

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Penelitian Potensi Mikrohidro Pada Saluran Irigasi

Tahap awal dari pengembangan pembangkit listrik mikrohidro tersebut dimulai dengan mengadakan survey lapangan untuk mengetahui potensi saluran irigasi yang akan dikembangkan menjadi PLMTH. Setelah mendapatkan lokasi untuk penelitian maka dilakukan pengambilan data dengan cara mengukur lebar, kedalaman, kecepatan, debit air dan menghitung potensi daya listrik. Di bawah ini adalah gambar skema sederhana langkah kerja penelitian potensi mikrohidro di Desa Kebon Agung Kec. Imogiri Kab. Bantul Yogyakarta.



Gambar 4.1 Skema alur penelitian

Pengujian dilaksanakan selama 2 minggu di Irigasi Desa Kebon agung Kec. Imogiri Kab. Bantul Yogyakarta. Prosedur pengujian dilakukan sebagai berikut:

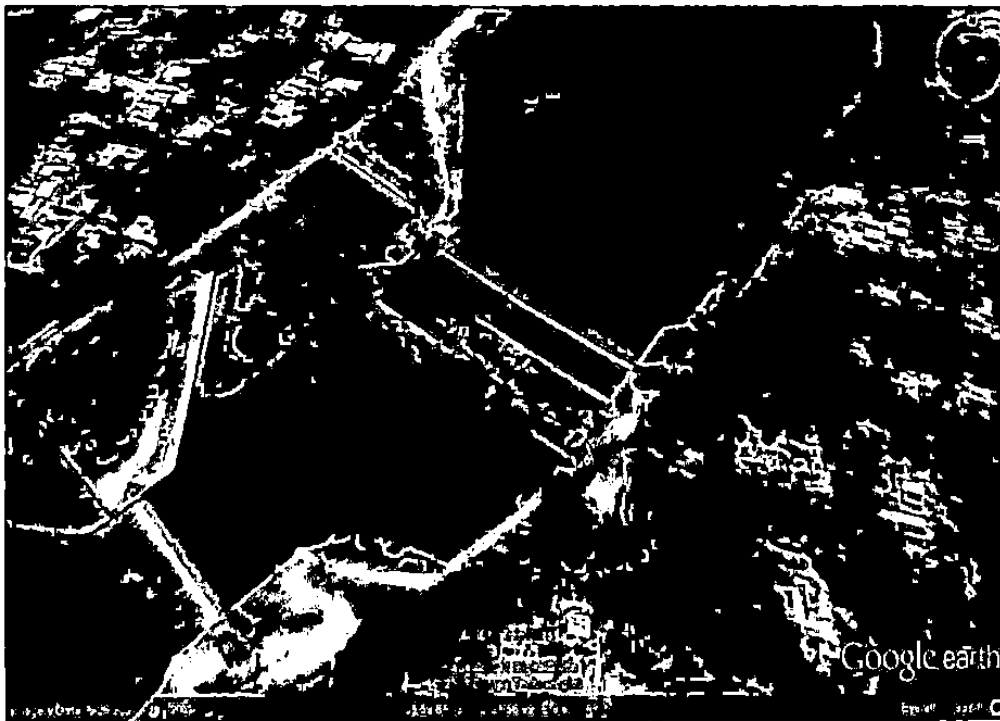
- a. Untuk menentukan lebar aliran diukur dengan menggunakan rol meter.
- b. Untuk mengukur kedalaman air digunakan kayu yang telah diberi tanda kemudian kayu tersebut diukur dengan rol meter.
- c. Untuk mengukur kecepatan air digunakan sebuah bola pingpong, kemudian, yang dihanyutkan pada saluran sepanjang 10 meter, dan dilakukan secara berulang sebanyak 20 kali kemudian diambil rata-ratanya



Gambar 4.2 Pengujian dan pengukuran di lokasi penelitian

#### 4.2 Pengukuran & Pengambilan Data Pada Saluran Irigasi

Lokasi yang akan dilakukan pembuatan mikrohidro terdapat di Desa Kebonagung, Kec.Imogiri, Kab.Bantul. Disana terdapat potensi energy yang cukup besar, dikarenakan terdapat bendungan tegal yang debitnya sangat besar. Letak tempat tersebut di penggalan peta pada gambar 4.3 di bawahini.



Gambar 4.3 Lokasi Bendungan Tegal

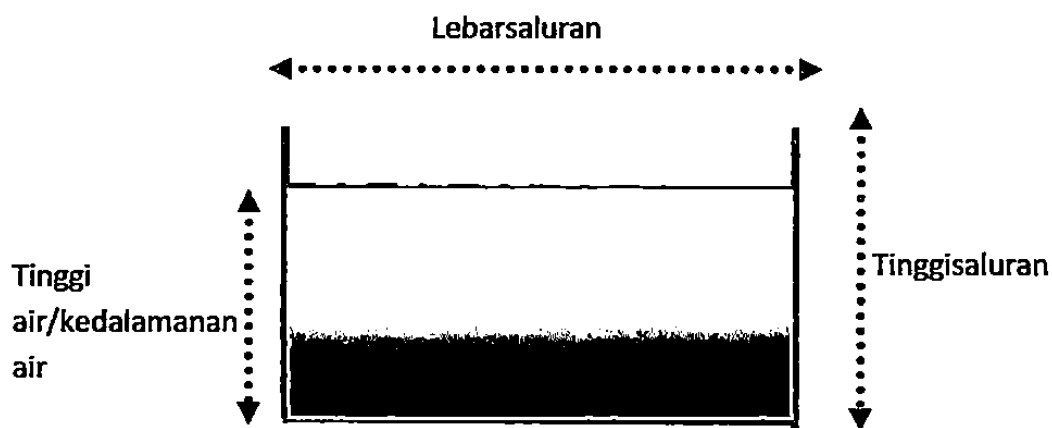
Pengambilan data pengukuran mengambil lokasi parit disebelah bendungan. Dalam pengambilan data ini kami melakukan survey terlebih dahulu untuk menentukan tempat melakukan pengukuran.

Pada tahap pengukuran yang akan dilakukanya itu pengukuran lebar saluran

... ..

dengan menggunakan bola pingpong dan stopwatch. Pengukuran dilakukan disepanjang melintang saluran irigasi dengan sepanjang 10 meter, dilakukan sebanyak 20 kali.

Berdasarkan hasil pengukuran maka dapat dibuat gambar profil melintang saluran irigasi seperti yang ditunjukkan dalam grafik di bawah ini:



Gambar 4.4 Bentuk saluran irigasi

### 4.3 Perhitungan & Analisa Potensi Mikrohidro

#### 4.3.1. Menghitung Debit Air

Data hasil pengukuran diperoleh luas penampang dan kecepatan air sebagai

Maka untuk mencari debit air yaitu:

$$Q = A \times V$$

Dimana:

Q = Debit air ( $m^3/s$ )

A = Luas penampang ( $m^2$ )

V = Kecepatan (m/s)

Sehingga,

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,62 \text{ m}^2 \times 0,84 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,52 \text{ m}^3/s$$

#### 4.3.2. Analisa Perkiraan Daya aliran

Daya aliran atau sering disebut energi potensial air dapat diperoleh dengan

Diketahui

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = 0,52 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V = 0,84 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} Pa &= \frac{1}{2} \rho Q V^2 \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} \times 0,52 \text{ m}^3 / \text{s} \times (0,84 \text{ m/s})^2 \right) \\ &= \frac{1}{2} \left( 520 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 0,7056 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right) \\ &= \frac{1}{2} \left( 366,912 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3} \right) \\ &= 183,45 \text{ watt} \end{aligned}$$

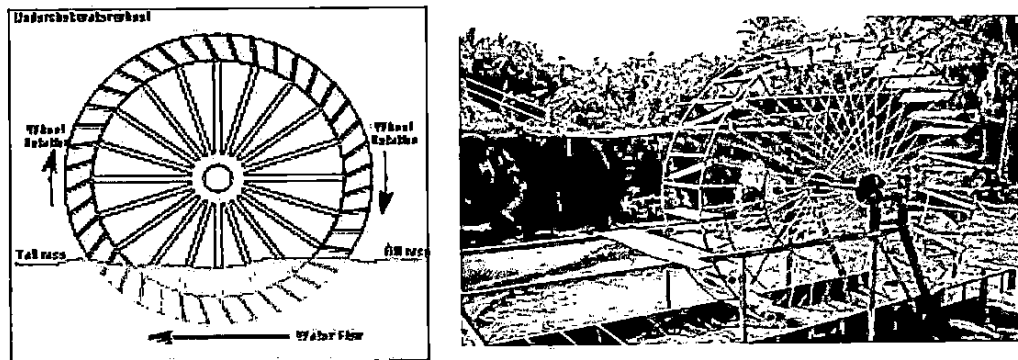
Hasil dari perhitungan untuk menghitung daya aliran air yang dihasilkan adalah sebesar 183,45 W

#### 4.4 Kincir

##### 4.4.1. Menentukan Jenis Kincir

Setelah melakukan survey kelokasi yaitu di desa Poncol, Kel.Gelangan, Magelang Tengah, Kab.Magelang, Jawa Tengah, maka jenis kincir yang digunakan dalam perancangan PLTMU ini adalah kincir jenis undershot

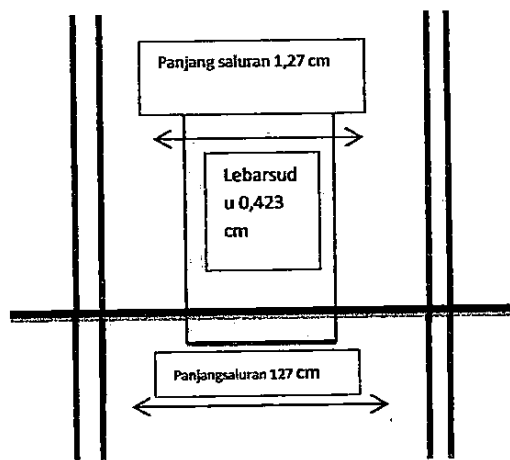
Pemilahan kincir ini disesuaikan dengan lokasi penelitian yang beraliran datar dan deras.



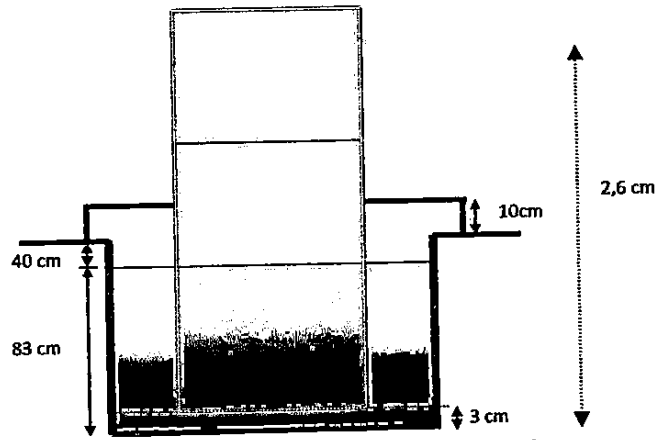
Gambar 4.5 contoh model kincir air undershoot

#### 4.4.2. Menentukan Dimensi Kincir

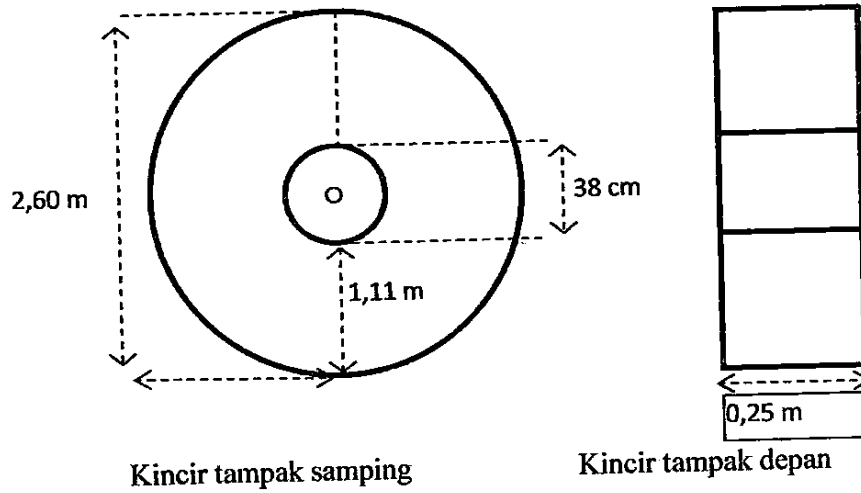
Penentuan dimensi kincir air yang meliputi lebar, diameter dan ukuran sudut didasarkan pada situasi peletakan kincir. Karena keadaan irigasi yang tidak terlalu lebar maka penulis mengambil sepertiga lebar dari salurannya itu  $\frac{1}{3}$  dari  $0,75\text{m} = 0,25\text{m}$ .



Gambar 4.6 Pemasangan Kincir Tampak Atas



Gambar 4.7 Penempatan kincir dalam air tampak depan



Kincir tampak samping

Kincir tampak depan

Gambar 4.8 Gambaran alias ukuran lebar sudut



#### 4.4.3. 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

- Sudu yang tercelup air = 0,86 m

Diperoleh dari  $0,76 \text{ m} + \text{tinggi pondasi} = 0,1 \text{ m}$

- Panjang sudut = 1,11 m

Diperoleh dari sudut yang tercelup =  $0,86 + \text{panjang tambahan} = 0,25 \text{ m}$

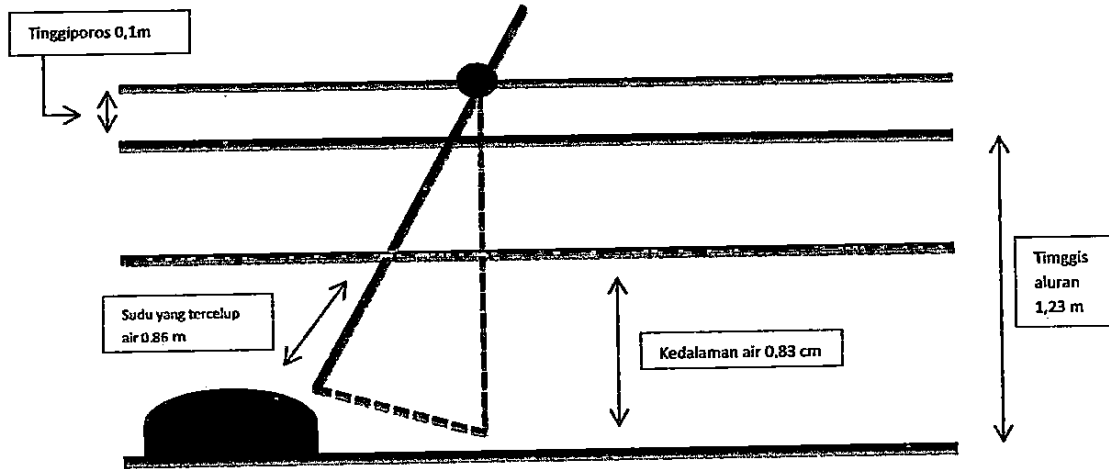
- Lebarsudu = 0,25 m

Diperoleh dari  $\frac{1}{3}$  dari 0,75 m

- Jari-jari kincir = 1,30 m

Diperoleh dari pajang sudut =  $1,11 \text{ m} + 19 \text{ (jari-jari dalam)}$

- Diameter kincir = 2,60 m



Gambar 4.9 Gambar Sketsa Konstruksi Sudu

- Perhitungan Jumlah Sudut

$$N = \frac{\pi D_t}{t}$$

Dimana

N :Jumlah Lilitan

$D_t$  : Diameter Turbin

T :Jarak Antara Sudu (m )

- Jarak Antar Sudu ( t )

$$T = \frac{S}{\sin \theta} \rightarrow S = K * D$$



### **1. Menentukan kecepatan Putaran Kincir**

Kecepatan putaran kincir dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D}$$

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

$D$  : diameter (m)

Maka

$$N = \frac{60 \cdot 0,84 \text{ m/s}}{3,14 \cdot 2,58 \text{ m}}$$

$$N = \frac{50,4 \text{ m/s}}{8,101 \text{ m}}$$

$$N = 6,22 \text{ rpm}$$

### **2. Menentukan Dayakincir**

Daya (  $P$  ) yang timbul akibat Gaya tangensial pada rotor mempunyai jarak ( lengan ) tertentu pada sumbu putar ( poros ) dan hasil kali kedua besaran ini sering kali disebut torsi (  $T$  ). kemudian rotor ini berputar dengan kecepatan

$T = \text{torsi ( Nm )}$

$\omega = \text{Kecepatan anguler (rad/s) atau } \omega = 2\pi n/60$

- Torsi yang dihasilkan kincir air :

$T = F * R$ , dalam Nm ( newton meter )

Dimana

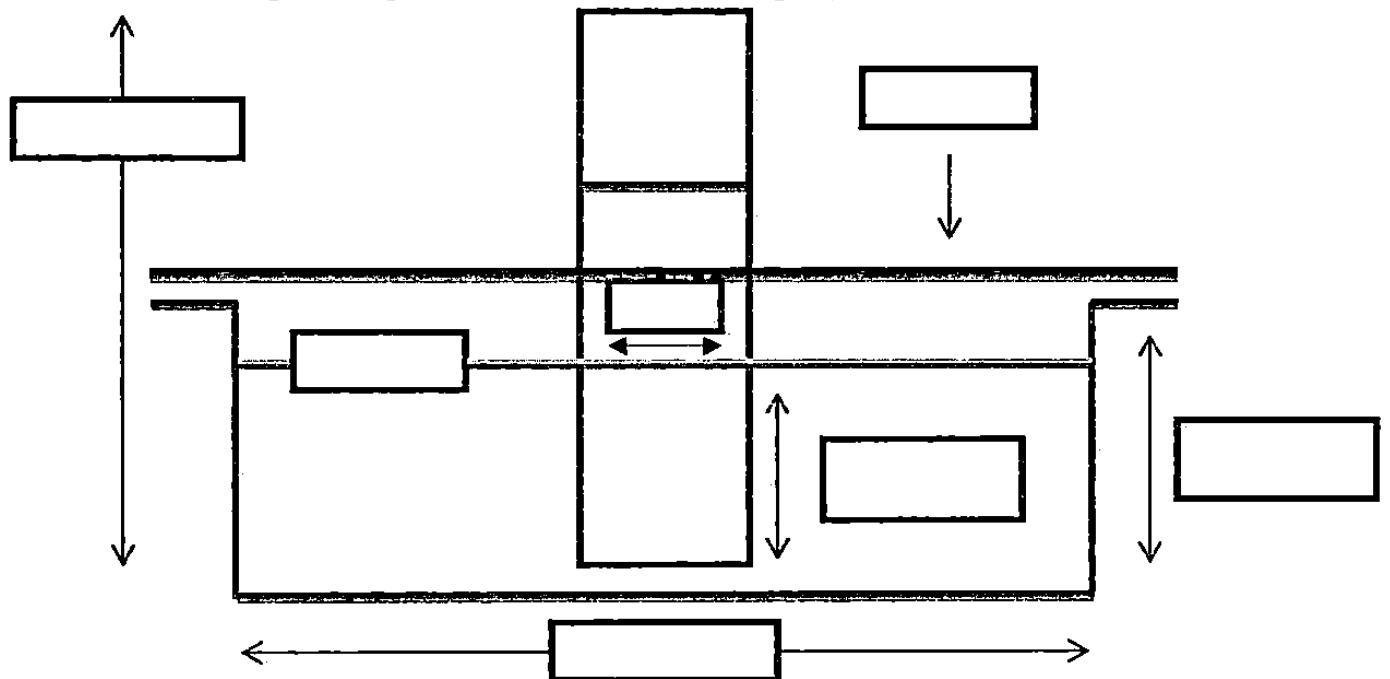
$F = \text{ gaya tangensial( N )}$

$R/r = \text{ jari-jari kincir( m )}$

- Kecepatan Sudut Kincir

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$n = \text{ putaran poros / roda kincir dalam( rpm )}$



Gambar 4.10 Kincir Dengan Jumlah Sudu 12 Tampak dari Depan

- Luas penampang Sudu ( $A_s$ )

$$\begin{aligned} A_s &= p_s * l_s \\ &= 1,11 \text{ m} * 0,25 \text{ m} \\ &= 0,28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Debit yang menghantam sudut

$$\begin{aligned} Q_s &= V * A_s \\ &= 0,84 \text{ m/s} * 0,28 \text{ m}^2 \\ &= 0,23 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

- Massa air yang menghantam sudut

$$\begin{aligned} M &= Q_s * \rho \\ &= 0,23 \text{ m}^3/\text{s} * 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 230 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

- Gaya tangensial kincir

$$\begin{aligned} F_k &= m * v \\ &= 230 \text{ kg/s} * 0,84 \text{ m/s} \\ &= 193,2 \text{ N} \end{aligned}$$

- Torsi yang dihasilkan kincir

$$\begin{aligned} T &= F_k * r \\ &= 193,2 \text{ N} * 1,30 \text{ m} \\ &= 251,16 \text{ Nm} \end{aligned}$$

- Kecepatan sudut kincir

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,22}{60}$$

$$\omega = \frac{39,06}{60}$$

$$\omega = 0,65 \text{ rad / s}$$

- Daya yang dihasilkan kincir

$$P_k = T \cdot \omega$$

$$= 251,16 \text{ Nm} \cdot 0,65 \text{ rad/s}$$

$$= 163,25 \text{ watt}$$

Jadi daya kincir 163,25 watt

#### 4.5 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 :

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

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

$$P_{\text{Daya}} = P_{\text{Daya kincir}} = P_{\text{Daya input rancangan generator}} = 163,25 \text{ watt}$$

Perancangan generator ini meliputi beberapa langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

#### 4.5.1. Menentukan jumlah kutub

Untuk memperoleh jumlah kutub yang akan dipasa pada generator dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Maka

$$P = \frac{60 * 50}{6.22}$$

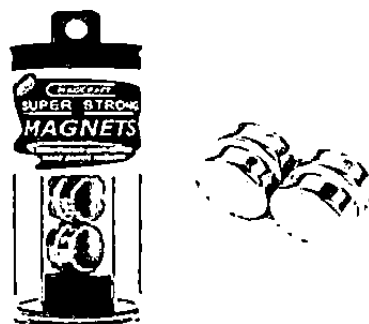
$$P = 482,31$$

$$P = 482 \text{ pasang per kutub}$$

$$\text{Maka } P \text{ total} = 2 * 482 = 964 \text{ kutub}$$

#### 4.5.2. Menentukan jumlah lilitan tiap-tiap kumparan

Magnet yang digunakan disesuaikan dengan yang ada di pasaran berbahan dasar Sintered Neodymium-Iron-Boron (NdFeB).



Gambar 4.11 Magnet Sintered Neodymium Iron Boron (NdFeB)

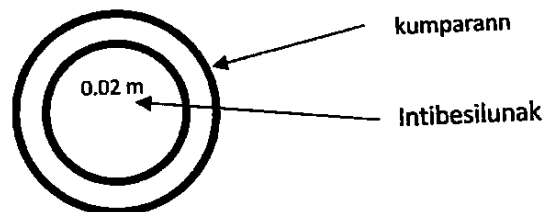


dengan karakteristik :

Diamater = 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

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



Gambar 4.12 Bentuk kumparan

Jumlah lilitan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan  
sebagai berikut :

$$N = \frac{\epsilon}{B * A * \omega}$$

Dimana B = Kerapatan medan magnet  
A = Luas diameter magnet ( $m^2$ )

$\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)

$\epsilon$  = GGL Induksi

N = jumlah lilitan

$$B = 1.27 \text{ tesla} * 75\% = 0.95 \text{ Tesla}$$

Maka jumlah lilitan yang diperlukan adalah 0,95 tesla

Dimana Diameter setiap kumparan = diameter magnet 0.02 m

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

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

$$N = \frac{220}{0.95 * 0.0003 * 314}$$

$$= 2433 \text{ lilitan}$$

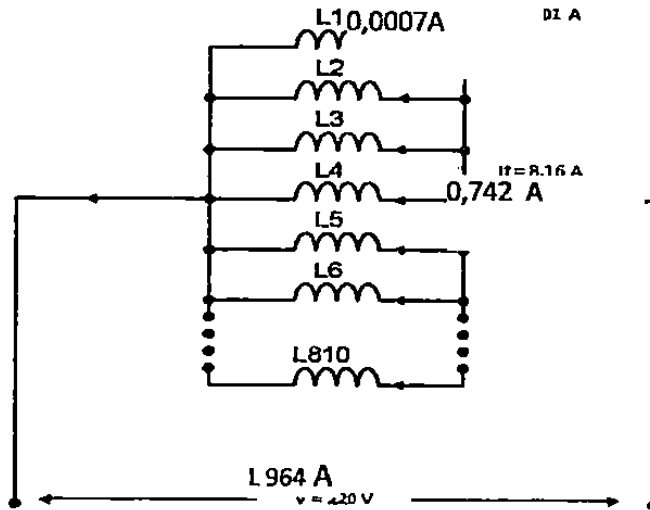
#### 4.5.3. Menentukan diameter kawat kumparan

Asumsi kumparan stator bisa dihubung secara paralel

**Daya generator : 163,25 Watt**

$$I = 163,25 \text{ Watt} / 220 = 0,742 \text{ A}$$

Arus yang melewati kumparan :



Gambar 4.13 Susunan lilitan berbentuk paralel

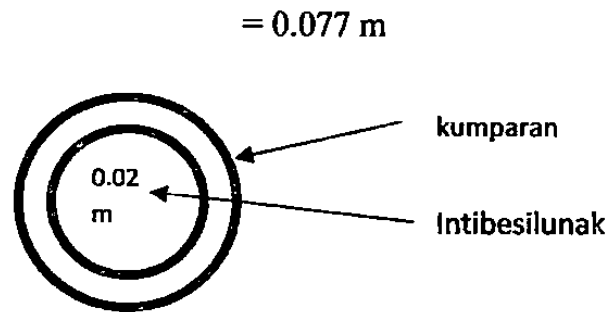
Tabel 4.1 KHA Kapasitas Hantar Arus kawat email

Diameter Kawat (mm)	Kemampuan dilalui Arus (A)
1,3	5
1,1	4
1	3
0,9	2
0,6	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

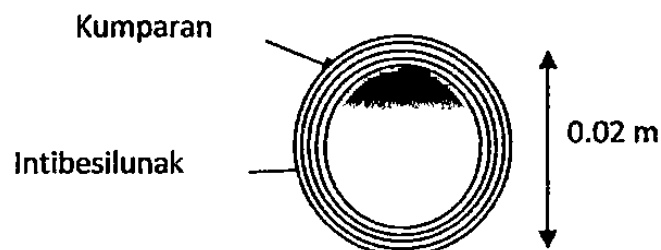
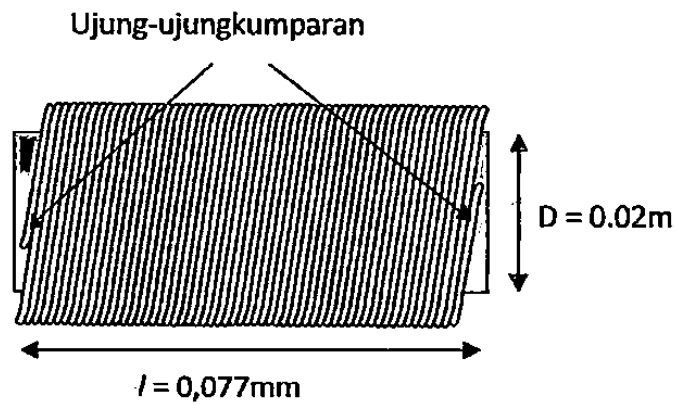
Sumber : <http://hakikat-ilmu.blogspot.com/2010/09/tabel-kawat>

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

Untuk mengurangi penyanggahan inti besi lunak kumparan maka dibagi 4



Gambar 4.14 Bentuk kumparan

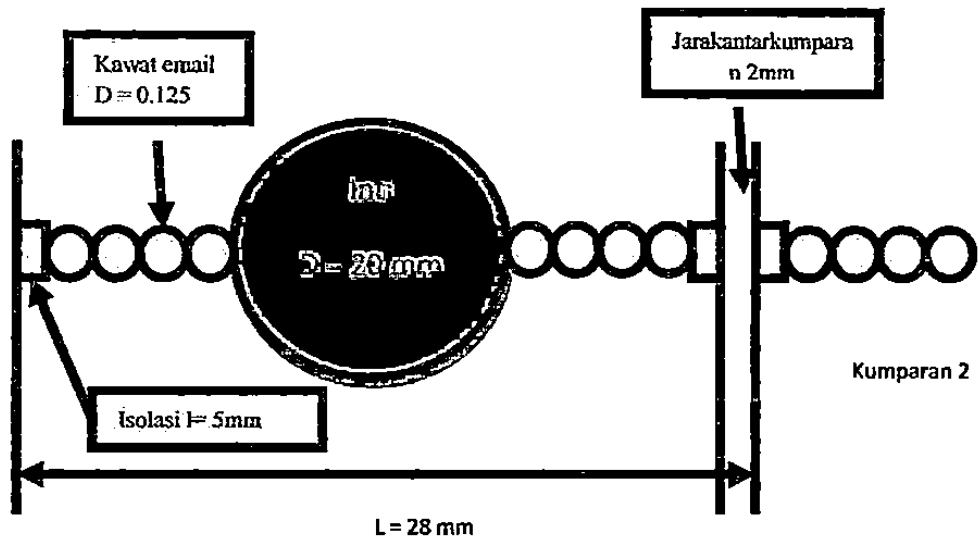


Gambar 4.15 Penampang kumparan stator

Maka diperoleh jarak tiap kumparan

$$l = D_{\text{inti}} + 4 \cdot (2 \cdot D_{\text{k.cemail}}) + \text{Isolasi} + \text{jarak antar kumparan}$$

$$= 0.02 + 4 \cdot (2 \cdot 125 \cdot 10^{-6}) + 0.005 + 0.002$$



Gambar 4.16 Lebar stator

#### 4.5.4 Konstruksi stator

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

- a. Bidang konstruksi penyangga yang kokoh
- b. Kumbaran dan inti

Desain stator adalah sebagai berikut :

- a. Konstruksi penyangga kumparan akan memuat konstruksi tata letak

- b. Bila diameter setiap kumparan 0.02 m dan jumlah kumparan 964 buah maka diameter konstruksi penyangga minimal dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Keliling lingkaran} = 0.028 \text{ m} * 964 = 26,99 \text{ m} = 27\text{m}$$

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

$$27 = 3.14 D$$

$$D = 27/3.14$$

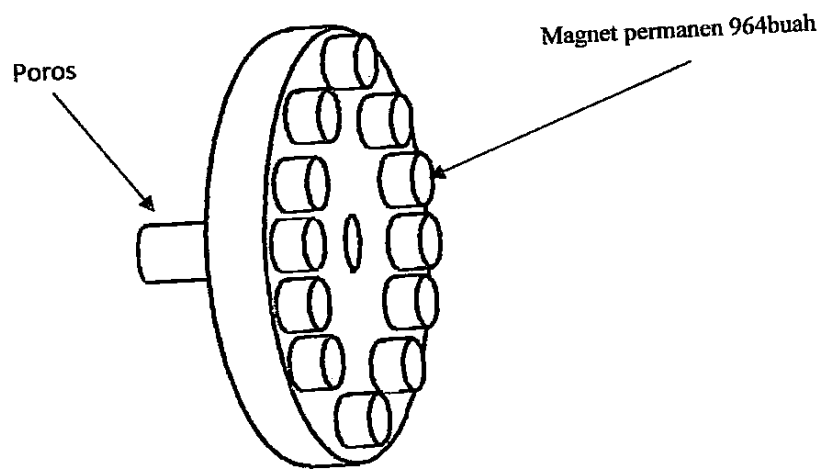
$$= 8,5 \text{ m}$$

#### 4.5.5 Desain Rotor

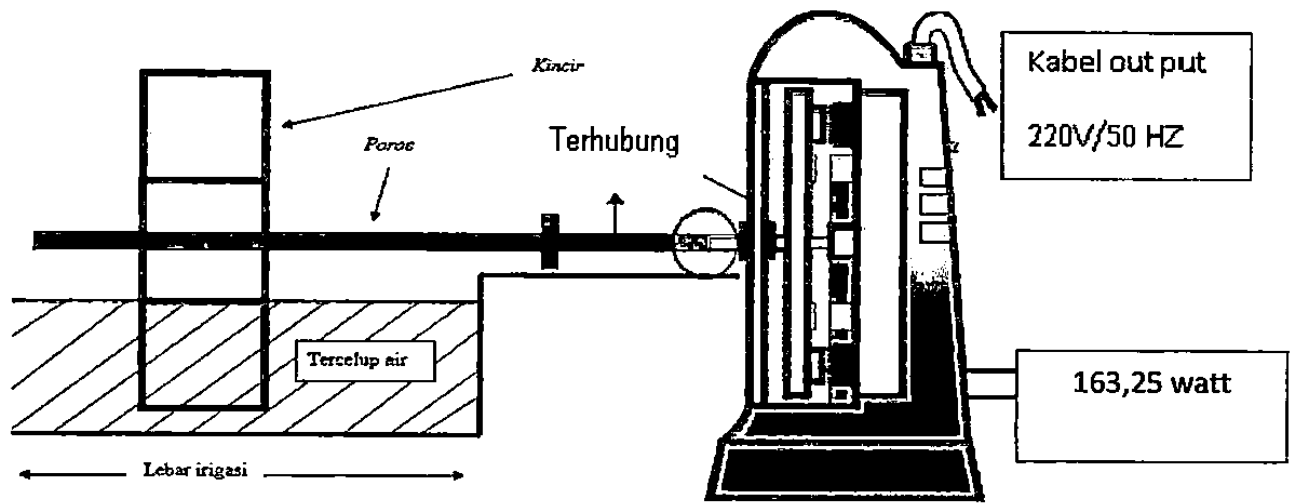
Rotor adalah bagian yang bergerak dari sebuah generator. Bagian – bagian

penting dari rotor yaitu :

- a. Magnet permanen
- b. Poros



Gambar 4.17a Design Rotor



Gambar 4.17b Desain Pompa tenaga kincir air