

RANCANG BANGUN MINIATUR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) DENGAN KAPASITAS 9 WATT / 0,3 VOLT

Anhar Khalid
Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Banjarmasin

Dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak akan lepas dari keperluannya terhadap air. Jadi air memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Selain untuk keperluan sehari-hari air juga dimanfaatkan untuk hal-hal seperti; media transportasi dan tenaga gerak.

Kincir adalah pesawat tenaga air yang mula-mula dibuat oleh manusia untuk mengubah tenaga air menjadi tenaga gerak. Kincir air terdiri dari sebuah roda jalan dengan sudu-sudu yang diletakkan di kelilingi roda jalan tersebut. Sehingga apabila air tersebut yang mengalir mengenai sudu-sudu maka roda tersebut berputar. Kincir terdapat di saluran terbuka, maka sulitlah membuat air tenaga besar. Selain itu putaran kincir air rendah kira-kira sekitar 100-200 rpm.

Kata Kunci : tandon, kincir air, poros, dinamo.

1. PENDAHULUAN

Sekarang ini rekayasa teknologi di bidang sumber daya tenaga alam semakin gencar digalakan. Dimana sumber daya yang berasal dari alam belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh manusia. Semua bentuk sumber daya yang berasal dari alam hanya sebagian saja diburu pemanfaatannya. Hal ini dengan kenyataan bahwa sumber daya yang berasal dari minyak semakin menipis, ini bahkan bisa habis dari kandungan bumi. Dan sumber tenaga alam mempunyai sifat-sifat klasik yaitu mudah ditemukan dan gratis untuk memperolehnya.

Sumber alam yang dapat ditemukan dan dimanfaatkan di Indonesia saat ini adalah :

- Tenaga uap
- Tenaga panas bumi
- Tenaga air
- Tenaga angin
- Tenaga matahari

Dan masih banyak lagi sumber tenaga alam lainnya yang belum digali potensinya.

Latar Belakang

Kebutuhan tenaga listrik merupakan suatu hal yang amat vital dalam menunjang perekonomian suatu masyarakat. Alasannya mudah dipahami. Listrik merupakan energi penggerak motor atau mesin-mesin dalam proses industri. Terlebih peranan listrik dalam jaman modern ini, yang jauh lebih banyak lagi. Listrik merupakan sumber energi untuk

penerangan, komputer, tv, setrika, mesin cuci, kompor listrik dan lain-lain. Pendek kata listrik penting terhadap semua pekerjaan atau kepentingan sehari-hari.

Pelayanan listrik untuk masyarakat di Indonesia dilakukan oleh perusahaan listrik negara (PLN). Beruntunglah daerah yang sudah mendapatkan pelayanan sehingga dapat menikmati energi listrik dalam kehidupan sehari-hari. Pada hakekatnya di negara kita ada sebagian desa atau daerah yang belum terjangkau listrik PLN. Biasanya daerah tersebut tempat terpencil yang sulit terjangkau listrik PLN karena jaraknya terlalu jauh dari sumber tenaga listrik.

Bagi daerah terpencil atau yang belum terjangkau listrik PLN, perlu usaha untuk mendapatkan energi listrik secara mudah dan murah. Hal ini sebaiknya dilakukan secara swadaya dengan memanfaatkan potensi alam yang ada di sekitar lokasi.

Pembangkit listrik yang murah dapat diperoleh dengan energi matahari uap ataupun air.

Tujuan dan Manfaat Penulisan

Adapun tujuan dan manfaat penulisan ini adalah :

1. Dapat memanfaatkan tenaga aliran sungai sebagai pembangkit tenaga listrik secara sederhana.
2. Memberikan informasi kepada pembaca tentang pembuatan kincir angin pembangkit listrik pada arus datar.

Batasan Masalah

Dalam laporan ini batasan permasalahan yang kami ambil, dalam pembuatan miniatur pembangkit listrik tenaga air pada arus datar untuk menggerakkan alternator meliputi :

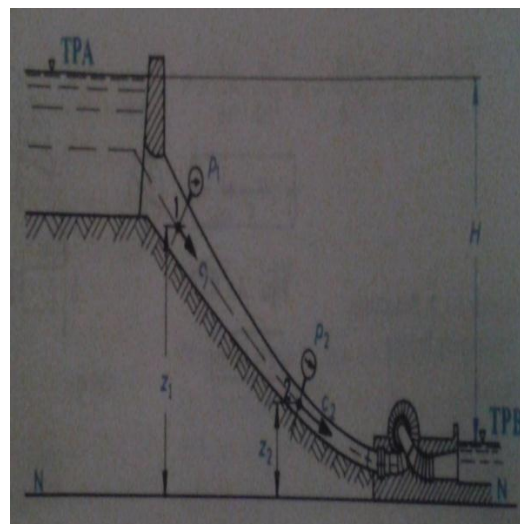
- Pembuatan kincir air
- Prinsip kerja kincir air
- Fungsi komponen-komponen kincir air

2. LANDASAN TEORI

Pengaruh Aliran Air

Tenaga potensial air dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin, sehingga dapat memutar generator. Besarnya aliran sangat tergantung kepada banyaknya air dan kecepatannya mengalir. Semakin deras aliran semakin besar tenaga yang dimilikinya. Jumlah air dan kecepatan alirannya sering disebut dengan istilah debit air. Debit air menyatakan banyaknya air yang mengalir setiap detik, satuannya meter kubik per detik. Selain dipengaruhi debit, besarnya tenaga air dapat dipengaruhi pula oleh keadaan lingkungan atau lingkungan bentuk aliran air. Bentuk aliran air yang dapat dikembangkan sebagai penggerak turbin terbagi tiga yaitu, aliran air datar, air terjun dan air miring. Aliran air pada kondisi mendatar dengan kondisi aliran air miring dan air terjun. Pada posisi mendatar, besarnya daya listrik yang dihasilkan tergantung pada debit air atau derasnya air mengalir. Jadi, untuk menentukan besarnya daya alternator cukup dengan memperhitungkan debit airnya.

Kaidah energi menyatakan bahwa suatu bentuk energi akan dapat diubah menjadi energi lain. Aliran air pada suatu standar ketinggian tertentu, Garis NN gambar 2.1 mempunyai bentuk-bentuk energi sebagai berikut:



Gambar 2.1 Bentuk energi pada aliran air

Eenergi tempat

$$m \cdot g \cdot z \text{ dalam kg} \cdot \frac{m}{det^2} \cdot m = \frac{kgm}{det^2} \cdot m = Nm$$

Energi tekanan

$$m \cdot \frac{p}{\rho} \text{ dalam kg} \cdot \frac{N}{m^2} \cdot \frac{m^3}{kg} = Nm$$

Energi kecepatan

$$m \cdot \frac{c^2}{2} \text{ dalam kg} \cdot \frac{m^2}{det^2} = \frac{kgm}{det^2} \cdot m = Nm$$

Beberapa bentuk persamaan Bernoulli

Pada suatu aliran air didalam pipa, diambil suatu selisih z antara tinggi air atas dan tinggi air bawah, maka menurut Bernoulli besar energi aliran tersebut adalah:

$$W = m \cdot g \cdot z + m \cdot \frac{p}{\rho} + m \cdot \frac{c^2}{2} \text{ Nm}$$

Bila pada aliran tersebut diatas diambil suatu jumlah air tiap satu kg untuk diperhitungkan, hal ini dinamakan "Spesifik energi" satuannya dalam Nm/Kg. Karna dibagi m akan didapat:

$$w = g \cdot z + \frac{p}{\rho} + \frac{c^2}{2} = \text{konst. Nm/Kg}$$

Kemudian dibagi lagi dengan percepatan gravitasi g, akan didapat salah satu ruas dai persamaan Bernoulli, yang mempunyai arti ketinggian:

$$H = z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{c^2}{2g} = \text{konst. M}$$

Ketinggian adalah jarak suatu tempat ke suatu tempat di mana suatu benda yang jatuh dari tempat tersebut mempunyai kecepatan c. Jadi persamaan Bernoulli dapat dikatakan sebagai berikut:

Pada tiap saat dan tiap posisi yang ditinjau dari suatu aliran didalam pipa tanpa gesekan yang tidak bergerak, akan mempunyai jumlah energi ketinggian tempat, tekanan, dan kecepatan yang sama besarnya.

Prinsip Kerja Turbin

Turbin air merupakan suatu alat yang berputar karena adanya aliran air. Perputaran turbin ini dimanfaatkan untuk menggerakkan generator listrik. Dengan demikian, akan dihasilkan aliran listrik yang dapat dipakai untuk berbagai keperluan.

Pada proses kerja turbin air pembangkit listrik sampai pada pemakaian listrik terjadi beberapa perubahan energi. Pertama adalah perubahan energi potensial yang ada dalam aliran air menjadi energi mekanik (gerak) oleh turbin air. Kedua, energi mekanik ini akan memutar generator. Akibat perputaran generator terjadilah lompatan elektrok. Hal inilah yang menghasilkan arus listrik. Proses selanjutnya arus listrik didistribusikan kerumah – rumah, ruang – ruang, pabrik – pabrik, atau apa saja yang membutuhkan. Disini arus listrik diubah tergantung keperluan. Dapat menjadi energi cahaya untuk lampuu atau penerangan, diubah menjadi panas seperti setrika atau oven, maupun diubah menjadi tenaga penggerak kipas mesin atau sejenisnya. Perubahan energi tersebut dapat dirubah sesuai keperluan.

3. Perakitan Bagian-bagian Alat

Cara Pengerjaan:

1. Jejerkan dua drum dengan posisi menumpuk



2. Berikan delapan las titik dengan arah saling berlawanan



3. Rebahkan drum untuk mempermudah pengerjaan
4. Las keliling permukaan drum



5. Bersihkan kerak dengan palu kerak
6. Gerindalah permukaan las yang tidak terlalu rata
7. Buka lah bagian atas dengan menggunakan gerinda potong



8. Semenlah bagian yang dikenakan pengelasan (Untuk bagian yang dikenakan pengerjaan las terdapat lubang – lubang kecil yang tak kasat mata karna itu ditambah dengan menggunakan semen luar dan dalam)



Pembuatan kincir dan perangkaian dynamo

Alat – alat yang digunakan:

1. Mesin bubut



2. Mesin las



3. Kawat las



4. Pahat bubut



5. Gerinda tangan



6. Roda gerinda



7. Bor tangan



8. Senai



Bahan – bahan yang diperlukan:

1. Betoneser 1,5m gambar
2. Besi bulat dengan diameter 145 (mm) dan tebal 50 (mm)
3. Lempengan Besi



4. Dynamo sepeda 6W 12V



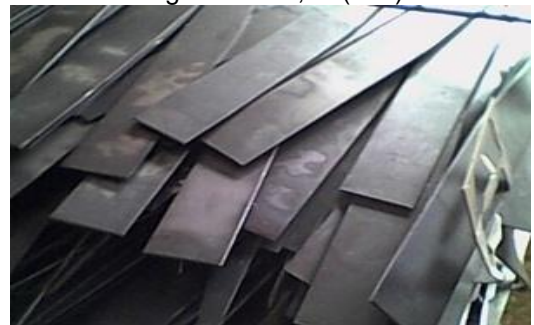
5. Besi berbentuk poros ½ inch dengan panjang 180 (mm)



6. Bearing A 3303 diameter dalam 9,5 (mm)

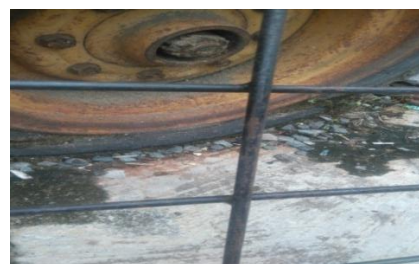


7. Plat besi dengan tebal 1,35 (mm)



Proses pengerjaan :

1. Bentuklah rumah kincir berbentuk kerangka balok menggunakan betoneser dengan ukuran 30x25x20 (cm)



2. Las rumah bearing sehingga menyatu dengan rumah kincir



3. Las satu batang betoneser dengan posisi melintang untuk sebagai dudukan dynamo



4. Pasang besi bulat berdiameter 145 (mm) kemesin bubut
5. Bor besi bulat dengan ukuran mata bor 9 (mm)
6. Bubut kedua permukaan benda kerja hingga mencapai ketebalan 45mm
7. Bubut kedua permukaan hingga sampai di tengah – tengah 5 (mm) tetapi sisakan 20 (mm) dari titik pusat benda kerja
8. Perbesar lubang kincir dengan pahat dalam hingga 9,5 (mm)
9. Bor leher roda kincir dengan bor 5 (mm)
10. Senailah lubang tersebut
11. Pasanglah besi poros ke mesin bubut



12. Bubut bagian muka poros supaya rata



13. Bubut lah secara bertahap poros hingga berdiameter 9,5 (mm)



14. Potong plat tipis dengan ukuran 100x30 (cm)
15. Buat sepuluh garis dengan membagi 360° menggunakan busur derajat
16. Gerindalah roda kincir ditempat yang sudah diberi garis dengan menggunakan roda gerinda tipis
17. Satukan lah plat tipis dan roda kincir dengan las listrik



18. Rangkailah kincir, poros, bearing dan dynamo



Instalasi pipa Alat – alat yang digunakan:

1. Gegaji besi



2. Bor tangan



3. Lem pipa



4. Teflon tape



Bahan – bahan yang diperlukan:

1. Pipa ½ inch 3 (m)



2. Kran ½ inch 2 buah



3. Sambungan pipa L 2 buah



4. Sambungan pipa berulir 1 pasang



Proses pengerjaan:

1. Bor bagian bawah tendon dengan mata bor 8 (mm)
2. Beri Teflon tape pada sambungan pipa ulir
3. Beri lem pipa pada sambungan pipa ulir

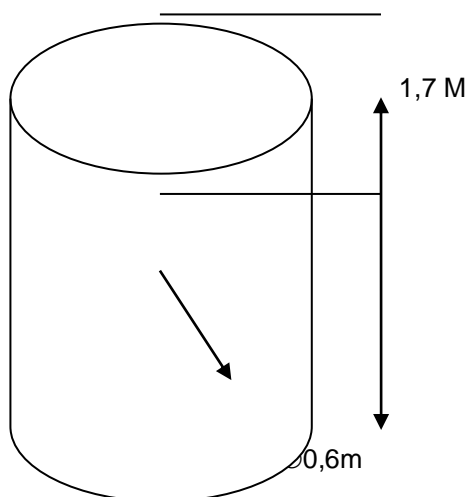
- Satukan kedua sisi sambungan pipa dari luar dan dalam tendon



- Potong pipa 4 bagian dengan ukuran 50 (cm), 100 (cm), dan dua potong 75 (cm)
- Rangkailah pipa hingga tepat diatas kincir air.

4. PERHITUNGAN

tekanan tendon



$$\text{Luas alas Tandon } \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0,6^2 \cdot 3,14}{4} = 0,282 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume Tandon} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} = 1,7 \times 0,282 = 0,480 \text{ m}^3$$

Berat air dalam dalam tandon ditentukan dari masa jenis air (1000 kg/m^3) Maka berat air adalah

$$0,480 \times \frac{1000}{1} = 480 \text{ kg}$$

$$F = M \cdot g = 480 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s} = 4709 \text{ N}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{4944 \text{ N}}{0,28 \text{ m}^2} = 16.699 \text{ p}_a$$

Perhitungan harga – harga yang ada pada Kincir air

$$H = 1,75 \text{ m}$$

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

$$\eta_T = 0,75$$

$$\text{diameter pipa} = 12,7 \text{ mm atau } \frac{1}{2} \text{ inch}$$

$$= 0,0127 \text{ m}$$

$$n = 200 \text{ min}^{-1}$$

$$y = \text{kedalaman tendon}$$

$$A \text{ pipa} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0,0127^2 \cdot 3,14}{4} = 0,000126 \text{ m}^2 = 1,26 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$C = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,75} = 5,85 \text{ m/s}$$

$$V = \text{Lebar pipa} \cdot C = 1,26 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 5,85 = 0,00074 \text{ m}^3/\text{s} = 7,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n_q = n \cdot \frac{\sqrt{V}}{H^{0,75}} = 200 \frac{\sqrt{7,4 \times 10^{-4}}}{1,75} = 3,6 \text{ min}^{-1}$$

$$U = \frac{c}{2} = \frac{5,85}{2} = 2,925 \text{ m/s}$$

$$D = \frac{60 \cdot u}{\pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 2,925}{3,14 \cdot 200} = 0,28 \text{ m} = 280 \text{ mm}$$

$$m = v \cdot \rho = 7,4 \times 10^{-4} \cdot 1000 = 0,74 \text{ kg/detik}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,7}{9,81}} = 0,591 \text{ detik}$$

$$P = v \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot \eta_T = 7,4 \times 10^{-4} \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,75 \cdot 0,75 = 9,528 \text{ w} = 0,009528 \text{ kw}$$

Keterangan:

H = tinggi jatuh air (m)

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

c = kecepatan aliran air (m/s)

V = debit air (m^3/s)

n_q = Kecepatan spesifik

n = kecepatan (min^{-1})

u = kecepatan keliling roda kincir (m/s)

D = diameter roda kincir (mm)

η_T = randemen kincir

m = acuan massa (kg/detik)

P = daya yang dihasilkan kincir (KW)

g = gravitasi (m/s)

A = luas suatu bidang (m^2)

y = kedalaman tendon (m)

t = waktu yang diperlukan air dari atas turun ke bawah (detik)

Penentuan diameter poros

$$P = 0,009528 \text{ KW}$$

$$n = 200 \text{ min}^{-1}$$

$$P_d = f_c \times P = 0,009528 \times 2 = 0,019 \text{ KW}$$

$$\tau_a \frac{\sigma_B}{(S_{f1} \times S_{f2})} = \frac{37}{6 \times 2} = 3,083 \text{ kg/m}^2$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n} = 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,019}{200} = 92,53 \text{ kg.mm}$$

$$d_s \left[\frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T \right]^{1/3} =$$

$$\left[\frac{5,1}{3,083} \times 2 \times 2 \times 92,53 \right]^{1/3} = 8,49 \text{ mm diambil } 9 \text{ mm}$$

Keterangan :

P = daya (KW)
 n = putaran poros (min^{-1})
 f_c = factor koreksi
 P_d = daya rencana (KW)
 τ_a = tegangan geser izin (kg/m^2)
 T = momen rencana ($kg.mm$)
 σ_B = kekuatan tarik bahan (kg/m^2)

Sf_1 dan Sf_2 = factor – factor yang perlu di perhitungkan bila ada kelelahan puntir dan poros tersebut dibuat bertangga
 C_b = faktor yang perlu di perhitungkan apabila ada beban lentur
 K_t = factor yang perlu di perhitungkan apabila beban di kenakan secara halus atau secara tiba – tiba
 d_s = diameter poros (mm)

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pada proses pembuatan miniature pembangkit listrik tenaga air, penulis dapat menyimpulkan:

Miniatur pembangkit listrik tenaga air yang berhasil dibuat dapat Menghasilkan listrik dan bagian – bagian turbin bekeja dengan semestinya.

Berikut adalah langkah-langkah kerja yang disaran oleh penulis kepada pembaca untuk memaksimalkan kinerja kerja alat miniature pembangkit listrik tenaga air atau pembangkit listrik sederhana ini adalah:

1. Ketahuilah berapa besar listrik yang akan dihasilkan,
2. Tentukan pembangkit listrik yang digunakan,

3. Ketahuilah berapa besar aliran air yang tersedia,

4. Tentukan jenis turbin yang dipakai, dan

5. Tentukan berapa besar diameter kincir atau turbin air.

DAFTAR PUSTAKA

Sularso dan saga kiyokatsu. 1978. Dasar perencanaan dan pemilihan elemen Mesin pramita.

Frtz diesel dakso sriyono. 1980. Turbin pompa dan kompresor.

Jac Stolk, c. Kros, Elemen Mesin, Elemen Kontruksi Bagun Mesin, Penerbit Erlangga Jakarta 1994.

Kusnaedi, Suharsono, Kincir di Pembangkit Listrik, Penebar Swadaya, Yogyakarta 1999.