

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam studi pustaka penulis menggunakan referensi berupa tulisan artikel, informasi dari internet, serta tugas akhir, untuk informasi perancangan dan pelaksanaan penelitian ini.

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Pada penelitian yang dilakukan Subekti dan Budiyanto [1], tentang perbaikan faktor daya pada kinerja kompor induksi. Pada penelitian tersebut melakukan analisis untuk mengetahui sejauhmana pengaruh perbaikan faktor daya terhadap kecepatan pemanasan dan konsumsi daya listrik pada kompor induksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Afandria dkk [2], tentang rancang bangun kompor induksi berbasis plc (*progammable logic controller*) pada restoran cepat saji. Penelitian yang dilakukan tersebut yakni merancang dan membuat kompor induksi dengan menggunakan berbasis plc.

Menurut Ahmed [3], dalam prosedingnya memfokuskan tentang rangkaian pemanas dengan induksinya. Dengan eksperimen dan simulasi dibuat rangkaian *High Frequency Soft Switching Power Conversion* dengan dua sistem yaitu, *Pulse Width Modulation* dan *Pulse Density Modulation*. Dengan menggunakan rangkaian diatas, diperoleh efisiensi konversi daya yang sangat besar diatas 93%.

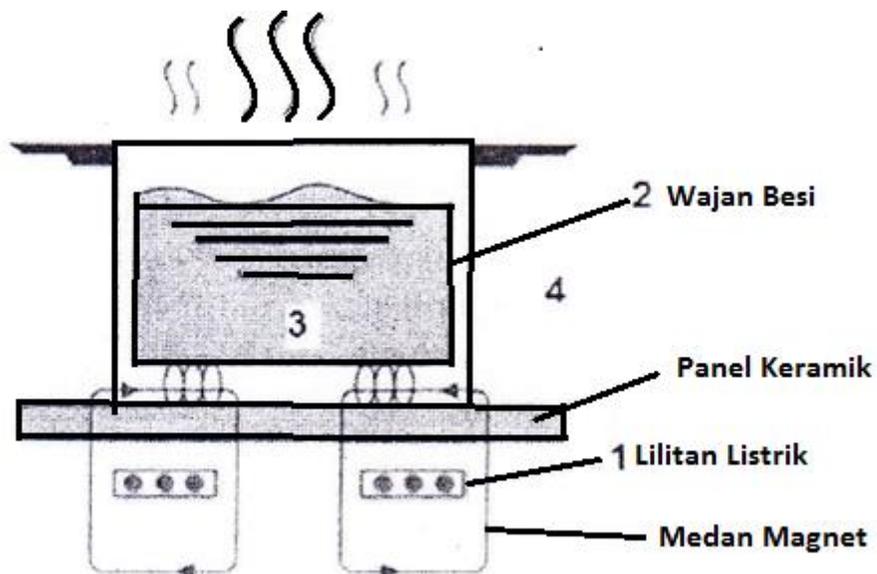
Menurut Isman [4], menjelaskan tentang analisa pada kompor listrik metode induksi. Pada penelitian tersebut melakukan analisis berapa daya yang terpakai pada

pemakaian kompor listrik induksi dan menganalisa tentang tingkat ekonomis dari kompor listrik dengan metode induksi. Kompor induksi tersebut memiliki input 220 V / 50 Hz serta settingan dayanya 300 Watt sampai 2000 Watt. Akibat induksi magnetik molekul yang saling bertabrakan pada frekuensi 50 Hz maka friksi antar molekul tersebut menciptakan panas secara cepat.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Kompor Induksi

Kompor Induksi merupakan kompor yang memanfaatkan efek induksi akibat dari arus listrik yang melewati kumparan pada bagian bawah kompor sehingga menghasilkan panas akibat dari alat masak yang diletakkan pada bagian atas kompor tersebut.



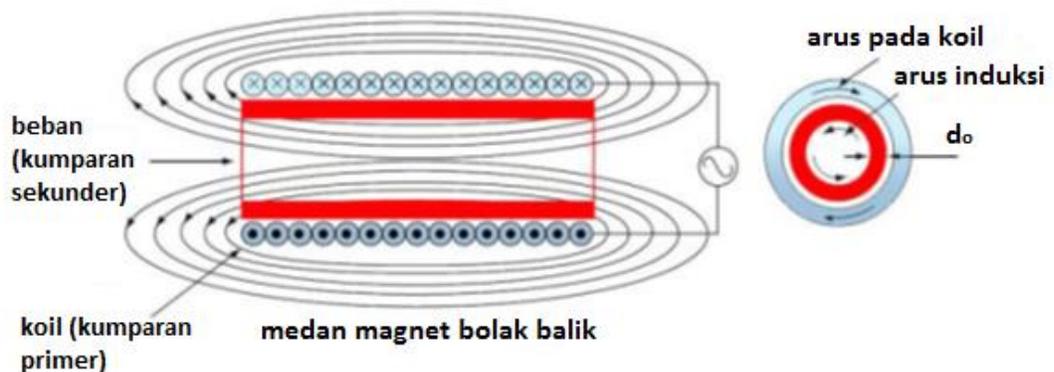
Gambar 2.1. Skema kerja kompor induksi. [4]

Kompur Induksi memanfaatkan arus listrik yang dialirkan ke kumparan induksi yang terdapat pada kompor sehingga menimbulkan arus bolak-balik pada kumparan tersebut. Arus bolak-balik tersebut menghasilkan garis-garis medan magnet (garis kerja medan magnet), medan magnet ini kemudian memotong atau menabrak alat masak (logam) yang digunakan sehingga terjadi tegangan induksi (GGL). Keadaan seperti itu mengakibatkan arah arus listrik berputar-putar, arah arus yang berputar inilah disebut juga dengan arus Eddy (*Eddy Current*).

Perputaran arus yang diakibatkan oleh tegangan induksi pada logam akan menghasilkan panas, panas inilah yang dimanfaatkan untuk memasak. Panas yang dihasilkan oleh kompor tergantung dari seberapa besar arus listrik yang dialirkan dan daya yang digunakan pada kompor tersebut.

### 2.2.2 Dasar Pemanas Induksi

Pada Gambar 2.2 merupakan konsep dasar pemanas induksi yang terdiri dari gulungan pemanas induktif dan arus, yang menggambarkan induksi elektromagnetik dan efek kulit.



Gambar 2.2. Konsep dasar Pemanas Induksi. [10]

Tujuan dari pemanas induksi adalah untuk memaksimalkan pembangkitan energi panas pada gulungan sekunder, lubang kecil pada gulungan pemanas induktif dibuat kecil dan gulungan sekunder dibuat dari bahan dengan hambatan listrik yang kecil dengan permeabilitas yang tinggi. Bahan selain logam mengurangi efisiensi energi karena bahan tersebut memiliki hambatan listrik besar dan permeabilitas yang rendah. Pemanas dengan induksi adalah kombinasi antara elektromagnetik, perpindahan panas, dan fenomena metalurgi.

### **2.2.3 Resistivitas dan Konduktivitas Listrik pada Material**

Kemampuan material dengan mudah menghantarkan arus listrik ditentukan oleh konduktivitas listrik ( $\sigma$ ). Kebalikan konduktivitas  $\sigma$  adalah resistivitas listrik ( $\rho$ ). Satuan untuk  $\rho$  dan  $\sigma$  adalah  $\Omega$  meter dan ohm/m.

Resistivitas listrik suatu logam tertentu bervariasi dengan suhu, komposisi kimia, struktur mikro logam, dan ukuran butir. Untuk sebagian besar logam,  $\rho$  akan naik dengan kenaikan suhu. Resistivitas dari logam murni dapat direpresentasikan sebagai fungsi linier dari suhu (kecuali ada perubahan dalam kisi-kisi logam).

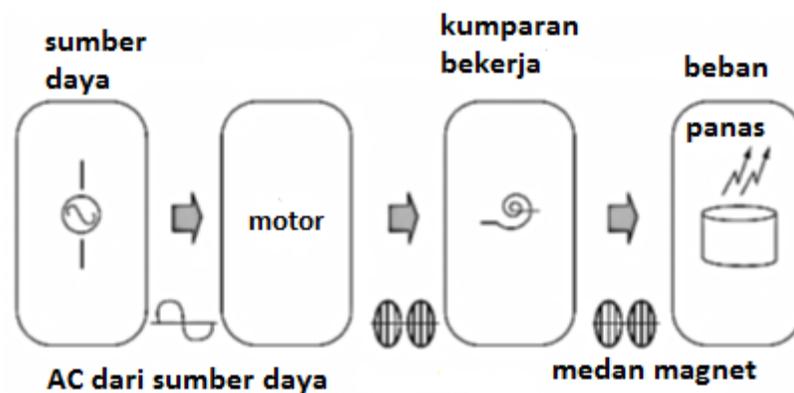
### **2.2.4 Permeabilitas Magnetik dan Permittivitas Relatif**

Pada permeabilitas magnetik relatif ( $\mu_r$ ) menunjukkan kemampuan suatu bahan (misalnya, logam) untuk melakukan fluks magnet yang lebih baik serta permitivitas relatif ( $\epsilon$ ) menunjukkan kemampuan bahan untuk menghantarkan medan listrik yang lebih baik. Sifat fisik ini adalah penting ketika merancang sistem pemanas.

Permeabilitas magnetik relatif memiliki efek pada semua fenomena induksi dasar. Permittivitas relatif tidak begitu banyak digunakan pada pemanasan induksi, tapi memainkan peran utama dalam aplikasi pemanasan dielektrik.

Nilai konstan  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H/m [atau Wb / (A.m)] disebut permeabilitas ruang bebas, dan konstanta  $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12}$  F/m disebut permitivitas ruang bebas. Hasil permeabilitas magnet relatif dan permeabilitas ruang bebas disebut permeabilitas  $\mu$  dan sesuai dengan rasio kepadatan fluks magnetik (B) untuk intensitas medan magnet (H).

### 2.2.5 Teori Kompor Pemanas Induksi

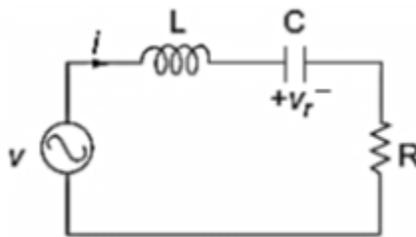


Gambar 2.3. Blok diagram kompor pemanas induksi. [10]

Pada Gambar 2.3 diatas merupakan blok diagram dari kompor pemanas induksi yang mana sumber AC tersebut untuk menggerakkan motor yang berada pada kompor induksi kemudian kumparan tersebut bekerja untuk membuat putaran pada motor sehingga medan magnet yang berada pada motor berputar secara cepat mengakibatkan GGL. Jika suatu benda konduktor diletakkan diatas medan magnet tersebut, maka akan muncul induksi tegangan dan terbentuk arus pusar (*Eddy current*). Disini akan dibangkitkan energi panas pada benda konduktor tersebut yang dipergunakan sebagai tempat memasak.

### 2.2.6 Konverter Resonansi

Pada sistem daya kompor pemanas induksi, digunakan rangkaian konverter resonansi untuk membuat konversi energinya efisien dan meminimalkan rugi-rugi rangkaian pensaklarannya. Rangkaian pada konverter resonansi terdiri dari kapasitor, induktor dan resistor.



Gambar 2.4. Rangkaian Resonansi Seri. [10]

Ketika sumber daya dihubungkan ke rangkaian, energi listrik masuk pada induktor dan ditransfer ke kapasitor persamaan (2.3). Persamaan (2.4), merupakan perhitungan tegangan yang masuk ke kapasitor yang akan dikembalikan lagi ke induktor. Resonansi akan terjadi pada saat induktor dan kapasitor saling bertukar energi. Total energi selama resonansi tidak berubah, dan memiliki nilai yang sama yaitu sebesar puncak induktor atau kapasitor.

$$i = \sqrt{2I} \sin \omega t \text{ (A)} \quad (2.1)$$

$$V_c = \frac{1}{C} \int i dt = -\frac{\sqrt{2I}}{\omega C} \cos \omega t \text{ (V)} \quad (2.2)$$

$$E_L = \frac{1}{2} Li^2 = LI^2 \sin^2 \omega t \text{ (J)} \quad (2.3)$$

$$E_C = \frac{1}{2} C V^2_c = \frac{I^2}{\omega^2 C} \cos^2 \omega t = LI^2 \cos^2 \omega t \text{ (J)} \quad (2.4)$$

$$E_L + E_C = LI^2 (\sin^2 \omega t \cos^2 \omega t) = LI^2 \frac{I^2}{\omega^2 C} \text{ (J)} \quad (2.5)$$

Reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif dapat dihitung dengan persamaan (2.6) dan persamaan (2.7). Untuk besar impedansi pada rangkaian resonansi seri dapat dihitung dengan persamaan (2.8).

$$\mathbf{X}_L = \mathbf{j}\omega L = \mathbf{j}2\pi fL \quad (\Omega) \quad (2.6)$$

$$\mathbf{X}_C = \frac{1}{\mathbf{j}\omega C} = \frac{1}{\mathbf{j}2\pi fC} \quad (\Omega) \quad (2.7)$$

$$|\mathbf{Z}| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (\Omega) \quad (2.8)$$

Pada frekuensi resonansi, harga reaktansi induktif pada persamaan (2.6) dan harga reaktansi kapasitif pada persamaan (2.7) memiliki harga yang sama. Yaitu sebesar tegangan dari sumber daya dan arus pada rangkaian yang berada pada level yang sama. Frekuensi resonansi dapat dihitung dengan persamaan (2.9). Arus pada rangkaian akan mencapai puncak ketika frekuensi sumber sama dengan frekuensi resonansi dan akan turun jika frekuensi sumber lebih besar atau lebih kecil dari frekuensi resonansinya.

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC} \rightarrow F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ Hz} \quad (2.9)$$

Nilai reaktansi pada rangkaian disebut impedansi khusus, dan dapat dijelaskan dengan persamaan dibawah ini :

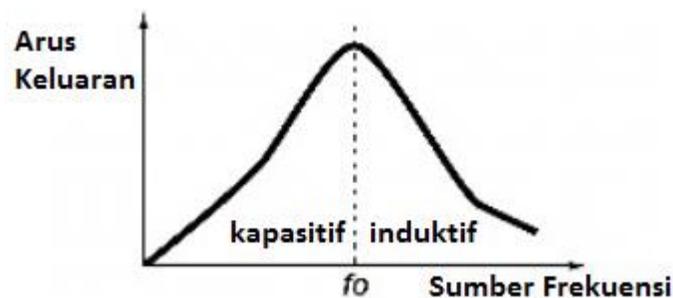
$$\mathbf{Z}_0 = \mathbf{X}_L = \mathbf{X}_C = \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\mathbf{X}_0^2 = \mathbf{X}_L \cdot \mathbf{X}_C = \frac{L}{C} \quad (2.10)$$

Dan perbandingan rangkaian *halfbridge* resonansi seri, dapat dilihat pada persamaan dibawah :

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R} = \frac{Z_0}{R} \quad (2.11)$$

Di kurva frekuensi diperlihatkan hubungan antara arus (output energi) dan frekuensi sumber ketika tegangan sumber rangkaian resonansi dibuat sama. Arus dan output energi mencapai nilai maksimumnya pada frekuensi resonansi. Di daerah dimana frekuensi pensaklaran lebih rendah dari frekuensi resonansi, reaktansi induktif terhubung langsung dengan frekuensi pensaklaran. Menurut persamaan (2.2), reaktansi kapasitif merupakan kebalikannya. Hal tersebut dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Kurva Frekuensi. [10]

### 2.2.5 Kelebihan Kompor Induksi

Beberapa keuntungan dengan menggunakan kompor induksi sebagai berikut :

#### a) Bertenaga (Powerful) dan Efisien

Pada kompor IH (*Induction Heating*), energi yang terbuang hampir tidak ada, pengubahan energi listrik ke panas berlangsung dengan efektif. Sehingga dengan daya listrik lebih kecil, kompor IH mampu mendidihkan air lebih cepat dari kompor gas. Tapi, jika dibandingkan dengan sistem pembakaran seperti pada kompor gas yang menyebabkan daerah sekeliling panci juga ikut panas, sistem IH hanya memanaskan

daerah sekitar alas sehingga akan ada beberapa jenis masakan yang tidak sesuai jika menggunakan sistem IH ini. Kesimpulannya adalah efektifitas panas yang dihasilkan tidak disertai dengan efektifitas dalam proses memasak.

**b) Tidak mengeluarkan api**

Berbeda dengan pemanasan yang menggunakan api, sistem IH yang tidak menggunakan api ini menghasilkan kemungkinan terjadi kecelakaan luka bakar yang rendah dan tingkat keamanan yang tinggi. Selain itu, proses ini juga tidak memanaskan udara di sekitarnya sehingga orang yang sedang berada di dekat alat masak IH tidak akan merasa kepanasan.

**c) Mudah dalam mengatur temperatur**

Melalui pengaturan jumlah arus listrik yang mengalir di kumparan, tingkat kepanasan IH dapat dengan mudah disesuaikan dengan panas yang dibutuhkan.

**d) Tingkat keamanan yang tinggi**

Hal ini sesuai dengan keuntungan pada huruf b diatas, karena tidak mengeluarkan api resiko luka bakar hampir tak ada. Resiko kebakaran karena jilatan api yang menari-nari karena angin juga bisa dikatakan mendekati nol. Selain itu, dalam keadaan kumparan teraliri arus listrik, permukaan IH tidak akan terasa panas jika disentuh dengan jari yang hanya akan teraliri listrik dalam jumlah kecil (dalam kondisi tidak sedang menggunakan logam seperti cincin, gelang, dkk). Tidak adanya proses pembakaran menyebabkan tidak adanya risiko terjadinya kekurangan oksigen dalam ruangan. Tapi ingat, menyentuh panci, wajan atau alat masak dalam keadaan panas tentu saja bisa menyebabkan luka bakar.

**e) Ekonomis**

Dengan kemampuan tak jauh berbeda dengan kompor gas, kompor IH memerlukan lebih sedikit energi untuk keperluan yang sama sehingga tagihan listrik juga lebih murah. Selain ramah lingkungan, kompor ini juga ramah dompet.

**f) Kompor Tetap Dingin**

Adapun pada kompor induksi, energi listrik digunakan untuk menciptakan medan magnet, yang menginduksi wajan atau panci. Akibat induksi magnetik, molekul saling bertabrakan pada frekuensi tinggi. Friksi antar molekul ini menciptakan panas secara cepat.

Disini terlihat panci atau wajan itu sendiri yang berfungsi sebagai elemen pemanas ini lebih efisien karena memintas jalur perpindahan energi. Keunggulan lain, permukaan kompor tetap dingin saat digunakan dan yang memanaskan hanya wajan atau panci yang digunakan untuk memasak. Lebih aman, karena itu memperkecil resiko luka bakar akibat keteledoran pemakaian.

**g) Praktis dan Mudah Dibawa**

Kompor induksi memiliki karakteristik dengan bentuk yang relatif lebih kecil dan tidak membutuhkan reservoir untuk penampungan bahan bakar kompor.

**h) Hemat Waktu**

Karena kompor induksi dapat menghasilkan panas lebih cepat dibandingkan dengan kompor lainnya.

**2.2.6 Kerugian Kompor Induksi**

Beberapa kekurangan dari kompor induksi sebagai berikut :

- a) Panas yang dihasilkan oleh kompor induksi hanya berada pada bagian alas dari alat yang digunakan untuk memasak saja, sehingga ada sebagian jenis masakan yang tidak cocok memasak menggunakan kompor induksi.
- b) Kompor induksi hanya memanfaatkan alat masak yang terbuat dari logam, karena semakin besar hambatan yang dihasilkan oleh alat yang digunakan untuk memasak semakin besar pula panas yang dihasilkan. Jadi, semua alat masak yang terbuat dari Aluminium (Al) tidak dapat digunakan menggunakan kompor induksi.
- c) Sesuai dengan kekurangan no. 1, maka secara otomatis alat masak yang terbuat dari logam tersebut haruslah memiliki luas penampang alas yang luas agar proses hambatan yang dihasilkan juga semakin besar, sehingga proses memasak menjadi lebih cepat.

### **2.2.9 Arus Eddy**

Arus Eddy memiliki peranan yang paling dominan dalam proses pemanasan induksi. Panas yang dihasilkan pada material sangat bergantung kepada besarnya arus Eddy yang diinduksikan oleh lilitan penginduksi. Ketika lilitan dialiri oleh arus bolak-balik, maka akan timbul medan magnet di sekitar kawat penghantar. Medan magnet tersebut besarnya berubah-ubah sesuai dengan arus yang mengalir pada lilitan tersebut. Jika terdapat bahan konduktif disekitar medan magnet yang berubah-ubah tersebut, maka pada bahan konduktif tersebut akan mengalir arus yang disebut arus Eddy.

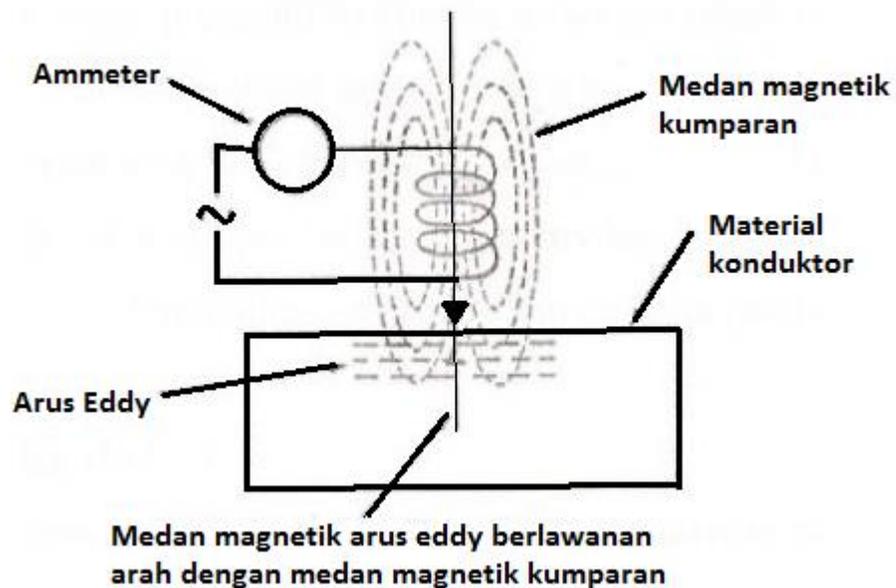
Prinsip Arus Eddy didasarkan pada hukum Faraday yang menyatakan bahwa pada saat sebuah konduktor dipotong garis-garis gaya dari medan magnetik atau

dengan kata lain, gaya elektromotif (EMF) akan terinduksi kedalam konduktor.

Besarnya EMF bergantung pada :

1. Ukuran, kekuatan, dan kerapatan medan magnet.
2. Kecepatan pada saat garis-garis gaya magnet dipotong.
3. Kualitas konduktor.

Karena Arus Eddy adalah perjalanan arus listrik didalam konduktor, maka akan menghasilkan medan magnetik juga. Hukum Lenz menyatakan bahwa medan magnetik dari arus terinduksi memiliki arah yang berlawanan dengan penyebab arus terinduksi. Medan magnetik Arus Eddy berlawanan arah terhadap hasil medan magnetik kumparan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Arah medan magnet *Eddy Current* berlawanan dengan arah medan magnet kumparan.

### 2.2.10 Efisiensi Energi Kompor Pemanas Induksi

Efisiensi dari kompor induksi ditentukan dari ratio antara energi panas yang dihasilkan dengan energi input listrik yang digunakan. Untuk menghitung efisiensi energi, digunakan persamaan sebagai berikut [10] :

$$\eta (\%) = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\% = \frac{M_{air} \cdot C_{air} \cdot \Delta T}{V \cdot I \cdot PF \cdot \Delta t} \times 100 \% \quad (2.12)$$

Dimana,

$Q_{out}$  : Energi keluaran (Joule)

$Q_{in}$  : Energi masukan (Joule)

$M_{air}$  : Massa air (gram)

$C_{air}$  : Panas jenis air (J/g.°C)

$\Delta T$  : Perubahan suhu (°C)

$V$  : Tegangan masukan (Volt)

$I$  : Arus masukan (Ampere)

$PF$  : *Power factor*

$\Delta t$  : Perubahan waktu (sekon)

1 kal : 4,186 Joule

Panas jenis  $c$  dari sesuatu zat merupakan jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram zat itu sebanyak 1°C. Untuk memanaskan  $G$  (gram) dari  $T_1$  sampai  $T_2$  (°C), jumlah kalor yang diperlukan adalah :

$$Q = G \cdot c (T_2 - T_1) \text{ kal} \quad (2.13)$$

Untuk air, panas jenisnya sebesar :

$$C = 0,9983 - 0,005184 \cdot \frac{T}{100} + 0,006912 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^2 \quad (2.14)$$

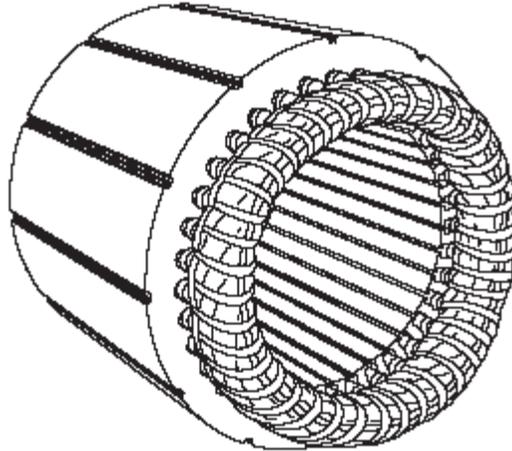
### 2.2.11 Motor Induksi

Motor listrik yaitu mesin berputar yang bertujuan untuk mengubah daya listrik menjadi daya mekanik. Konversi listrik menjadi daya mekanik terjadi pada bagian yang berputar pada motor listrik. Prinsip kerja motor listrik berdasarkan gejala bahwa suatu medan magnet putar akan menimbulkan gaya gerak listrik pada penghantar yang berarus.

Motor listrik terdiri dari bermacam-macam jenis dan motor induksi merupakan salah satu macamnya, motor induksi merupakan motor listrik yang dapat digolongkan menurut fasenya yaitu motor induksi satu fase dan motor induksi tiga fase. Sedangkan menurut jenis rotornya, motor induksi dapat dibedakan menjadi motor induksi sangkar tupai dan motor induksi rotor lilit. Sebuah motor induksi mempunyai dua bagian yang penting yaitu stator dan rotor, serta di antara keduanya terdapat celah udara (*air gap*). Untuk memperbaiki efisiensi maka celah udara dibuat sempit tetapi tidak terlalu sempit, karena dapat menimbulkan kesulitan mekanis. Stator adalah bagian dari motor induksi yang diam. Bagian utama dari stator terdiri atas inti, belitan, alur-alur, dan rumah stator.

Inti stator berupa cincin yang berisikan lempeng-lempeng besi lunak atau baja, lempengan besi ini diberi lapisan varnis atau oksid yang dikerjakan dengan proses

pemanasan. Stator beserta lilitannya dapat dilihat pada Gambar 2.7. Adapun kegunaan dari lempeng-lempeng besi tersebut adalah untuk mengurangi rugi-rugi inti.

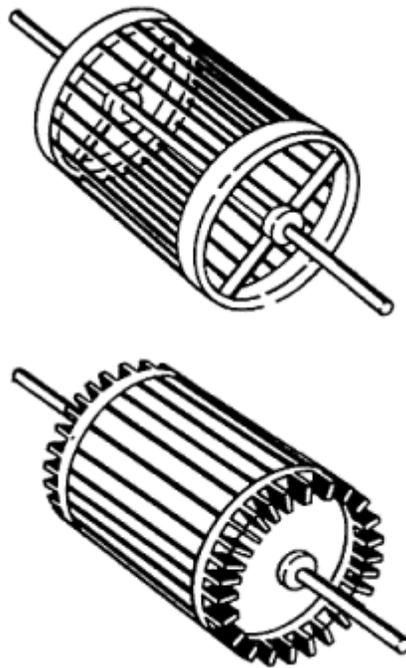


Gambar 2.7. Stator beserta lilitan. [9]

Motor induksi tiga fase terdiri atas tiga pasang kumparan, yang masing-masing bergeser secara elektrik sebesar  $\frac{2\pi}{3}$  radian. Untuk motor induksi tiga fase semua alur diisi dengan kawat dan hubungannya dilakukan di luar motor atau dalam terminal motor. Rotor adalah bagian motor induksi yang berputar. Bagian-bagian utama rotor yaitu inti dan lilitan. Inti rotor dibuat dari lempeng-lempeng plat baja, tetapi karena frekuensi dari arus rotor lebih rendah maka laminasi yang lebih tebal dapat dipakai tanpa menimbulkan pemanasan yang berlebihan.

Berdasarkan konstruksi lilitan rotornya, motor induksi tiga fase dapat dibedakan menjadi dua yaitu motor induksi rotor sangkar tupai (*squirrel cage*) dan motor induksi rotor lilit (*wound rotor*). Hampir 90% dari motor induksi tiga fase adalah tipe rotor sangkar tupai, Batang-batang penghantar dipasang sejajar, dengan demikian

dua batang yang bersebelahan dianggap sebagai satu lilitan, bila diinduksikan gaya gerak listrik maka arus induksi akan mengalir pada penghantar tersebut. Batang-batang rotor dihubung singkat secara tetap dan tidak dimungkinkan menambah resistansi luar secara seri dengan rangkaian rotor, sehingga tidak dapat diberikan pengaturan resistansi rotor. Konstruksi rotor sangkar tupai dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Kontruksi rotor sangkar tupai. [9]

Arus akan mengalir pada kumparan stator apabila motor induksi dihubungkan dengan tegangan sumber tiga fase. Arus tiga fase yang mengalir pada kumparan stator ini dan akan menimbulkan medan putar. Besar medan putar ini sebanding dengan frekuensi arus listrik dan berbanding terbalik dengan jumlah kutubnya.

$$N_s = \frac{120.f}{P} \quad (2.15)$$

Dengan,  $N_s$  : Kecepatan medan putar stator.

$f$  : Frekuensi arus listrik.

$P$  : Jumlah kutub.

Medan putar yang ditimbulkan akan melalui celah udara dan memotong penghantar-penghantar rotor, sehingga pada penghantar rotor akan diimbaskan tegangan listrik. Belitan rotor merupakan rangkaian tertutup sehingga arus akan mengalir dalam rangkaian tersebut. Karena arus yang lewat belitan rotor tersebut berada dalam medan magnet, maka akan ditimbulkan gaya pada rotor. Gaya yang timbul secara berpasangan akan menimbulkan torsi, kalau torsi mula yang dihasilkan oleh gaya ( $F$ ) pada rotor lebih besar dari torsi yang diperlukan beban, maka rotor akan berputar mengikuti arah putar medan stator. Besarnya kecepatan putar rotor motor induksi lebih kecil daripada kecepatan medan putar stator. Perbedaan relatif antara medan putar stator dengan kecepatan putar rotor dinamakan slip. Besarnya slip dapat dicari dengan rumus (2.16) :

$$S = \frac{(N_s - N_r)}{N_s} \quad (2.16)$$

Dengan,  $S$  : Slip.

$N_s$  : Kecepatan medan putar stator.

$N_r$  : Kecepatan putar rotor.

Besarnya slip berkisar antara 0% sampai dengan 100%, bila besarnya slip adalah 100% berarti motor dalam keadaan diam dan pada saat slipnya 0%, maka tegangan tidak akan terinduksi pada penghantar-penghantar rotor dan arus tidak akan

mengalir pada penghantar rotor, dengan demikian tidak dihasilkan torsi. Besar kecilnya slip motor akan berpengaruh pada frekuensi rotor.

Daya masukan motor induksi adalah :

$$P_1 = \sqrt{3} V_1 I_1 \cos \theta \quad (2.17)$$

Dengan,  $P_1$  : Daya masukan motor induksi.

$V_1$  : Tegangan sumber.

$I_1$  : Arus motor induksi.

$\theta$  : Pergeseran sudut fase.

Sewaktu berputar pada rotor motor induksi akan diinduksikan tegangan balik sebesar  $E_b$  yang sebanding dengan putaran rotor. Arus yang ditarik motor induksi adalah :

$$I_1 = \frac{(V_1 - E_b)}{Z} \quad (2.18)$$

Dengan,  $I_1$  : Arus yang ditarik motor induksi.

$V_1$  : Tegangan sumber.

$E_b$  : Tegangan balik.

$Z$  : Impedansi motor induksi.