magnet yang terkuat terletak pada kutub-kutub magnet, gaya-gaya magnet tidak hanya berada pada kutub-kutubnya saja. Gaya-gaya magnet juga timbul di sekitar magnet. Daerah di sekitar magnet yang terdapat gaya-gaya magnet disebut medan magnet. Garis gaya magnet dapat digambarkan dengan cara menaburkan serbuk besi pada kertas yang diletakkan di atas magnet. Jika pada suatu tempat garis gaya magnetnya rapat, berarti gaya magnetnya kuat. Sebaliknya jika garis gaya magnetnya renggang, berarti gaya magnetnya lemah.

### 2.1.2 Bentuk- Bentuk Magnet

Magnet dapat berada dalam berbagai bentuk dan ukuran. Bentuk yang paling sederhana berupa batang lurus. Bentuk lain yang sering kita jumpai misalnya bentuk tapal kuda (ladam), magnet bentuk U dan magnet jarum. Pada bentuk-bentuk ini, kutub magnetnya berada pada ujung-ujung magnet itu.

### 2.1.3 Bahan Magnetik dan Bahan Nonmagnetik

Benda dapat digolongkan berdasarkan sifatnya. Kemampuan suatu benda menarik benda lain yang berada di dekatnya disebut kemagnetan. Berdasarkan kemampuan benda menarik benda lain dibedakan menjadi dua, yaitu benda magnet dan benda bukan magnet. Namun, tidak semua benda yang berada di dekat magnet dapat ditarik. Oleh karena itu sifat kemagnetan benda dapat digolongkan menjadi:

1. Bahan magnetik (*feromagnetik*), yaitu bahan yang dapat ditarik magnet dengan kuat. Contoh: besi, baja, besi silikon, nikel, kobalt.
2. Bahan non magnetik
  - *Paramagnetik*, yaitu bahan yang ditarik lemah oleh magnet.  
Contoh: *aluminium, magnesium, wolfram*, platina dan kayu
  - *Diamagnetik*, yaitu bahan yang ditolak oleh magnet.  
Contoh: *Bismuth*, tembaga, emas, perak, seng, garam dapur.

Benda-benda magnetik yang bukan magnet dapat dijadikan magnet. Benda itu ada yang mudah dan ada yang sulit dijadikan magnet. Baja sulit untuk dibuat magnet, tetapi setelah menjadi magnet sifat kemagnetannya tidak mudah hilang. Oleh karena itu, baja digunakan untuk membuat magnet tetap (magnet permanen). Besi mudah untuk dibuat magnet, tetapi jika setelah menjadi magnet sifat kemagnetannya mudah hilang. Oleh karena itu, besi digunakan untuk membuat magnet sementara.

### 2.1.4 Jenis – Jenis Magnet

Berdasarkan jenis bahan yang digunakan, magnet dapat dibedakan menjadi empat tipe:

#### 1. Magnet Permanen Campuran

Sifat magnet tipe ini adalah keras dan memiliki gaya tarik sangat kuat. Magnet permanen campuran dibagi menjadi:

- Magnet *alcomax*, dibuat dari campuran besi dengan aluminium
- Magnet *alnico*, dibuat dari campuran besi dengan nikel
- Magnet *ticonal*, dibuat dari campuran besi dengan kobalt

#### 2. Magnet Permanen Keramik

Tipe magnet ini disebut juga dengan magnadur, terbuat dari serbuk ferit dan bersifat keras serta memiliki gaya tarik kuat.

#### 3. Magnet Besi Lunak

Tipe magnet besi lunak disebut juga *stalloy*, terbuat dari 96% besi dan 4% *silicon*. Sifat kemagnetannya tidak keras dan sementara.

#### 4. Magnet Pelindung

Tipe magnet ini disebut juga mumetal, terbuat dari 74% nikel, 20% besi, 5% tembaga, dan 1% mangan. Magnet ini tidak keras dan bersifat sementara.

## 2.2 Pengertian *Perpetual Motion* ( Gerak Abadi )

Gerak abadi adalah gerak yang terus menerus tanpa sumber energi dari luar. Hal ini tidak mungkin untuk pernah dicapai karena gesekan dan sumber kehilangan energi. Sebuah mesin gerak abadi adalah mesin hipotetis yang dapat melakukan pekerjaan tanpa batas tanpa sumber energi. Semacam ini mesin tidak mungkin, karena akan melanggar pertama atau hukum kedua termodinamika .

Undang-undang ini termodinamika berlaku meskipun pada skala termegah: misalnya, gerakan atau rotasi benda langit seperti planet dapat muncul terus-menerus, tetapi sebenarnya mengalami banyak kekuatan seperti angin surya , medium antarbintang resistensi, gravitasi , radiasi termal dan elektro radiasi -magnetic , dan akan akhirnya berakhir .

Dengan demikian, mesin yang mengekstrak energi dari sumber yang tampaknya abadi tidak akan beroperasi tanpa batas waktu, karena mereka didorong oleh energi yang tersimpan dalam sumber, yang akhirnya akan habis. Sebuah contoh umum adalah perangkat yang didukung oleh arus laut, yang energinya akhirnya berasal dari Matahari, yang dengan sendirinya akhirnya akan terbakar. Mesin didukung oleh sumber yang lebih jelas telah diusulkan, tetapi tunduk pada hukum tak terhindarkan yang sama, dan akhirnya akan angin.

### 2.2.1 Prinsip Kerja *Perpetual Motion* ( Gerak Abadi )

Ada konsensus ilmiah yang terus bergerak dalam sistem yang terisolasi melanggar baik hukum pertama termodinamika, yang hukum kedua termodinamika, atau keduanya. Hukum pertama termodinamika pada dasarnya adalah sebuah pernyataan kekekalan energi. Hukum kedua dapat diungkapkan dalam beberapa cara yang berbeda, yang paling intuitif yang adalah bahwa panas mengalir secara spontan dari panas ke dingin tempat; pernyataan yang paling terkenal adalah bahwa entropi cenderung meningkat (lihat produksi entropi), atau setidaknya tetap sama; Pernyataan lain adalah bahwa tidak ada mesin panas (mesin yang menghasilkan pekerjaan sementara bergerak panas dari suhu tinggi ke suhu rendah) dapat lebih efisien daripada Mesin Carnot.

Dengan kata lain:

1. Dalam setiap sistem yang terisolasi, satu tidak bisa menciptakan energi baru (hukum pertama termodinamika)
2. Daya keluaran mesin panas selalu lebih kecil dari daya input pemanasan. Sisa energi dihapus sebagai panas pada suhu kamar. Efisiensi (ini adalah kekuatan yang dihasilkan dibagi dengan daya pemanas input) memiliki maksimal, yang diberikan oleh efisiensi Carnot. Itu selalu lebih rendah dari satu.
3. Efisiensi mesin panas sebenarnya adalah bahkan lebih rendah dari efisiensi Carnot karena proses ireversibel.

Laporan 2 dan 3 hanya berlaku untuk memanaskan mesin. Jenis lain dari mesin, yang mengkonversi misalnya mekanik menjadi energi elektromagnetik, dapat, pada prinsipnya, beroperasi dengan efisiensi 100%.

Mesin yang memenuhi kedua hukum termodinamika dengan mengakses energi dari sumber yang tidak konvensional kadang-kadang disebut sebagai mesin gerak abadi, meskipun mereka tidak memenuhi kriteria standar untuk nama. Sebagai contoh, jam dan mesin-daya rendah lainnya, seperti Cox arloji telah dirancang untuk berjalan pada perbedaan tekanan udara atau suhu antara siang dan malam. Mesin ini memiliki sumber energi, meskipun satu yang tidak mudah terlihat sehingga mereka hanya tampaknya melanggar hukum termodinamika.

Mesin yang mengekstrak energi dari sumber yang tampaknya abadi - seperti arus laut - memang mampu bergerak "terus-menerus" sampai yang sumber energi berjalan ke bawah. Mereka tidak dianggap mesin gerak abadi karena mereka mengkonsumsi energi dari sumber eksternal dan tidak terisolasi sistem.

## 2.3 Poros

*Shaft* (poros) adalah elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu tempat ke tempat lainnya. Daya tersebut dihasilkan oleh gaya tangensial dan momen torsi yang hasil akhirnya adalah daya tersebut akan ditransmisikan kepada elemen lain yang berhubungan dengan poros tersebut. Poros juga merupakan suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya. (Khurmi dan Gupta,1982)

### 2.3.1 Jenis-Jenis Poros

1. Berdasarkan pembebanannya
  - Poros transmisi (*transmission shafts*)

Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan *shaft*. *Shaft* akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur secara bergantian ataupun kedua-duanya. Pada *shaft*, daya dapat ditransmisikan melalui *gear*, *belt pulley*, *sprocket* rantai, dll.

- Poros Gandar

Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban puntir dan hanya mendapat beban lentur.

- Poros *spindle*

Poros *spindle* merupakan poros transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros *spindle* juga menerima beban lentur (*axial load*). Poros *spindle* dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.

2. Berdasarkan bentuknya

- Poros lurus

- Poros engkol sebagai penggerak utama pada silinder mesin

### 2.3.2 Sifat-Sifat Poros Yang Harus Diperhatikan

1. Kekuatan poros

Poros transmisi akan menerima beban puntir (*twisting moment*), beban lentur (*bending moment*) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya : kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

2. Kekakuan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau defleksi yang terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktepatan (pada mesin perkakas), getaran mesin (*vibration*) dan suara (*noise*). Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus

*commit to user*

diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

### 3. Putaran kritis

Bila putaran mesin dinaikan maka akan menimbulkan getaran (*vibration*) pada mesin tersebut. Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik, dll. Selain itu, timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jadi dalam perancangan poros perlu mempertimbangkan putaran kerja dari poros tersebut agar lebih rendah dari putaran kritisnya.

### 4. Korosi

Apabila terjadi kontak langsung antara poros dengan fluida korosif maka dapat mengakibatkan korosi pada poros tersebut, misalnya propeller shaft pada pompa air. Oleh karena itu pemilihan bahan-bahan poros (plastik) dari bahan yang tahan korosi perlu mendapat prioritas utama.

#### 2.3.3 Material poros

Material yang biasa digunakan dalam membuat poros adalah carbon steel (baja karbon), yaitu carbon steel 40 C 8, 45 C 8, 50 C 4, dan 50 C 12. Namun, untuk poros yang biasa digunakan untuk putaran tinggi dan beban yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan (*alloy steel*) dengan proses pengerasan kulit (*case hardening*) sehingga tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, baja khrom nikel molebdenum, baja khrom, baja khrom vanadium, dll. Sekalipun demikian, baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan pembebanan yang berat saja. Dengan demikian perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis proses heat treatment yang tepat sehingga akan diperoleh kekuatan yang sesuai.

**2.3.4 Perhitungan Poros**

1. Pembebanan tetap (*constant loads*)

- Untuk Poros yang hanya terdapat momen puntir saja

$$\frac{T}{J} = \frac{\tau}{r} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

T = Momen puntir pada poros,

J = Momen Inersia Polar,

r = jari-jari poros = d<sub>o</sub>/2,

τ = *torsional shear stress*

- Untuk poros solid (*solid shaft*), dapat dirumuskan :

$$J = \frac{\pi}{32} \times d^4 \dots\dots\dots(2.2)$$

Sehingga momen puntir pada poros adalah:

$$\frac{T}{\frac{\pi}{32} \times d^4} = \frac{\tau}{\frac{d}{2}}$$

$$T = \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3$$

Moment puntir yang terdapat pada poros dapat diperoleh dari :

$$T = \frac{60 \times P}{2 \pi \times N} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana : P = daya (W),

*commit to user*

$T$  = moment puntir (N.m),

$N$  = kecepatan poros (rpm)

*Equivalent twisting moment* yang disimbolkan dengan  $T_e$ . Sehingga dapat dirumuskan :

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3 \dots\dots\dots(2.4)$$

