

BAB IV

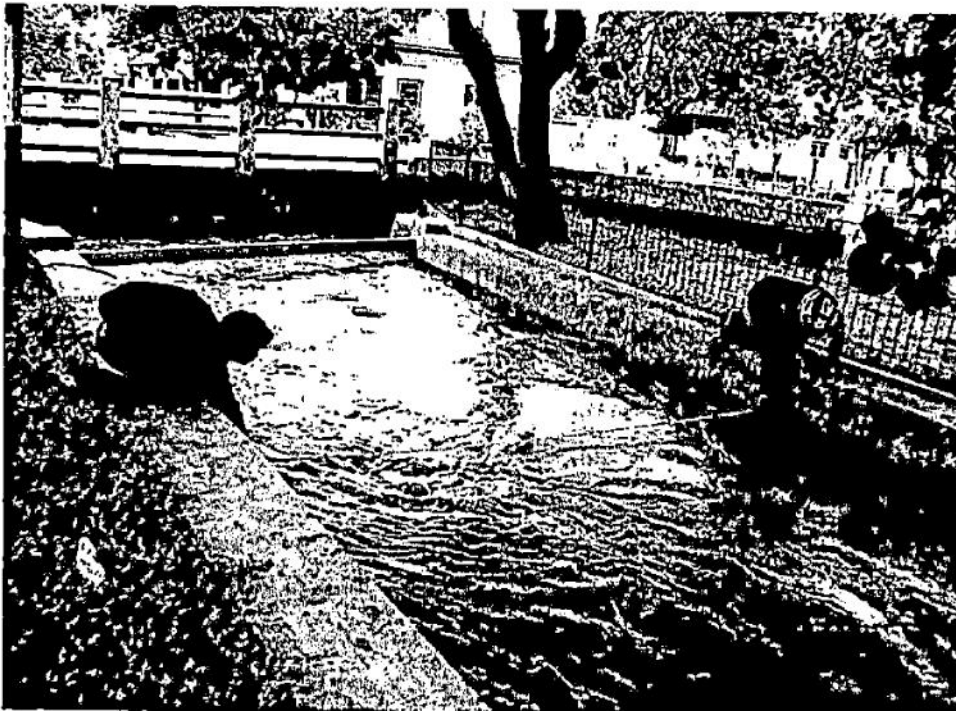
ANALISA DAN PENGUJIAN

4.1. Data Pengamatan

Pengujian dilaksanakan di saluran irigasi Rindam IV Diponegoro kab Magelang Jawa Tengah selama 2 Minggu.

Prosedur pengujian dilakukan sebagai berikut:

- a. Untuk menentukan lebar aliran digunakan meteran.
- b. Untuk mengukur kedalaman air digunakan kayu yang telah diberi tanda kemudian kayu tersebut diukur dengan meteran
- c. Untuk mengukur kecepatan air digunakan sebuah bola pingpong, kemudian, yang dihanyutkan pada saluran sepanjang 10 meter, dan dilakukan secara berulang kemudian diambil rata-ratanya



Dari pengujian dilapangan diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut

Lebar saluran : 3.5 meter

Tinggi saluran : 1.3 meter

Kecepatan : 1.16 m/s

4.2. Analisa Perkiraan Daya aliran

Daya aliran atau sering disebut energi potensial air dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut

$$Pa = \frac{1}{2} \rho QV^2$$

Dimana

Pa = Daya air (watt)

ρ = massa jenis air (1000 kg/m³)

Q = Debit air (m³/s)

V = Kecepatan air (m/s)

Maka diperoleh

$$\begin{aligned} Pa &= \frac{1}{2} * 1000 * 5.29 * (1.16)^2 \\ &= 3.5 \text{ KW} \end{aligned}$$

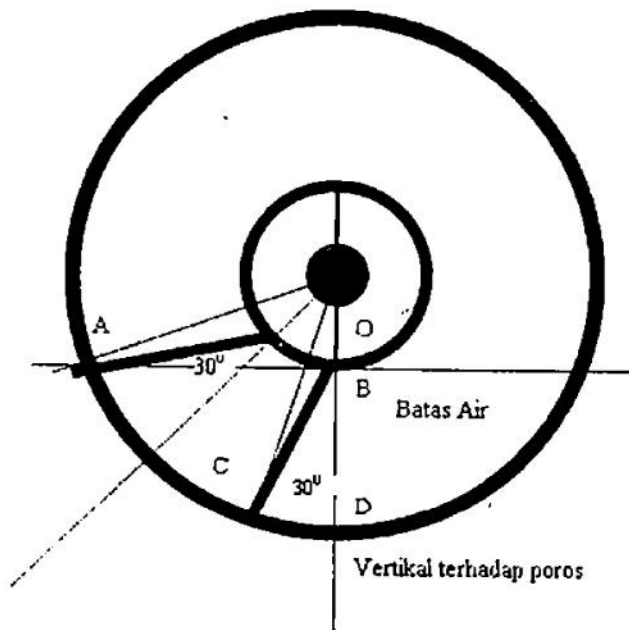
4.3. Perancangan Kincir

Kincir yang digunakan dalam perancangan ini adalah kincir jenis *undershot*, penggunaan kincir ini dikarenakan konstruksinya cocok untuk aliran air berarus datar dan dangkal

a. Sudu Turbin

Diasumsikan lebar sudu maksimum = $1/3$ lebar penampang aliran

Maka lebar sudu = $1/3 * 3.5 = 1.16$ meter



Gambar 4.2 Perancangan Sudu Turbin

Bahan : Besi

Ketebalan : 2 mm

Model sudu : rata

Luas penampang : $L = p * l$

$$L = 1 \text{ m} * (3.5/3) \text{ m}$$

$$= 1.16 \text{ m}^2$$

Untuk menentukan jumlah sudu turbin dapat diperoleh dengan 2 cara

yaitu: 1. Geometri

2. Rumus.

Dari gambar 4.1 dapat ditentukan berapakah nilai sudu

Diketahui : R lingkaran 1.5m sehingga Diameter = 3m

Sudut vertikal terhadap poros 30^0 (tetapan berdasarkan penelitian)

Panjang busur AC (jarak antar sudu) m

Jumlah sudu (N) = Keliling lingkaran / panjang busur AC

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Keliling lingkaran} &= 2 \pi R \\ &= 2 * 3.14 * 1.5 \\ &= 9.42 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk menghitungnya tentukan dahulu besar sudut AOC

Dengan menggunakan rumus pythagoras tentukan panjang AB

$$\begin{aligned} AB &= \sqrt{AO^2 - BO^2} \\ &= \sqrt{1.5^2 - 0.5^2} \\ &= \sqrt{2.25 - 0.25} \\ &= \sqrt{2} \\ &= 1.414 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka besar sudut ACR = $\sin \theta = \frac{\text{panjang } OB}{\text{panjang } AC}$

maka besar sudut $CAO = COD = 19.47^\circ$

Jadi besar sudut $AOC \Rightarrow 180^\circ = (90^\circ + 19.47^\circ + 19.47^\circ + x)$

$$180^\circ = 128.94 + x$$

$$x = 180 - 128.94$$

$$x = 51.06^\circ$$

$$AOC = x = 51.06^\circ$$

maka :

$$\text{panjang busur AC} = \frac{\text{besar sudut AOC}}{360} * \text{keliling_lingkaran}$$

$$\text{panjang busur AC (jarak antar sudu)} = 51.06/360 * 9.43$$

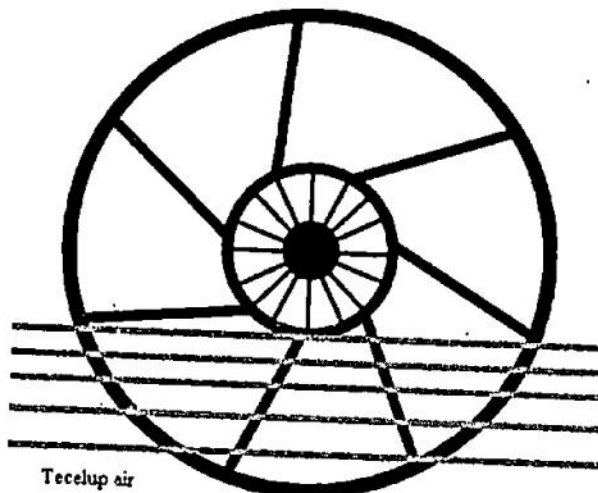
$$= 1.33 \text{ m}$$

Maka

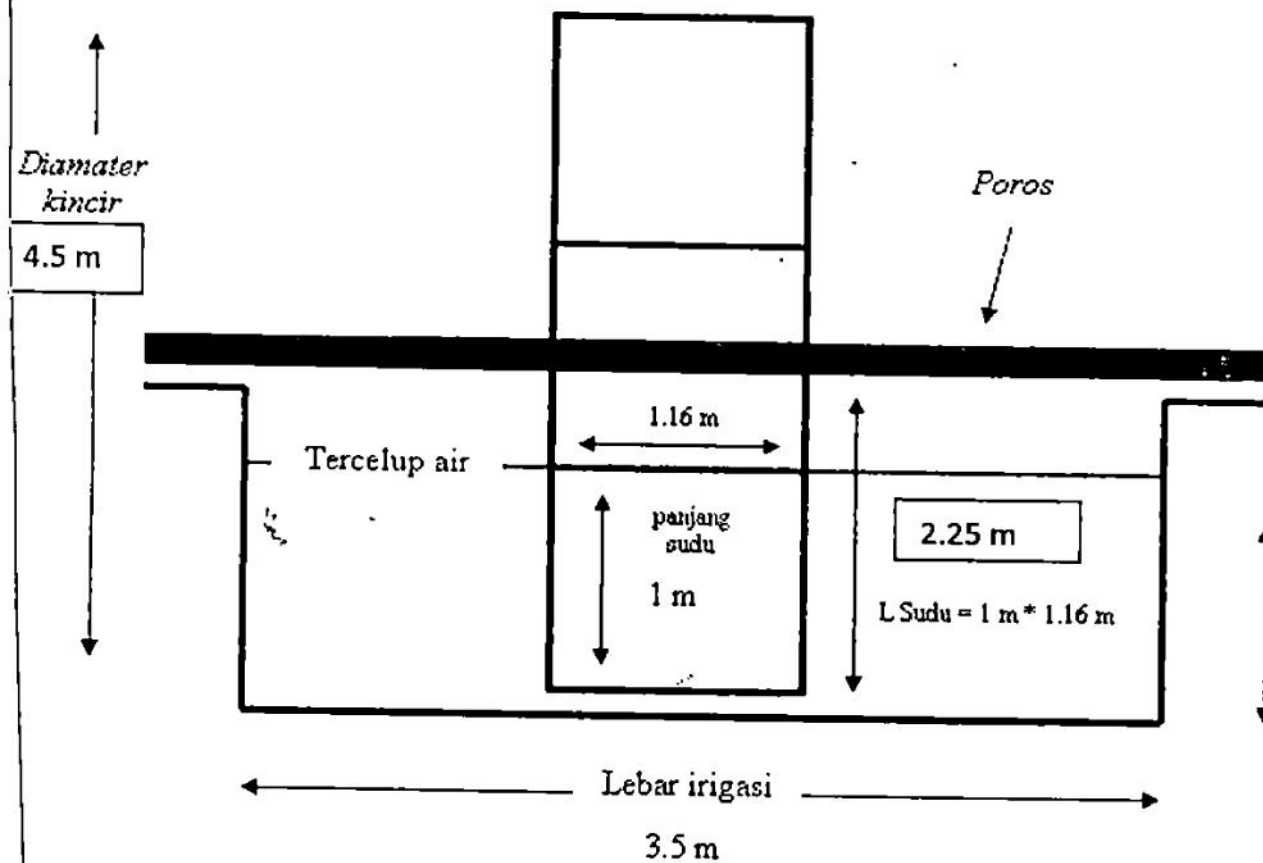
$$\text{Jumlah sudu (N)} = 9.43/1.33$$

$$= 7.09$$

$$= 7 \text{ buah}$$



Gambar 4.3 Perancangan Turbin dengan 7 sudu tampak samping



Gambar 4.4 Kincir dengan jumlah sudu 7 buah tampak depan

b. Menentukan kecepatan putaran kincir

Kecepatan putaran kincir dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{60 * v}{\pi * D}$$

di mana v : kecepatan aliran air (m/s)

D : diameter (m)

$$m = 1340 \text{ kg/s}$$

$$F_k = 1340 * 1.16$$

$$= 1554.40 \text{ N}$$

$$T_k = 1554.40 * 2.25$$

$$= 3497.4 \text{ Nm}$$

$$\omega = \frac{2 * 3.14 * 4.9}{60}$$

$$= 0.5 \text{ rad/s}$$

Maka

$$P_k = 3497.4 * 0.5$$

$$= 1748,7 \text{ W}$$

Jadi Daya kincir adalah 1.7 KW

4.4. Rancangan Generator

Pada perancangan generator ini digunakan jenis Generator magnet permanen karena generator jenis ini mampu diaplikasikan untuk kecepatan tinggi maupun kecepatan rendah sehingga mampu diaplikasikan di berbagai macam peralatan. Kriteria yang dihasilkan dari rancangan generator adalah :

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$V = 220 \text{ V}$$

$$\text{Daya} \rightarrow \text{Daya kincir} = \text{Daya input rancangan generator} = 1.7 \text{ KW}$$

4.4.1. Menentukan jumlah kutub

Jumlah kutub dapat diperoleh dengan rumus :

$$P = \frac{60f}{n}$$

Maka,

$$P = \frac{60 * 50}{7.39}$$

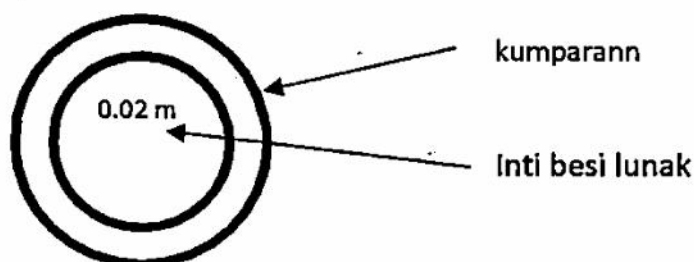
$$P = 405$$

$P = 405$ pasang per kutub

Maka P total = $2 * 405 = 810$ kutub

4.4.2. Menentukan jumlah lilitan tiap –tiap kumparan

Diasumsikan hubungan antar kumparan generator adalah paralel. Pada inti kumparan dibuat digunakan besi lunak sehingga bentuk keseluruhan kumparan adalah



Gambar 4.5 Bentuk kumparan

Jumlah lilitan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai

Dimana B = Kerapatan medan magnet
 A = Luas diameter magnet (m^2)
 ω = Kecepatan sudut (rad/s)
 \mathcal{E} = GGL Induksi
 N = jumlah lilitan

Dimana

$$\omega = 2 \pi f$$

Magnet yang digunakan disesuaikan dengan yang ada di pasaran merk NSN 0582



Gambar 4.6 Sumber : www.rare-earth-magnet.com

dengan karakteristik :

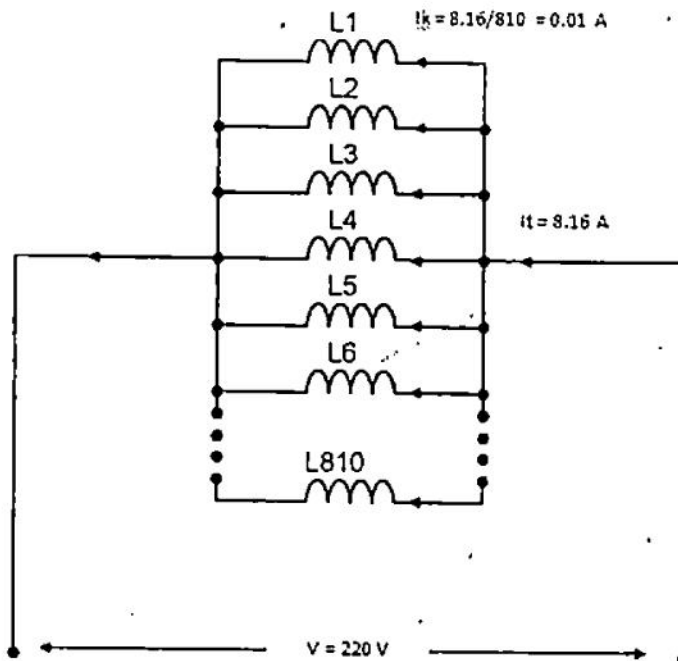
Diameter = 0.75 inch
 = 1.905 cm
 = 0.02 m
 = 20 mm

Kuat medan magnet = 1.25 – 1.28 Tesla \Rightarrow maka diambil tengahnya 1.27 Tesla

4.4.3. Menentukan diameter kawat kumparan

Daya generator : 1795.33 Watt

Arus yang melewati kumparan :



Gambar 4.7 Susunan lilitan berbentuk: paralel

$$I = 1795.33/220 = 8.16 \text{ A}$$

Maka arus yang melewati tiap kumparan = $8.16\text{A}/810 = 0.01\text{A}$

Tabel 4.1 KHA Kapasitas Hantar Arus kawat email

Diameter Kawat (mm)	Kemampuan dilalui Arus (A)
1,3	5
1,1	4
1	3
0,9	2
0,8	1
0,45	0,5
0,35	0,3
0,325	0,2
0,3	0,15
0,25	0,125
0,225	0,1
0,2	0,075
0,15	0,05
0,125	0,025

Maka dari tabel KHA digunakan kabel tembaga dengan diameter 0.125 mm.

Jumlah lilitan yang diperlukan

$$B = 1.27 * 75\% = 0.96 \text{ Tesla}$$

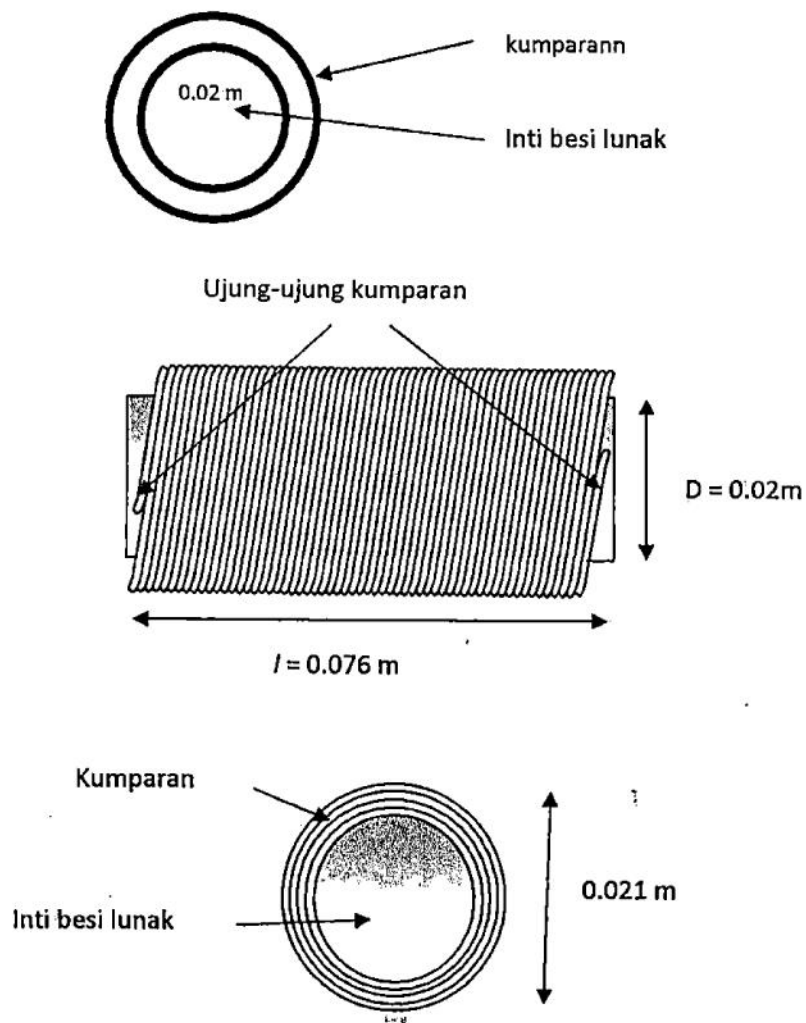
Dimana Diameter stator diasumsikan 0.02 m

$$\begin{aligned} A_{\text{stator}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} 3.14 * (0.02)^2 \\ &= 0.0003 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega &= 2 \pi f \\ &= 2 * 3.14 * 50 \\ &= 314 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= \frac{220}{0.96 * 0.0003 * 314} \\ &= 2433 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

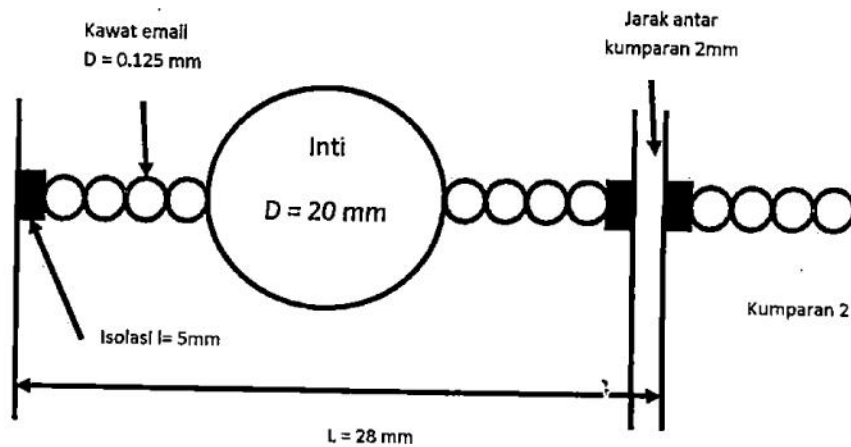
Untuk mengurangi panjang inti besi lunak kumparan maka dibagi 4.



Gambar 4.8 Penampang kumparan stator

Maka diperoleh

$$\begin{aligned}
 l &= D_{\text{inti}} + 4 \cdot (2 \cdot D_{\text{k. email}}) + \text{Isolasi} + \text{jarak antar kumparan} \\
 &= 0.02 + 4 \cdot (2 \cdot 125 \cdot 10^{-6}) + 0.005 + 0.002 \\
 &= 0.02 + 0.001 + 0.005 + 0.002 \\
 &= 0.028 \text{ m} \\
 &= 28 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.9 Lebar stator

4.4.4. Konstruksi stator

Stator dalam rancangan ini merupakan bagian yang tidak bergerak yang terdiri dari 2 bagian pokok yaitu :

- Bidang konstruksi penyangga yang kokoh
- Kumparan dan inti

Desain stator adalah sebagai berikut :

- Konstruksi penyangga kumparan akan memuat konstruksi tata letak kumparan yang berbentuk lingkaran
- Bila diameter setiap kumparan 0.02 m dan jumlah kumparan 810 buah maka diameter konstruksi penyangga minimal dapat ditentukan sebagai berikut :

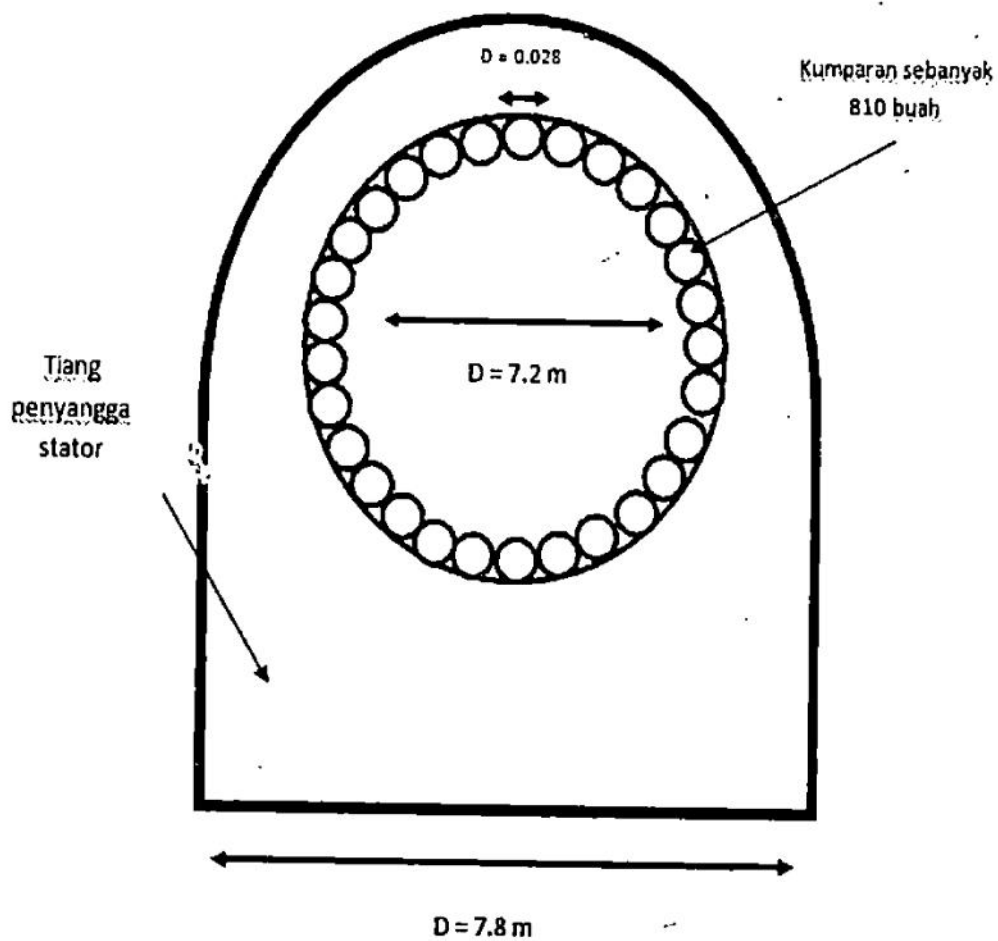
$$\text{Keliling lingkaran} = 0.028 \text{ m} * 810 = 22.68 \text{ m}$$

$$\text{Sehingga diameternya} = \pi D$$

$$22.68 = 3.14 D$$

$$D = 22.68 / 3.14$$

$$= 7.2 \text{ m}$$



Gambar 4.10 Konstruksi penyangga kumparan stator

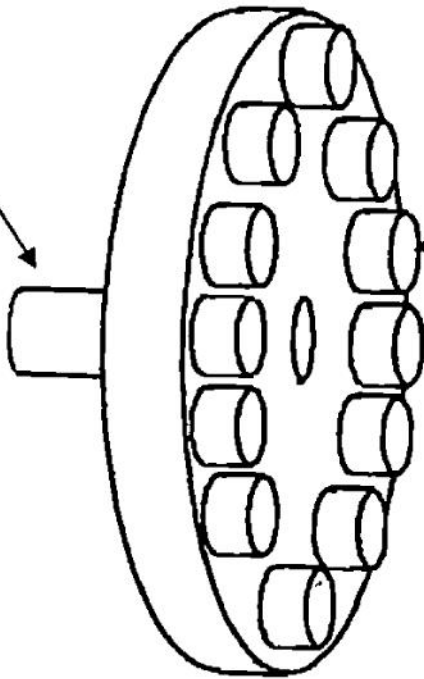
4.4.5. Desain Rotor

Rotor adalah bagian yang bergerak dari sebuah generator. Bagian-bagian

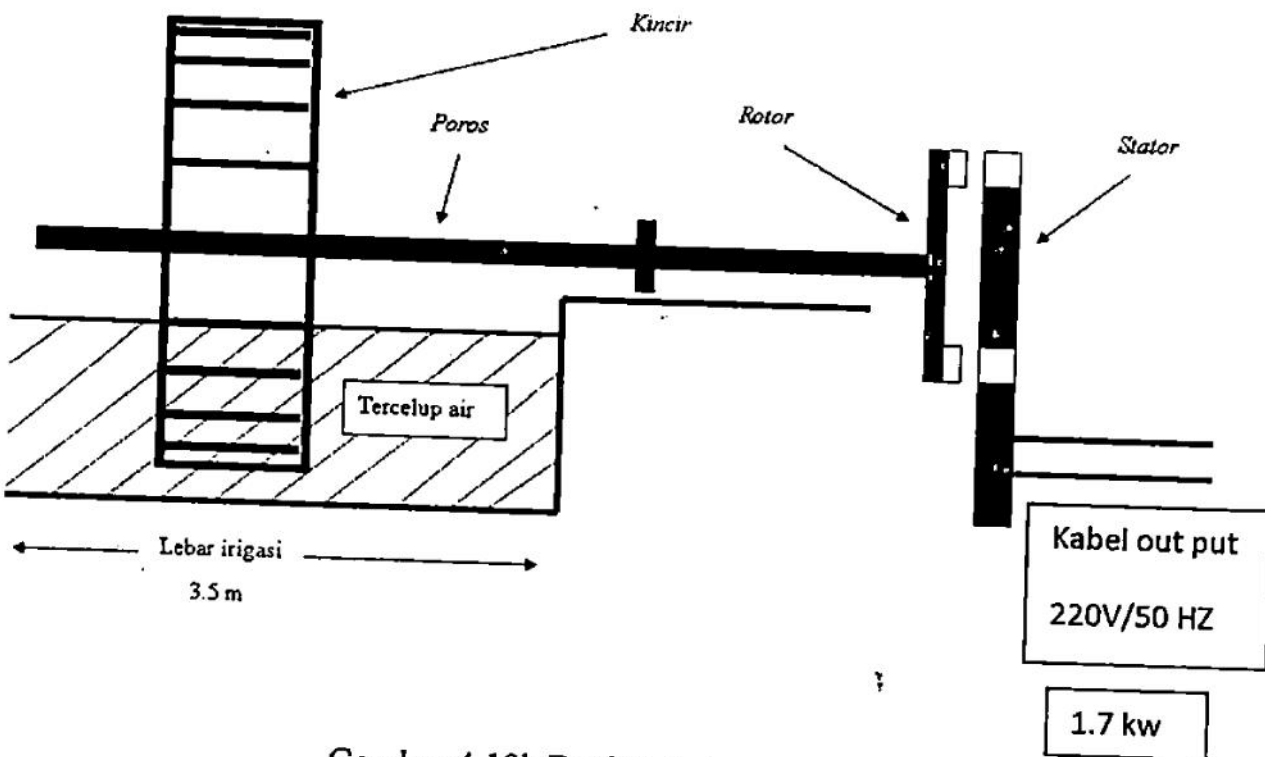
b. Poros

Poros

Magnet permanen 810 buah



Gambar 4.10a Design Rotor



Gambar 4.10b Design Rotor