

BAB III

METODA

3.1 Peralatan dan bahan

Dalam metodologi penelitian ini penulis perlatan dan bahan untuk mendapatkan hasil simulasi diantaranya:

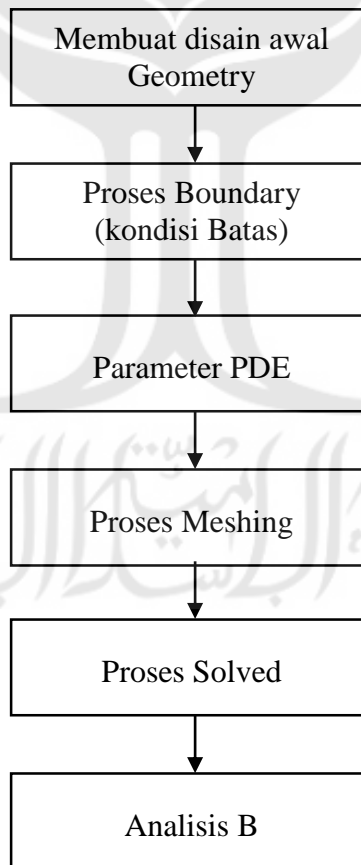
3.1.1 Alat

Pembuatan simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* matlab dengan *toolbox* PDE.

3.1.2 Bahan Penelitian

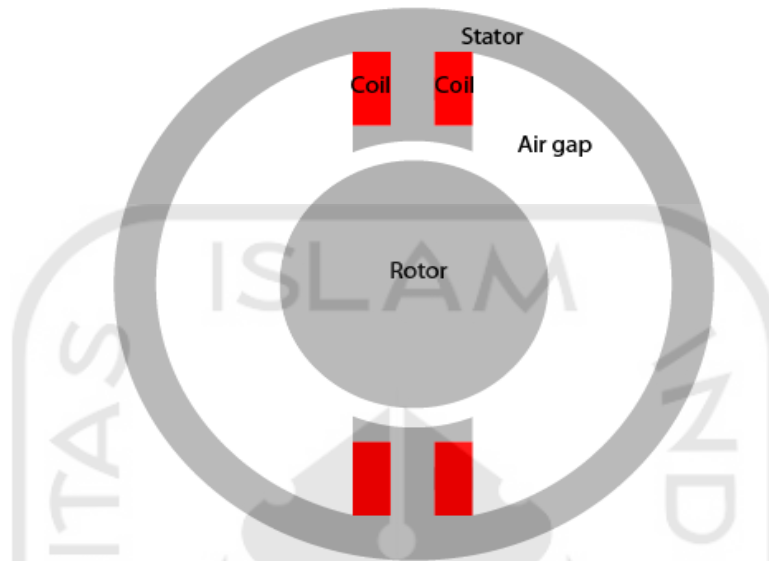
Bahan penelitian yang digunakan sebagai sumber untuk melakukan simulasi yaitu *model finite element* generator magnet permanen.

3.2 Perancangan Simulasi



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

Dua buah feromagnetik stator dan rotor, celah udara antara stator dan rotor serta koil yang membawa arus DC.



Gambar 3. 2 Topologi Generator Magnet Permanen

Permeabilitas magnetic celah udara dan koil mendekati permeabilitas magnetic ruang kosong,

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m. Dalam perancangan menggunakan permeabilitas magnetik $\mu = \mu_0$ untuk celah udara dan koil tembaga. Untuk stator dan rotor, μ adalah

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{\mu_{max}}{1 + c \|\nabla \cdot A\|^2} + \mu_{min} \right) \quad (3.1)$$

Dimana $\mu_{max} = 5000$, $\mu_{min} = 200$ dan $c = 0,05$ Kepadatan arus adalah 0 di mana-mana kecuali pada koil, dimana itu 1.

Permasalahan geometri membuat potensi vektor magnet A simetris terhadap y dan antisimetri terhadap x , sehingga dapat membatasi domain hingga $x \geq 0$, $y \geq 0$ dengan kondisi batas Neumann

$$n \cdot \left(\frac{1}{\mu} \nabla \times A \right)$$

Pada sumbu x dan kondisi batas Dirichlet $A = 0$ pada sumbu y . Bidang di luar diabaikan sehingga kondisi batas Dirichlet $A = 0$ pada batas ekterior.

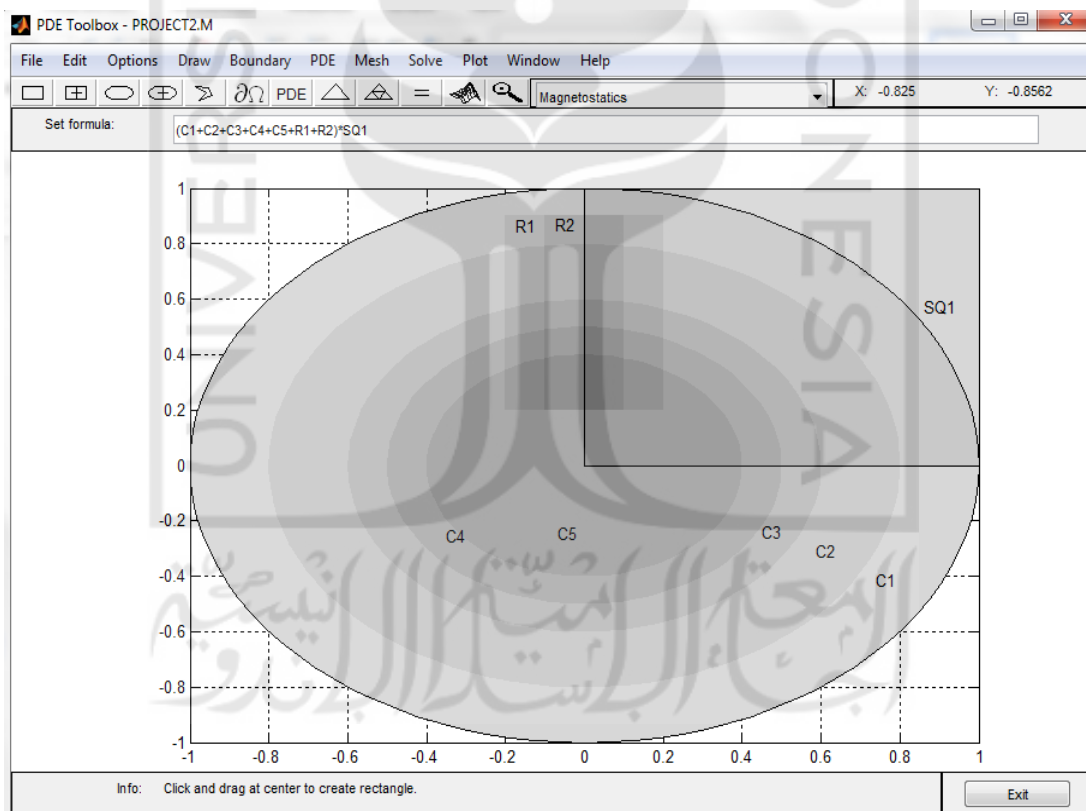
Pembuatan desain awal geometri

Model adalah gabungan lima lingkaran dan dua persegi panjang, agar memasukkan perintah berikut:

```
Command Window
>> pdecirc(0,0,1,'C1')
>> pdecirc(0,0,0.8,'C2')
>> pdecirc(0,0,0.6,'C3')
>> pdecirc(0,0,0.5,'C4')
>> pdecirc(0,0,0.4,'C5')
>> pderect([-0.2 0.2 0.2 0.9],'R1')
>> pderect([-0.1 0.1 0.2 0.9],'R2')
>> pderect([0 1 0 1],'SQ1')
fx >>
```

Gambar 3. 3 Command Window Perintah Geometry

Perintah diatas akan menampilkan tampilan disain awal seperti gambar berikut

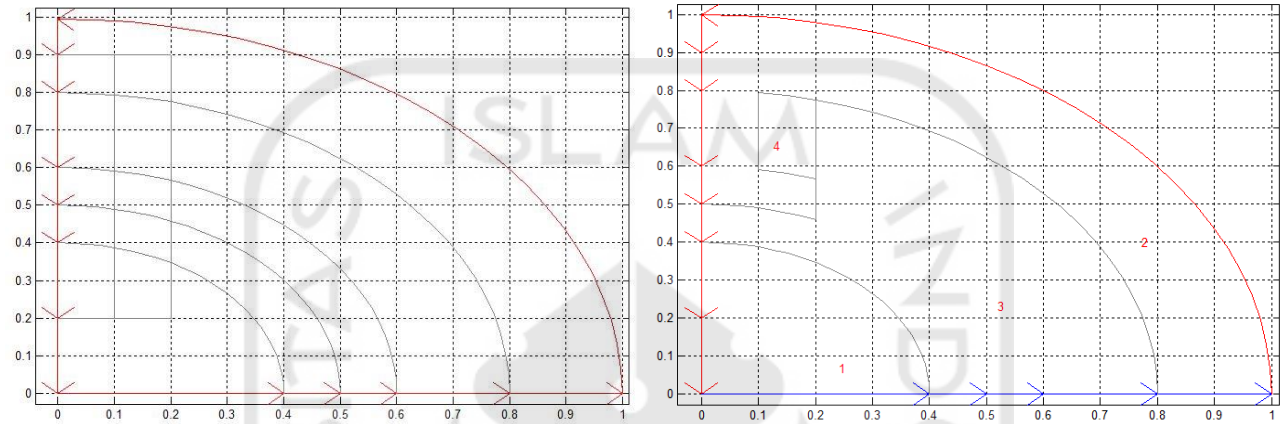


Gambar 3. 4 Model Geometri awal

Dilanjutkan memasukkan rumus set untuk mengurangi model ke kuadran pertama:

$$(C1+C2+C3+C4+C5+R1+R2)*SQ1$$

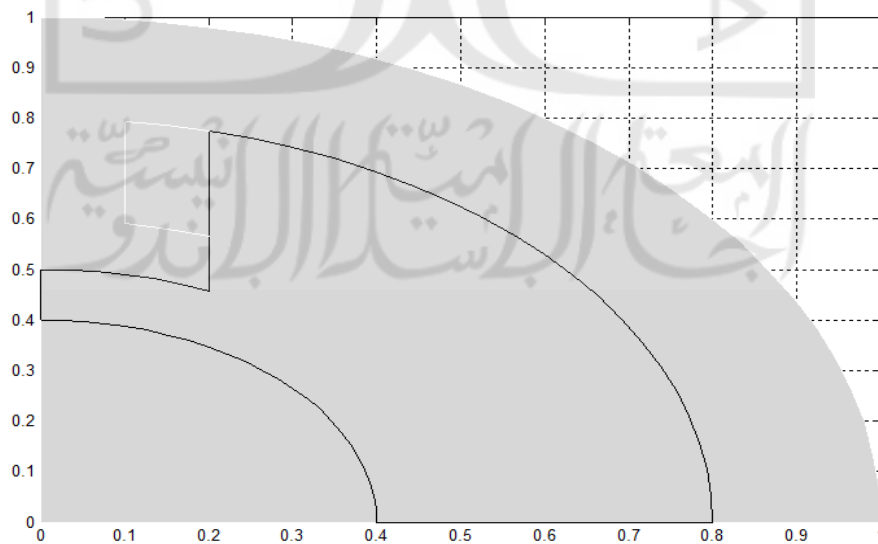
Dalam proses *boundary* (kondisi batas), beberapa batas subdomain perlu dihilangkan dari menu *boundary* sampai geometri terdiri dari empat subdomain: stator, rotor, koil, dan celah udara. Dalam plot berikut, stator adalah subdomain 1, rotornya adalah subdomain 2, koilnya adalah subdomain 3, dan celah udara adalah subdomain 4.



Gambar 3. 5 Perbandingan Proses Boundary

Penentuan jenis kondisi batas dilakukan sepanjang sumbu x menjadi batas Neumann (biru) dengan ketentuan $g = 0$ dan $q = 0$, batas lainnya yaitu Dirichlet adalah kondisi *default* dari Boundary Mode tanpa perlu diubah dengan kondisi $h = 1$ dan $r = 0$.

Proses PDE



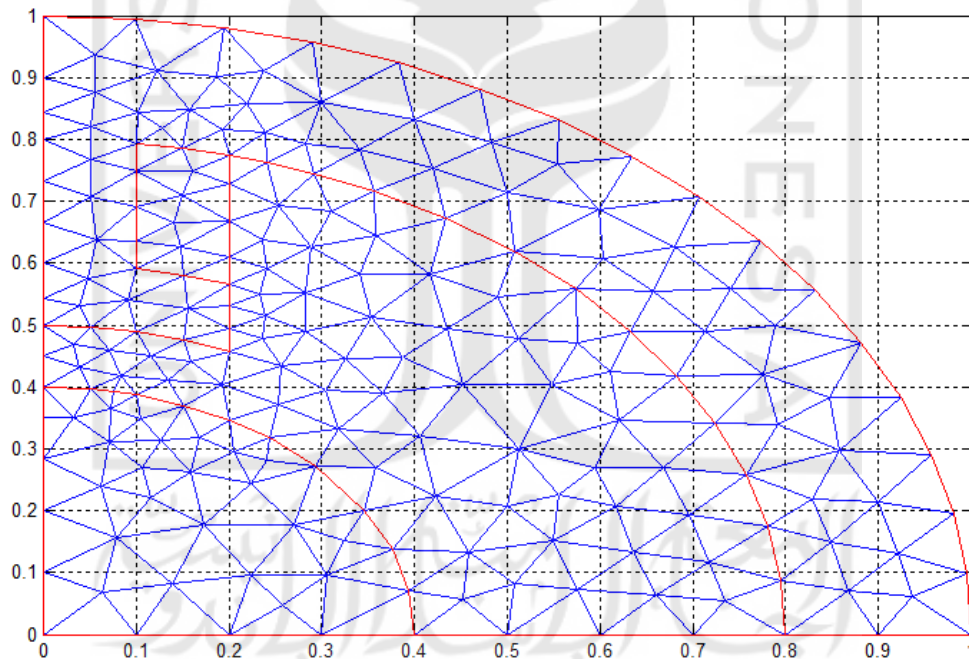
Gambar 3. 6 PDE Mode

Pada proses PDE menentukan parameter dari masing-masing komponen. Berikut adalah nilai koefisien dari masing-masing komponen

- Koil: $\mu = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ H/m, $J = 10$ H/m²
- Stator dan rotor: $\mu = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot (5000 / (1 + 0.05 \cdot (u_x.^2 + u_y.^2)) + 200)$ H/m, dimana $u_x.^2 + u_y.^2$ sama dengan $|\nabla A|^2$, $J = 0$ (tanpa arus).
- Celah udara: $\mu = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ H/m, $J = 0$

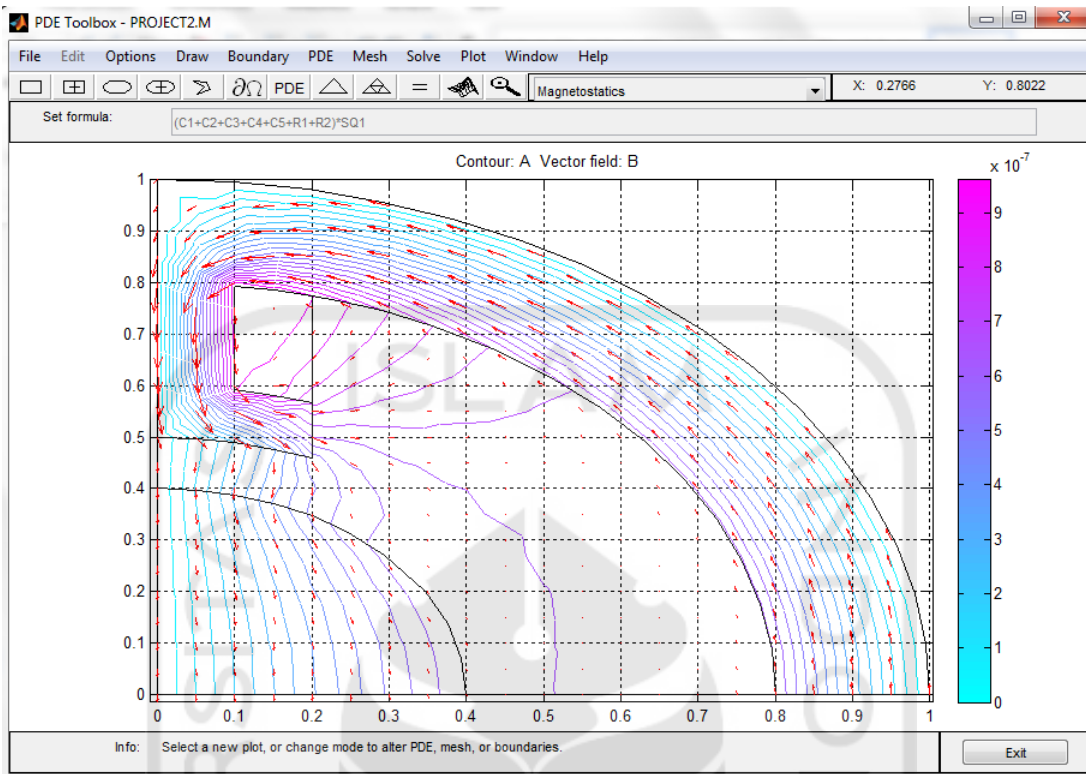
Proses Meshing

Menampilkan kondisi grid (jejaring) pada bagian dalam geometry, mengindikasikan pengaruh pemberian nilai koefisien pada tiap komponen yang dilakukan pada proses sebelumnya.



Gambar 3. 7 Mesh Mode

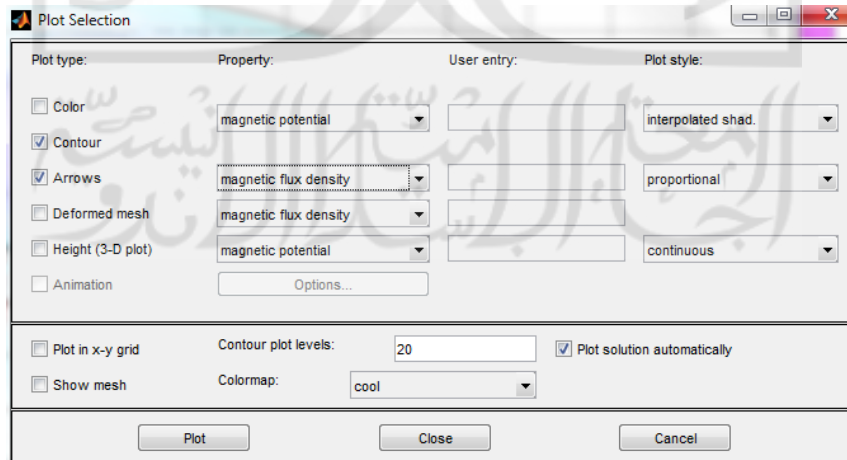
Proses Solved



Gambar 3. 8 Solved Mode

Merupakan tahapan akhir pada proses simulasi menggunakan PDEtool. Menunjukkan hasil berupa kontur pada bagian *geometry* dan bidang vektor yang menunjukkan kerapatan fluks magnetik yang berupa panah berwarna merah

Penyesuaian tampilan pada *mode Solved* bias diubah sesuai dengan keadaan. Proses ini berada pada *mode Plot-Parameters*. Berikut tampilan dari mode Plot



Gambar 3. 9 Plot Parameters