

## MODEL POMPA AIR DENGAN TENAGA ANGIN UNTUK PEMANFAATAN IRIGASI SAWAH

**Benny Syahputra**

Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNISSULA

Jl. Kaligawe Km.4 Semarang 50112

E-mail : abu\_fadiyah@yahoo.com

### Abstrak

*Rawa Setro di Desa Gedangan Kabupaten Rembang memiliki luas  $\pm 10$  ha dengan kedalaman air  $\pm 6$  meter. Air rawa ini memiliki cadangan air berlimpah baik pada musim kemarau maupun pada musim hujan. Pemanfaatan air rawa untuk irigasi selama ini dengan menggunakan pompa diesel, sehingga biaya operasional dan maintenance semakin mahal. Hasil penelitian Balai Lingkungan Penelitian Pertanian (2010) mengatakan bahwa kecepatan angin di lokasi rawa setro mencapai 9,2 meter/detik. Data tersebut sangat memungkinkan untuk menggunakan pompa air tenaga angin.*

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari hubungan antara variabel bebas (berupa kecepatan angin dan kecepatan putaran kincir dari variasi diameter sudu) dengan variabel terikat berupa besarnya debit air dari pompa yang dibuat.*

*Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perpaduan antara perancangan dan eksperimental. Pada pengujian eksperimental dicari hubungan antara variabel bebas (berupa kecepatan angin dan kecepatan putaran kincir dari variasi diameter sudu) dengan variabel terikat berupa besarnya debit air dari pompa yang dibuat.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa pompa menghasilkan debit air terbesar 0,07 ltr/s pada diameter sudu kincir 1 meter. Pompa mulai berfungsi dengan kecepatan angin minimal 2,5 m/s. Hasil uji anova menunjukkan bahwa rata-rata debit air yang dipengaruhi diameter sudu dan kecepatan angin adalah berbeda. Nilai R Adjusted sebesar 0,772 berarti variabilitas debit air yang dapat dipengaruhi oleh variabel diameter sudu dan kecepatan angin sebesar 77,2%.*

**Kata kunci :** pompa air, tenaga angin, irigasi

## 1. PENDAHULUAN

Rawa Setro memiliki luas  $\pm 10$  ha dengan kedalaman air  $\pm 6$  meter. Pada tahun 2005 pemerintah melakukan pembangunan kembali dan melakukan pengerukan rawa karena akan dialih fungsikan untuk pertanian sebagai sumber irigasi sawah bagi masyarakat sekitarnya. Pembangunan Rawa Setro kembali bertujuan untuk menambah kapasitas air agar lebih besar dari sebelumnya (BAPPEDA, 2010). Air di rawa ini sangat melimpah bahkan tidak habis selama musim kemarau, namun letaknya lebih rendah dari lahan pertanian, sehingga diperlukan sebuah pompa untuk menaikkan air ke sawah. Mengandalkan pompa mesin untuk menaikkan air akan terlalu banyak biaya yang diperlukan untuk pemeliharaan tanaman hingga saat panen.

Kondisi ini memang menyulitkan bagi petani di Desa Gedangan karena jika mereka menyewa pompa untuk mendapatkan air biayanya tinggi dan mengalami kerugian, apalagi jika tanaman dibiarkan mati maka kerugian yang dialami semakin bertambah besar. Hal ini perlu sebuah solusi supaya petani di Desa Gedangan tidak merugi akibat tingginya pengeluaran biaya untuk memperoleh air dari rawa sebagai irigasi sawahnya. Berdasarkan teknologi tepat guna ada beberapa jenis pompa yang tidak memerlukan mesin dan bahan bakar seperti pompa tenaga air, pompa tenaga angin dan pompa tenaga surya, sehingga biayanya tidak terlalu tinggi.

Menurut data Balai Lingkungan Penelitian Pertanian (2010) bahwa kecepatan angin rata-rata tahunan areal pertanian di Desa Gedangan memiliki kecepatan angin minimal 2,3 m/s dan kecepatan angin maksimal 9,2 m/s. Berdasarkan data tersebut dibuatlah pompa air yaitu memanfaatkan angin sebagai sumber energi penggerakannya. Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimanakah

hubungan antara kecepatan angin dan kecepatan putaran kincir dari variasi diameter sudu dengan variabel terikat berupa besarnya debit air dari pompa yang dibuat?.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di areal persawahan dekat Rawa Setro Desa Gedangan Kec./Kab. Rembang. Waktu Pelaksanaan pengujian alat dilakukan selama 24 jam selama satu hari. Pengukuran kecepatan angin dan kecepatan putaran kincir dilakukan dalam interval selang waktu 3 jam selama penelitian.

### 2.2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Variabel bebas (*Independent*)

Variabel bebas adalah variabel pengaruh atau yang menyebabkan berubahnya variabel terikat dan merupakan variabel pengaruh yang paling diutamakan. Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel bebas yaitu :

- a. Besarnya kecepatan angin, ditentukan berdasarkan hasil pengukuran kecepatan angin dengan Anemometer.
- b. Besarnya kecepatan putaran kincir dari variasi diameter sudu (40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm, 110 cm, 120 cm, 130 cm).

#### 2. Variabel terikat (*Dependent*)

Variabel terikat adalah variabel yang diduga nilainya akan berubah karena adanya pengaruh dari variabel bebas. Dalam hal ini adalah besarnya debit air dari pompa yang dibuat.

### 2.3. Rancangan Alat/Desain Alat

Rancangan alat pompa air tenaga angin yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar berikut. Rangka menara/tower dibuat sekuat mungkin berbentuk segiempat bahan dari plat besi dengan tinggi 1,5 meter. Untuk lebih jelasnya mengenai dimensi menara/tower dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 1. Menara/Tower

Proses perakitan merupakan suatu proses penggabungan komponen-komponen pompa menjadi suatu kesatuan, sehingga menjadi sebuah alat yang siap digunakan sesuai tujuan. Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan pengecekan komponen-komponen yang hendak dirakit dan menyiapkan alat bantu. Langkah perakitan yang tepat akan mempermudah dan mempercepat proses perakitan serta menjamin keberhasilan. Komponen-komponen alat meliputi kincir, as, *gear*/roda gigi, pompa, ekor dan menara/tower. Rangkaian alat yang sudah jadi dapat dilihat pada gambar berikut ini :



**Gambar 2. Prototipe Pompa Air Tenaga Angin**

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Langkah dalam pengukuran putaran poros kincir yaitu memasang kertas khusus untuk mendeteksi kecepatan putaran pada poros kincir. Saat kincir mulai berputar tekan tombol *test* pada *Tachometer* lalu arahkan sinar infra merah pada poros yang sudah diberi tanda, maka hasil putaran akan terlihat pada layar digital. Hasil pengukuran kecepatan putaran poros kincir dan hasil pengukuran debit air sesuai waktu pengujian dengan 10 variasi ukuran diameter sudu kincir disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Kecepatan Putaran Poros Kincir dan Besarnya Debit Air Berdasarkan Kecepatan Angin Dari Diameter Sudu 40 cm Sampai 130 cm**

	w (WIB)	Kec. angin	Diameter sudu																			
			40cm		50 cm		60 cm		70 cm		80 cm		90 cm		100 cm		110 cm		120 cm		130 cm	
			Kp (Rpm)	Q (ltr/s)	Kp (Rpm)	Q (ltr/s)	Kp (Rpm)	Q (ltr/s)	Kp (Rpm)	Q (ltr/s)	Kp (Rpm)	Q (ltr/s)	Kp (Rpm)	Q (ltr/s)	Kp (Rpm)	Q (ltr/s)	Kp (Rpm)	Q (ltr/s)	Kp (Rpm)	Q (ltr/s)	Kp (Rpm)	Q (ltr/s)
1	06.00	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0.012	49	0.013	53	0.016	51	0.015	48	0.012	44	0.010
2	09.00	4,7	0	0	0	0	66	0.022	70	0.024	76	0.027	81	0.030	85	0.033	78	0.028	73	0.025	69	0.024
3	12.00	6,9	0	0	0	0	149	0.049	155	0.052	162	0.054	169	0.057	168	0.056	156	0.052	150	0.049	143	0.047
4	15.00	8,1	0	0	0	0	180	0.061	184	0.062	192	0.064	198	0.066	214	0.07	205	0.068	193	0.064	188	0.063
5	18.00	2,7	0	0	0	0	0	0	48	0.012	54	0.016	62	0.020	69	0.024	65	0.022	60	0.019	57	0.018
6	21.00	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	00.00	1,46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	03.00	1,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Hasil analisis, 2012

Keterangan :

- w =waktu pengujian (WIB)
- Ka = kecepatan angin (m/s)
- Kp =kecepatan putaran poros kincir (Rpm)
- Q = debit air (ltr/s)

Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa setiap kincir memiliki pola yang sama. Semula debit air naik seiring dengan bertambahnya diameter sudu dan debit air akan mencapai debit maksimal pada diameter sudu tertentu serta akan kembali turun jika diameter sudu diperbesar setelah terjadi debit maksimal. Hal tersebut menurut Himran (2006) energi kinetik yang dimiliki angin tidak seluruhnya dapat dikonversikan menjadi gaya mekanik atau terjadi kerugian daya. Kerugian daya diakibatkan karena adanya pengaruh gaya seret/gaya hambat yang mengurangi gaya angkat ketika kincir berputar. Gaya hambat tersebut akibat gesekan antara kincir dengan aliran angin. Perbandingan antara daya yang dihasilkan dengan daya yang dimiliki angin disebut koefisien daya ( $C_p$ ) dapat dirumuskan sebagai berikut (Himran, 2006):

$$C_p = \frac{P}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3}$$

- $C_p$  : koefisien daya  
 $\rho$  : kerapatan udara ( $\text{kg/m}^3$ ) ( $\rho$  rata-rata :  $1,2 \text{ kg/m}^3$ )  
 $P$  : daya (Watt)  
 $A$  : luas permukaan kincir ( $\text{m}^2$ )  
 $v$  : kecepatan udara ( $\text{m/s}$ )

Untuk mengetahui rata-rata debit air dan hubungan antara debit air, diameter sudu serta kecepatan angin. Berdasarkan hasil pengukuran debit air pada Tabel 5.3 digunakan program SPSS 17.0 dengan anova *two way*.

1) *Test of homogeneity variance*

**Tabel 2. Test of homogeneity variance**  
**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**  
 Dependent Variable: debit air

F	df1	df2	Sig.
4.062	38	41	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + intsd

Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah variabel dependen homogen.

Hipotesis yang akan diuji adalah:

$H_0$  = varian variabel dependent adalah homogen

$H_1$  = varian variabel dependent adalah heterogen

Pengambilan keputusan didasarkan pada hasil probabilitas yang diperoleh yaitu :

Jika probabilitas  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak

Dari Tabel 5.4 diperoleh  $F_{hitung}$  sebesar 4,062 dengan nilai probabilitas 0,000. Jadi probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, yang berarti varian variabel terikat adalah heterogen. Jadi terjadi penyimpangan, oleh karena anova masih *robust* maka analisis masih dapat dilanjutkan (Ghozali, 2005).

2) *Test of between-subjects effects*

**Tabel 3. Test of between-subjects effects**  
**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: debit air

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.034 <sup>a</sup>	16	.002	17.706	.000
Intercept	.023	1	.023	193.509	.000
sudu	.006	9	.001	5.759	.000
angin	.028	7	.004	33.065	.000
Error	.008	63	.000		
Total	.065	80			
Corrected Total	.042	79			

a. R Squared = .818 (Adjusted R Squared = .772)

Tes ini dilakukan untuk menguji pengaruh yang ditimbulkan oleh masing-masing subjek antara diameter sudu dengan kecepatan angin terhadap debit air. Hasil uji anova menunjukkan bahwa rata-rata debit air yang dipengaruhi diameter sudu adalah berbeda. Hal ini terlihat dari nilai F sebesar 5,759 dan signifikan pada 0,05 (nilai  $p = 0,000$  atau  $p < 0,05$ ), sedangkan rata-rata debit air yang dipengaruhi kecepatan angin adalah berbeda. Hal ini terlihat dari nilai F sebesar 33,065 dan signifikan pada 0,05 (nilai  $p = 0,000$  atau  $p < 0,05$ ). Nilai *R Adjusted* sebesar 0,772 berarti variabilitas debit air yang dapat dipengaruhi oleh variabel diameter sudu dan kecepatan angin sebesar 77,2%.

**4. KESIMPULAN**

- Pompa menghasilkan debit air terbesar 0,07 ltr/s pada diameter sudu kincir 1 meter.
- Pompa mulai berfungsi dengan kecepatan angin minimal 2,5 m/s.
- Hasil uji anova menunjukkan bahwa rata-rata debit air yang dipengaruhi diameter sudu dan kecepatan angin adalah berbeda. Nilai *R Adjusted* sebesar 0,772 berarti variabilitas debit air yang dapat dipengaruhi oleh variabel diameter sudu dan kecepatan angin sebesar 77,2%.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Balai Lingkungan Penelitian Pertanian. 2010. *Laporan Rencana Pengembangan dan Budidaya Tanaman Pertanian Kabupaten Rembang*. Rembang.
- BAPPEDA. 2010. *Profil Rawa Setro dan Pemanfaatan Sumber Daya Air Rawa Untuk Irigasi Sawah*. Rembang
- Himran, Syukri. 2006. *Energi Angin*. CV Bintang Lamumpatue. Makassar.