

## RANCANG BANGUN ALAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR IRIGASI

### *(The Design of Electricity Generator Equipment Using Irrigations Water)*

**Hadryanus Simanjuntak<sup>1\*</sup>, Sumono<sup>1</sup>, Saipul Bahri Daulay<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>) Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian USU

Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155

<sup>\*</sup>) email : hadryanussimanjuntak@yahoo.com

Diterima tanggal 29 September 2014/Disetujui tanggal 24 Oktober 2014

### ABSTRACT

*The development of technology has increased the used of electrical energy in agricultural equipments, so we need an alternative to supply the requirement of electrical energy by using irrigations line therefore an electricity generator equipment using irrigations water (water mill) was designed. This research was about designing each component of the water mill such as the dimension of the blades, wheels diameter, pulleys diameter and the rate of water flow. Parameters observed were the effective capacity and the manufacturing cost. The result, showed that the effective capacity was 150 wh and the manufacturing cost was Rp 6.000.000,-.*

**Keywords:** *electricity generator, irrigation line, water mil,*

### PENDAHULUAN

Indonesia mengalami lonjakan hebat dalam konsumsi energi. Dari tahun 2000 hingga tahun 2004 konsumsi energi primer Indonesia meningkat sebesar 5.2 % per tahunnya. Peningkatan ini cukup signifikan apabila dibandingkan dengan peningkatan kebutuhan energi pada tahun 1995 hingga tahun 2000, yakni sebesar 2.9 % pertahun. Dengan keadaan yang seperti ini, diperkirakan kebutuhan listrik Indonesia akan terus bertambah sebesar 4.6 % setiap tahunnya, hingga diperkirakan mencapai tiga kali lipat pada tahun 2030 (Larasakti A. dkk, 2012).

Dalam bidang pertanian, air yang dimaksud adalah dalam bentuk pengairan. Pengairan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Kebutuhan air tanaman adalah air yang disediakan untuk mengimbangi air yang hilang akibat evaporasi dan transpirasi. Kebutuhan air di lapangan merupakan jumlah air yang harus disediakan untuk keperluan pengolahan lahan ditambah kebutuhan air tanaman (Doorenbos dan Pruitt, 1984).

Energi listrik dihasilkan dari beberapa jenis pembangkit seperti pembangkit listrik tenaga air (PLTA), tenaga diesel (PLTD), tenaga uap (PLTU), tenaga gas (PLTG), tenaga nuklir (PLTN), dan tenaga gas dan uap (PLTGU). Saat ini masih banyak desa-desa di Indonesia yang belum mendapatkan listrik.

Semakin berkembangnya teknologi menjadikan meningkatnya pemakaian energi listrik pada alat-alat pertanian, sehingga dibutuhkan alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut dengan memanfaatkan saluran irigasi yang banyak terdapat di daerah.

Sulitnya akses listrik ke desa dan mahalnya rangkaian alat pembangkit listrik menyebabkan banyak daerah-daerah yang belum terjangkau oleh listrik. Sehingga perlu alat pembangkit listrik tenaga air irigasi dengan memanfaatkan bahan-bahan bekas yang ada disekitar daerah tersebut untuk meminimalkan biaya pembuatan sehingga dapat terjangkau oleh masyarakat khususnya petani. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain, membuat, menguji serta menganalisis biaya alat pembangkit listrik tenaga air irigasi.

### METODOLOGI

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah studi literatur (kepuustakaan), melakukan eksperimen dan melakukan pengamatan tentang alat pembangkit listrik tenaga air irigasi ini. Kemudian dilakukan perancangan bentuk dan pembuatan/perangkaian komponen-komponen alat pembangkit listrik tenaga air irigasi. Setelah itu, dilakukan pengujian alat dan pengamatan parameter.

### Komponen Alat

Alat pembangkit listrik tenaga air irigasi ini mempunyai beberapa komponen penting yaitu:

1. Rangka alat  
Rangka alat ini berfungsi sebagai penyokong komponen-komponen alat lainnya, yang terbuat dari besi siku.
2. Kincir Air  
Kincir air berfungsi sebagai penghasil energi gerak
3. Generator  
Generator sebagai pengubah energi gerak menjadi energi listrik
4. *Pulley*  
*Pulley* berfungsi untuk memutar kincir dan generator
5. *Inverter*  
*Inverter* sebagai pengubah arus DC menjadi AC
6. Bola lampu  
Bola lampu sebagai item yang akan dihidupkan

### Prosedur penelitian

1. Dirancang alat pembangkit listrik tenaga air irigasi
2. Dirancang dudukan alat pada saluran irigasi
3. Dilakukan pembendungan pada saluran irigasi
4. Dihitung debit saluran irigasi
5. Dipasang alat di saluran irigasi
6. Dihitung putaran roda kincir
7. Dilakukan pengamatan parameter.

### Parameter penelitian

#### Kapasitas Efektif Alat

Kapasitas efektif alat dilakukan dengan menghitung banyaknya daya yang dihasilkan tiap satuan waktu. Hal ini dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{T \times N}{5250} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

T = torsi motor (dalam lb ft)

n = kecepatan putar motor (rpm)

P = Daya kuda motor ( HP=746 watt)

(Anonimous, 2013).

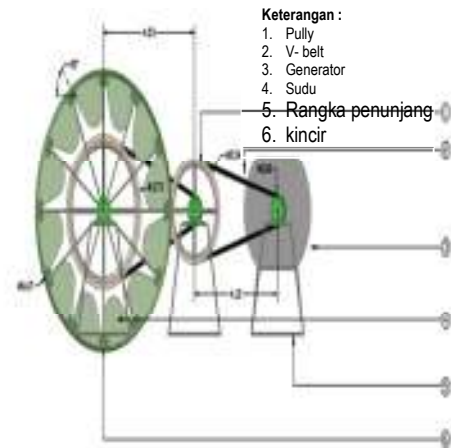
#### Biaya pembuatan alat

Biaya pembuatan alat dihitung dengan menjumlahkan semua harga komponen alat dan biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan alat pembangkit listrik tenaga air irigasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rancang Bangun Kincir

Kincir yang akan digerakkan oleh air yang mengalir mendapatkan energi gerak yang akan diubah menjadi energi listrik melalui generator. Rancang bangun alat pembangkit listrik tenaga air irigasi (kincir) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancang bangun alat pembangkit listrik (kincir)

Gambar 1. diatas menunjukkan ukuran-ukuran serta bentuk kincir tipe *over shot*. Komponen utama alat pembangkit listrik tenaga air diatas secara berurutan adalah pulley, v-belt, generator, sudu, rangka penunjang, dan kincir kincir. Prinsip kerja alat pembangkit listrik tenaga air irigasi ini adalah air yang mengalir dari pipa akan memutar kincir sehingga menimbulkan putaran yang disambungkan melalui empat buah *pulley* dengan diameter *pulley* yang berbeda-beda yakni diameter *pulley* pertama berdiameter 22 inch, diameter *pulley* kedua 4 inch, diameter *pulley* ke tiga 15 inch, dan diameter *pulley* ke empat 4 inch sehingga memperoleh putaran lebih besar pada generator maka generator akan mengubah energi putaran tersebut menjadi energi listrik.

Komponen-komponen yang digunakan dalam alat ini adalah kerangka kincir, sudu, *pulley*, *v-belt*, generator dan bola lampu. Kincir memiliki diameter 1 m, dan lebar 0. 25 m. pada sudu kincir memiliki ukuran lebar sebesar 0.25 m dan panjang 0.2 m, jenis sudu yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis sudu turbin pleno, dan yang membedakan sudu tersebut dengan sudu tipe lain adalah sudu ini memiliki cekungan yang memiliki sudut 45<sup>o</sup> sehingga dapat menampung air yang keluar dari pancaran air sehingga sudu akan mendapat beban yang lebih besar dan dapat berputar secara maksimal.

Jenis kincir yang di gunakan adalah jenis kincir tipe *overshot*. Tipe kincir *overshot* ini dapat

digunakan pada daerah irigasi yang memiliki ketinggian sehingga kincir dapat diputar dengan memanfaatkan energi yang dihasilkan oleh air yang jatuh kepermukaan kincir. Tipe kincir ini lebih efisien digunakan dibandingkan kincir lainnya. Hal ini sesuai dengan literatur Wahyono (2007), keuntungan menggunakan tipe kincir *overshot* adalah tingkat efisiensi yang tinggi dapat mencapai 85%, tidak membutuhkan aliran yang deras, konstruksi yang sederhana, mudah dalam perawatan, dan teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir.

Pemilihan bahan dan spesifikasinya akan mempengaruhi kinerja alat yang dirancang. Bahan-bahan teknik yang dipilih pada alat ini harus memenuhi persyaratan yang diinginkan yaitu kokoh dan mampu mendukung kinerja alat serta mudah diperoleh. Pada alat ini kerangka alat yang digunakan adalah besi. Besi yang dipakai dalam alat ini adalah besi ringan sehingga tidak terlalu berat untuk digerakkan dan tahan terhadap beban yang ditimbulkan oleh air yang jatuh dari pipa.

Dalam menentukan jumlah putaran yang dihasilkan oleh alat ini, *pully* dan *v-belt* merupakan salah satu faktor penting dalam menambah jumlah putaran. Jumlah *pully* yang digunakan adalah empat buah dan *v-belt* dua buah. Semakin banyak dan besar *pully* yang digunakan maka jumlah putaran yang dihasilkan akan semakin besar. Penggunaan empat buah

*pully* dalam merancang alat karena generator yang saya gunakan dalam dalam penelitian ini adalah generator yang memiliki kapasitas putaran 1500 rpm. Dengan menggunakan empat buah *pully* dengan ukuran diameter *pully* pertama sebesar 22 inch, diameter *pully* kedua sebesar 4 inch, diameter *pully* ketiga sebesar 15 inch, dan diameter *pully* keempat sebesar 4 inch dapat diperoleh perbesaran putaran sebesar 20.6 kali lebih besar dari putaran kincir, sehingga dengan menggunakan jumlah putaran yang dihasilkan oleh kincir dan diameter keempat *pully* tersebut seharusnya sudah memenuhi kapasitas putaran yang dibutuhkan oleh generator.

#### Kapasitas Efektif Alat

Menurut literatur Anonymous (2013), Menghitung torsi motor jika diketahui daya motor dan kecepatan motor, hubungan antara horse power, torsi dan kecepatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus  $T = \frac{5250 \times HP}{n}$ . Dari rumus tersebut diperoleh daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik adalah 7,614 kilo watt. Besarnya daya yang dihasilkan berbanding lurus dengan debit dan luas penampang aliran air yakni semakin besar debit dan semakin besar luas penampang aliran air maka daya yang dihasilkan akan semakin besar. Data kapasitas alat dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Data kapasitas alat

Ulangan	Jumlah putaran kincir (rpm)	Jumlah putaran generator (rpm)	Tegangan (V)	Daya teoritis (kwh)	Daya aktual (wh)
I	60.48	1247.40	25.00	7.614	150
II	53.04	1093.95	24.00	7.614	150
III	61.56	1269.67	25.00	7.614	150
Rata-rata	58.36	1203.67	24.67	7.614	150

Dari Table 1. diatas dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah putaran yang dihasilkan oleh kincir adalah 58.36 rpm, jumlah putaran yang diterima oleh generator adalah 1203.67 rpm sehingga besarnya tegangan yang diperoleh sebesar 24.67 volt dan daya yang dihasilkan sebesar 150 watt. besar tegangan berbanding lurus dengan jumlah daya yang daya yang dihasilkan yakni semakin besar tegangan yang dihasilkan maka besar daya yang dihasilkan akan semakin besar. Besar putaran dan tegangan yang diperoleh pada penelitian ini belum optimal karena generator yang digunakan tidak berfungsi dengan baik dan jumlah putaran yang dihasilkan belum sesuai dengan yang diharapkan.

Generator yang digunakan dalam penelitian ini adalah generator yang memiliki daya 3 kwh dengan jumlah putaran sebesar 1500 rpm, namun hasil penelitian menunjukkan generator belum berfungsi secara maksimal karena jumlah putaran yang dihasilkan belum mencapai maksimal dan generator yang digunakan sudah tua sehingga tidak bisa berfungsi dengan baik. Adapun daya yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebesar 150 watt yang secara potensial seharusnya 3000 watt dengan efisiensi generator sebesar 5 %.

Kecepatan putaran (*rpm*) pada alat ini tidak konstan. Hal ini dikarenakan oleh debit air yang tidak konstan, maka akan menyebabkan putaran yang dihasilkan tidak konstan juga. Kecepatan putaran pada alat ini sangat penting

diperhatikan karena jumlah putaran akan menentukan besarnya daya yang dihasilkan oleh keluaran generator, yakni semakin banyak putaran yang dihasilkan maka daya yang dihasilkan juga akan semakin besar.

Adapun hal yang perlu dilakukan pada agar daya dan tegangan lebih besar adalah dengan merubah dimensi sudu, diameter kincir, diameter puli dan kecepatan aliran air. Merubah dimensi sudu dapat meningkatkan jumlah putaran pada kincir karena semakin banyak jumlah sudu yang digunakan maka jumlah putaran yang dihasilkan akan semakin besar, kemudian merubah diameter kincir dan puli juga akan meningkatkan jumlah putaran pada kincir yakni semakin besar diameter kincir dan puli maka jumlah putaran yang dihasilkan akan semakin besar, dan merubah kecepatan aliran air juga dapat meningkatkan jumlah putaran air yakni semakin besar debit air maka kincir yang digerakkan akan berputar semakin kencang sehingga jumlah rpm yang dihasilkan akan semakin besar.

#### Analisis Pemakaian Listrik

Dengan menggunakan generator yang memiliki daya 3 kwh. Dengan asumsi setiap rumah memakai 1.500 watt, maka rumah yang dapat memanfaatkan listrik sebanyak 2 rumah. Data pemakaian listrik dalam satu rumah dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Pemakaian listrik dalam satu rumah

No	Nama Item	Daya (watt)	Jumlah
1	Lampu	18	4
2	TV	350	1
3	Dispenser	350	1
4	Rice Cooker	350	1
5	Kipas Angin	50	1
6	Setrika	300	1
Total		1.472	

Dari Tabel 2 di atas diperoleh daya yang dibutuhkan oleh satu rumah adalah sebesar 1.472 watt, daya listrik yang dipakai dalam satu rumah dengan menggunakan daya listrik 1.500 watt, sebuah rumah dapat menghidupkan berbagai macam item elektronika yang dapat membantu perlengkapan rumah tangga yakni dapat menghidupkan lampu, TV, dispenser, rice cooker, kipas angin dan setrika secara bersamaan.

#### Biaya pembuatan alat

Adapun biaya yang dikeluarkan dalam penelitian ini meliputi biaya pembuatan alat sebesar Rp.1.500.000,-, biaya pembelian bahan sebesar Rp.3.500.000,-, biaya perlengkapan, Rp.600.000,-, biaya operasional sebesar Rp.400.000,-. Jadi, Total biaya yang dikeluarkan dalam penelitian ini adalah Rp.6.000.000,-. Dalam analisa biaya pembuatan alat pembangkit listrik tersebut, biaya pembuatan dapat ditekan dengan mengurangi biaya pembelian bahan yakni pemilihan bahan yang lebih murah seperti kayu maupun bahan – bahan lainnya yang bisa digunakan sebagai pengganti bahan besi yang digunakan dalam penelitian ini.

### KESIMPULAN

1. Rancang bangun alat pembangkit listrik tenaga air irigasi (kincir) adalah tipe *over shot* dengan ukuran diameter kincir 1 m, lebar kincir 0.25 m, menggukakan empat buah *pully* dengan ukuran diameter *pully* secara berurutan 22 inch, 4 inch, 15 inch, dan 4 inch dan generator yang memiliki daya 3 kwh. Kecepatan putaran sebesar 1203.67 rpm dan tegangan yang diperoleh sebesar 24.67 volt, dengan daya yang dihasilkan 150 watt.
2. Total biaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar Rp.6.000.000,-

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2013. Desain sistem kontrol. <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2013/09/mengenal-multitester.html?m=1> (10 juni 2014)
- Doorenbos, J., and W. O. Pruit, 1984. *Guidelines For Predicting Crop Water Requitmen*. FAO, Rome.
- Larasakti A , dkk., 2012 Pembuatan dan Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Banki Daya 200 Watt Universitas Hasanuddin, Makassar
- Wahyono.S, 2007. Perancangan Kincir Air Pembangkit Listrik Pada Pemanfaatan Air Sungai Di Kecamatan Nguter, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.