

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

V.1. Hasil Perhitungan dan Simulasi Rapat Fluksi Medan Magnet Dengan Bantuan Komputer

Pada bab II, telah didapat persamaan-persamaan potensial vektor magnet dan rapat fluksi medan magnet, berdasarkan model yang ditunjukkan pada gambar 0, yakni pada lapisan rotor, stator, dan celah udara antara stator dan rotor.

Pada bab IV ini akan dibahas bahwa persamaan-persamaan rapat fluksi medan magnet tersebut nantinya akan dapat digunakan untuk mendisain mesin tersebut. Untuk itu akan dilihat perubahan kurva rapat fluksi medan magnetnya, apabila parameter-parameter yang terdapat didalam persamaan rapat fuksi medan magnet diubah-ubah. Proses perhitungan dan simulasi akan dilakukan dengan bantuan komputer, dengan bahasa Fortran dan Matlab, kemudian hasil simulasi ini akan dibandingkan dengan hasil pengukuran langsung di laboratorium.

Seperti ditunjukkan pada persamaan (2.42) sampai dengan (2.50) bahwa parameter yang akan diubah-ubah untuk memperlihatkan pengaruh perubahan rapat fluksi medan magnet karena perubahan jarak alur pada rotor, celah udara antara stator dan rotor dan arus jangkar adalah x_1 , y_1 , I_s .

Nilai nilai parameter tersebut akan diubah-ubah sedemikian rupa sehingga terlihat perubahan bentuk kurva yang dihasilkannya.

IV.2. Pengaruh Perubahan Jarak Alur Pada Rotor Terhadap Pembentukan Rapat Fluksi Medan Magnet

Untuk mendapatkan kurva perubahan distribusi rapat fluksi medan magnet pada celah udara karena pengaruh perubahan jarak alur pada rotor dipergunakan persamaan (2.46) dan (2.47). Rapat fluksi total pada celah udara didapatkan berdasarkan persamaan :

$$B_y = \sqrt{(B_{2-y}^2 + B_{2-x}^2)} \dots\dots\dots(4.1)$$

tetapi dalam kondisi $y = y_1$ yaitu tepat diatas permukaan stator $B_{2-x} = 0$, sehingga rapat fluksinya B_{2-y} atau $B_y = B_{2-y}$. Dari persamaan (2.47) terlihat bahwa komponen pembentukan persamaan tersebut adalah konstanta M dan N seperti ditunjukkan pada persamaaan (2.76) dan (2.74). Berdasarkan kedua persamaan tersebut, terlihat parameter pembentukan persamaannya adalah : $N_r, I_r, x_1, T, P, \Psi$

Dimana:

N_r adalah jumlah lilitan pada rotor

I_r adalah arus medan pada rotor

τ adalah jarak kutub

x_1 adalah jarak alur rotor

P adalah jumlah kutub

Ψ adalah celah udara antara rotor dan stator = $y_1 - y_0$

Dengan mengacu pada sub bab II.2, maka bisa didapatkan bahwa jarak alur pada rotor dapat disimulasi berdasarkan persamaan :

$$x_1 = x + s$$

dengan,

x adalah dipilih sesuai dengan jarak rentang penuh yaitu: 3,141593

s adalah pada perhitungan ini dicoba dengan nilai : 0,63, 0,68, dan 0,95 Cm

Sedangkan parameter lainnya dipilih sebagai berikut:

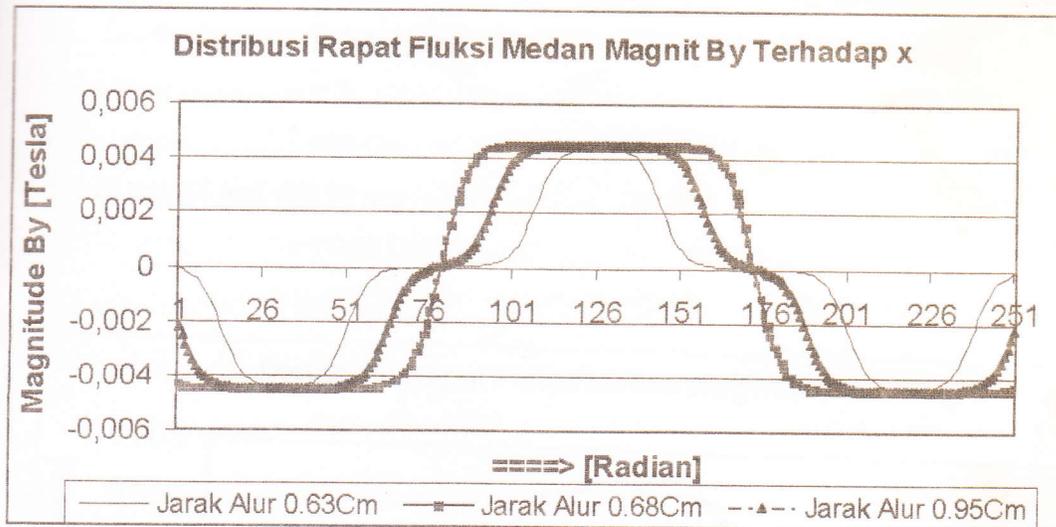
$N_r = 36$ turn

$I_r = 2$ Ampere

$P = 2$

$T = 15$ Cm

$\Psi = 10$ mm



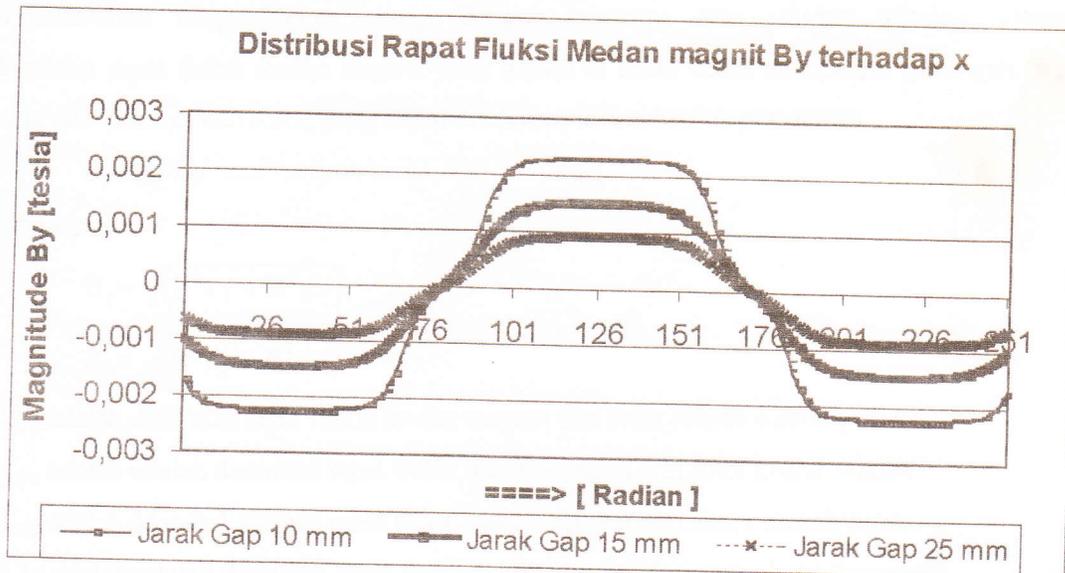
Gbr. 5.1. Pengaruh Jarak Alur Pada Rotor Terhadap By

Gambar 5.1 memperlihatkan kurva perubahan rapat fluksi medan magnet jika jarak alur rotor diubah-ubah. Kurva tersebut menunjukkan bahwa distribusi rapat fluksi rapat fluksi medan magnet bentuknya alurnya baik (mendekati kurva kosinus murni) apabila jarak alur semakin dekat. Dengan demikian jika jarak alur semakin lebar, pembentukan rapat fluksi magnetiknya akan semakin jauh dari bentuk kurva kosinus murni.

IV.3. Pengaruh Perubahan Celah Udara Antara Stator dan Rotor Terhadap Pembentukan Rapat fluksi Medan Magnet.

Untuk mendapatkan kurva perubahan pembentukan rapat fluksi medan magnet celah udara antara stator dan rotor diubah-ubah dipergunakan persamaan (2.46) dan (2.47). Rapar fluksi medan magnet total pada celah uadara seperti ditunjukkan persamaan (4.1). Berdasarkan persamaan (2.46) dan (2.47) komponen pembentukan kedua persamaan tersebut adalah konstanta M dan N seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.76) dan (2.74). Perhitungan dan simulasi dilaksanakan dengan memilih nilai parameter sebagai berikut:

N_r = 36 turn
 I_r = 2 Ampere
 P = 2
 T = 15 Cm
 Ψ = 10 mm, 15 mm, dan 25 mm
 s = 0.68 Cm



Gbr 5.2 Kurva Distribusi Rapat Fluksi Medan Magnet dengan perubahan Celah Udara

Gambar 5.2 memperlihatkan kurva perubahan distribusi rapat fluksi medan magnet apabila celah udara antara stator dan rotor diubah-ubah. Perubahan kurva tersebut menunjukkan bahwa perubahan celah udara akan mempengaruhi besar amplitude rapat fluksi medan magnet, sehingga akan mempengaruhi besar modulusnya. Selain itu pada nilai celah udara tertentu bentuk kurvanya akan mendekati kurva kosinus yang sempurna.

IV.4. Pengaruh Perubahan Arus Jangkar Terhadap Pembentukan Rapat fluksi Medan Magnet.

Pada sub bab II.3 dan II.5 ditunjukkan bahwa hasil perhitungan dan simulasi distribusi rapat fluksi medan magnet akibat pembentukan gaya gerak magnet pada rotor. Pada saat kumparan stator dihubungkan beban, maka akan mengalir arus yang disebut arus jangkar. Arus jangkar juga akan mengakibatkan pembentukan gaya gerak magnet yang akan berubah-ubah magnitudenya sesuai dengan besarnya arus jangkar tersebut. Dengan demikian rapat fluksi medan magnet yang terjadi di celah udara merupakan gabungan fluksi yang ada distator dan rotor, yang dapat dituliskan dalam bentuk persamaan :

$$B_y = B_2 + B_3 \dots \dots \dots (4.2)$$

dengan,

$$B_2 = \sqrt{(B_{2-y}^2 + B_{2-x}^2)}$$

$$B_3 = \sqrt{(B_{3-y}^2 + B_{3-x}^2)}$$

B_{2-y} adalah distribusi rapat fluksi medan magnet dari rotor ke arah sumbu y.

B_{2-x} adalah adalah distribusi rapat fluksi medan magnet dari rotor ke arah sumbu x

B_{3-y} adalah adalah distribusi rapat fluksi medan magnet dari stator ke arah sumbu y

B_{3-x} adalah adalah distribusi rapat fluksi medan magnet dari stator ke arah sumbu x

Untuk mendapatkan kurva rapat fluksi medan magnet apabila arus jangkar diubah-ubah akan digunakan persamaan (2.46), (2.47), (2.49) dan (2.50). Komponen-komponen pembentukan persamaan (2.76), (2.74), adalah konstanta M dan N dengan demikian nilai parameter yang dipilih sesuai dengan sub bab II.2. Komponen-komponen pembentukan persamaan (2.76) dan (2.74) adalah konstanta P dan Q, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.86) dan (2.92). Pada persamaan (2.86) dan (2.92) terlihat bahwa parameter-parameter yang terkandung dalam persamaan tersebut adalah N_s , dan I_s , serta parameter yang terkandung dalam konstanta M dan N, dengan N_s adalah kumparan pada stator dan I_s adalah arus jangkar pada stator. Pada proses perhitungan dan simulasi, nilai parameter tersebut dipilih sebagai berikut:

$$N_s = 96 \text{ turn}$$

$I_s = 2,2$ Ampere, $2,6$ Ampere, dan $3,2$ Ampere

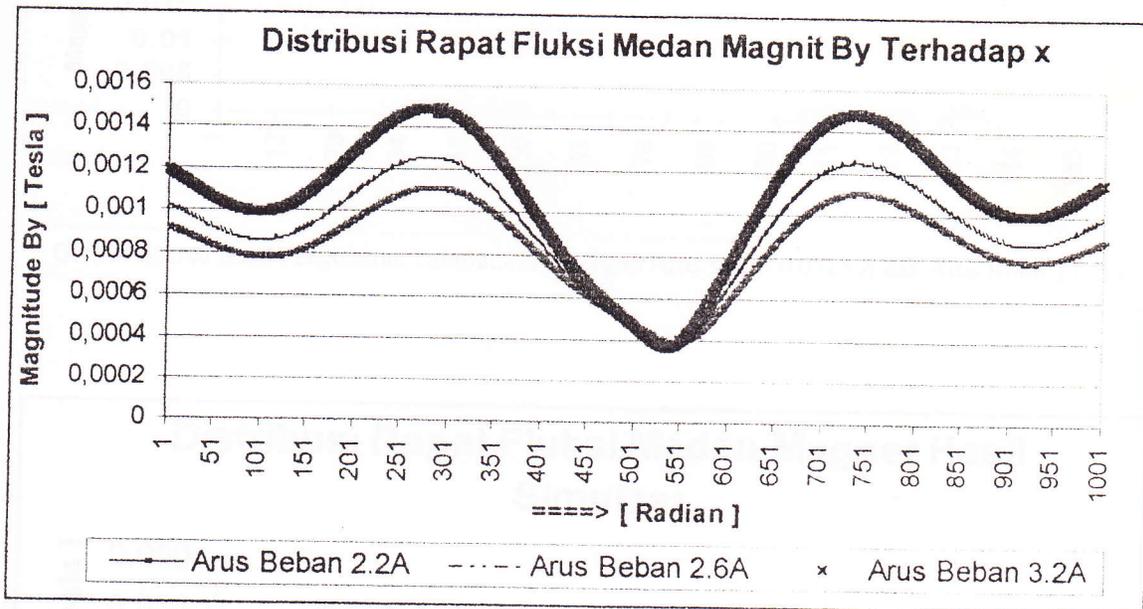
$I_r = 1$ Ampere

$N_r = 36$ Turn

Celah udara (Ψ) = 10 mm

Jarak kutub (T) = 15 Cm

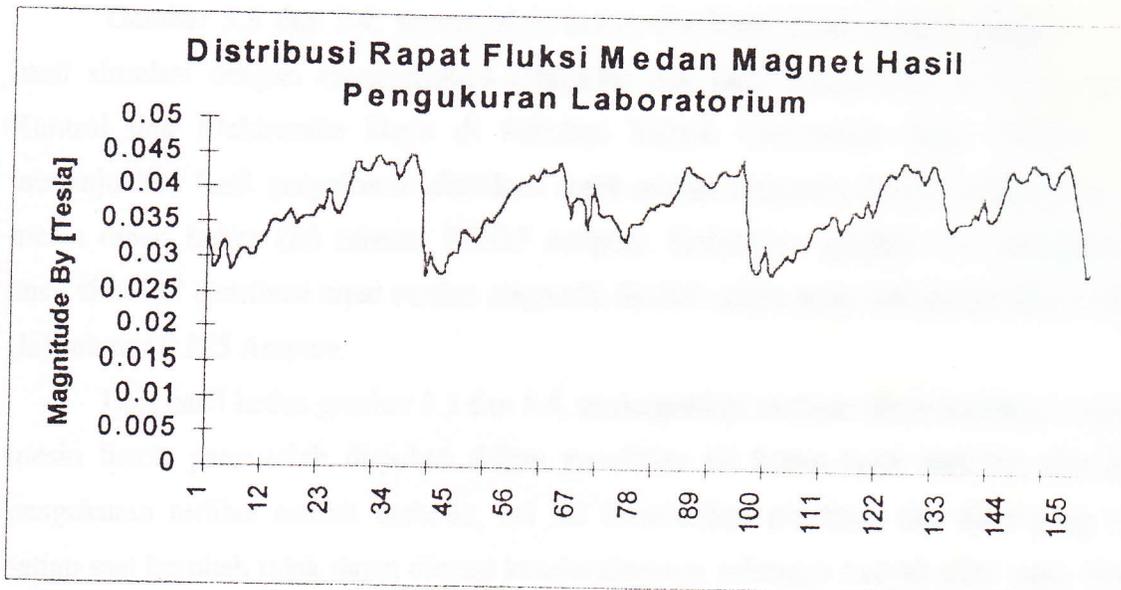
Jarak alur rotor (s) = 0.68 Cm



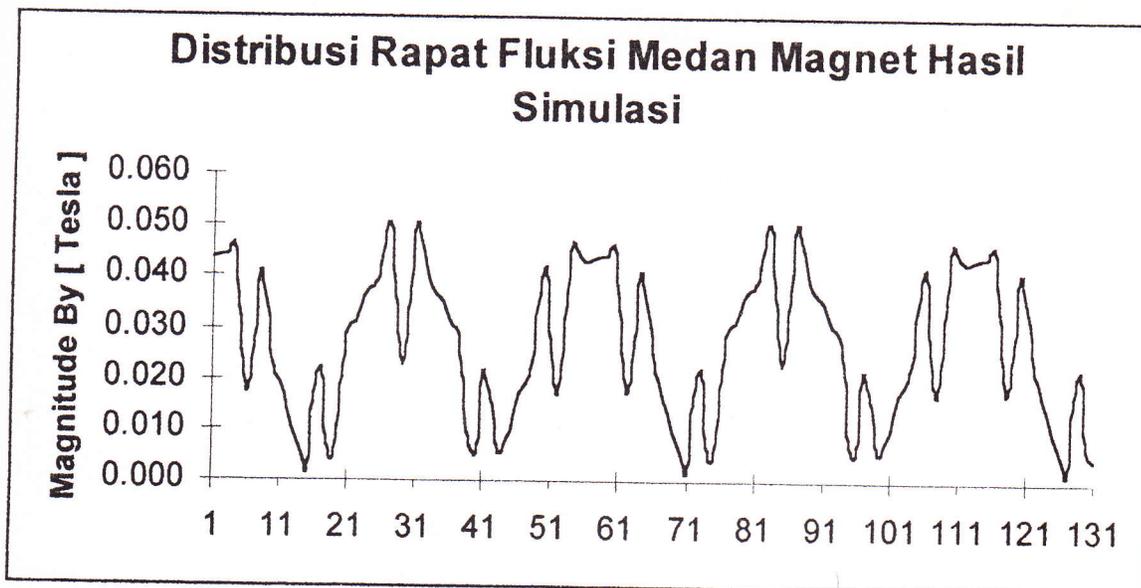
Gbr. 5.3. Kurva Distribusi Rapat Fluksi Medan Magnetik Dengan Pengaruh Perubahan Arus Beban (Stator)

Gambar 5.3 menunjukkan perubahan kurva distribusi rapat fluksi medan magnet apabila arus jangkar diubah-ubah. Bila dilihat dari segi kurvanya bentuknya adalah sama, tetapi semakin besar amplitudonya dengan bertambahnya arus beban atau arus jangkar (arus stator).

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran Distribusi Rapat Fluksi Medan Magnetik pada mesin sinkron 3 fasa rotor drum dengan memakai alat ukur Gauss/Teslameter FH 51 dan parameter yang digunakan jarak celah udara antara stator dan rotor 3 mm, putaran 1500 rpm, arus eksitasi 1.05 Ampere, arus jangkar 0.0325 Ampere, belitan stator 500 turn, belitan rotor 180 turn, jarak kutub 14 Cm, dan jarak alur rotor 1 Cm. Dibawah ini ditampilkan kurva distribusi kerapatan medan magnet hasil simulasi dan hasil pengukuran di laboratorium.



Gbr.5.4. Kurva Hasil Pengukuran Laboratorium dengan Arus Stator 0.0325 A dan Arus Rotor 1.05 A



Gbr.5.5 Kurva Hasil Simulasi dengan Arus Stator 0.0325 A dan Arus Rotor 1.05 A

Gambar 5.3 dan 5.4, menunjukkan kurva distribusi rapat medan magnetik analisis hasil simulasi dengan menggunakan komputer dan hasil pengukuran di Laboratorium Kontrol dan Elektronika Daya di Fakultas Teknik Universitas Riau. Gambar 5.3, menunjukkan hasil pengukuran distribusi rapat medan magnetik dicelah udara pada saat mesin diberi beban (I_s) sebesar 0.0325 Ampere. Sedangkan gambar 5.4, menunjukkan hasil simulasi distribusi rapat medan magnetik dicelah udara pada saat mesin diberi beban (I_s) sebesar 0.325 Ampere.

Dari hasil kedua gambar 5.3 dan 5.4, menunjukkan analisis untuk mendisain mesin-mesin listrik yang telah diajukan dalam penelitian ini kurva hasil simulasi dan hasil pengukuran terlihat sedikit berbeda, hal ini dikarenakan pembaca alat ukur yang nilai setiap saat berubah tidak dapat dicatat keseluruhannya, sehingga banyak nilai yang dibaca alat ukur tidak terbaca.