

# PENGUJIAN POMPA SPIRAL DENGAN KINCIR AIR PADA ALIRAN IRIGASI

Marwanto<sup>1</sup>, Asral<sup>2</sup>,

Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

<sup>1</sup>marwantotm@yahoo.com, <sup>2</sup>asral@lecturer.unri.ac.id

## Abstract

*Irrigation water flow can be utilized by installing a tool that is a waterwheel. Now it has been developed in the form of a water wheel pump, where this water pump serves to pump water without using electrical energy but with the help of irrigation flow. The aim of this research was know the characteristics of spiral pump and efficiency of spiral pump with waterwheel. The method used an experimental research that was test directly in the field. The waterwheel used a type of undershot flat blade 2 m diameter with 18 pieces of blade. The flexible hose was 38.1 mm diameter with a total coil of 4.55 windings, and an input diameter of 76.2 mm. The highest flow rate was 0.29 m<sup>3</sup>/s, the highest spiral pump discharge output was 0.27 l/s with a spiral pump efficiency of 1.54 % and the head was 3.38 m. The lowest flow rate was 0.11 m<sup>3</sup>/s, the lowest spiral pump discharge output was 0.15 l/s with a spiral pump efficiency of 0.81% and the head was 1.21 m. Therefore, the irrigation flow is influence of the rotation of shaft, the discharge of pump, efficiency and head spiral pump.*

*Keyword: spiral pump, flow rate, head, efficiency.*

## 1. Pendahuluan

Aliran air irigasi dapat dimanfaatkan dengan memasang sebuah alat yaitu kincir air. Dalam perkembangan zaman kincir air semakin berkembang dari segi bentuk maupun pemanfaatnya. Kini telah dikembangkan berupa pompa roda air, dimana pompa air ini berfungsi untuk memompakan air tanpa menggunakan energi listrik melainkan dengan bantuan energi aliran irigasi [1].

Haryanto pada tahun 2012 mengembangkan pompa air spiral mekanik dengan penggerak aliran arus sungai melalui proyek Tugas Akhir Politeknik Negeri Semarang. Hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil yang sesuai, yaitu efisiensi tertinggi pada head statis 4 meter adalah 5,205% dengan debit keluaran  $1,25 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s pada putaran 1 rpm. Efisiensi tertinggi pada head statis 5 meter adalah 7,601 % dengan debit keluaran  $2,16 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s pada putaran 2 rpm [2].

Thompson dkk, pada tahun 2011 mengembangkan pompa roda air atau pompa spiral di tepi sungai zambezi. Hasil uji dari pompa spiral yang dilakukan ini dapat mengalirkan 30 l/m dengan jarak penampungan airnya 30 meter. Dimana ketinggian tempat penampungan air ini 10 meter lebih tinggi dari permukaan air sungai zambezi [3].

Pada penelitian ini aliran air irigasi bertempat di Desa Koto Tibun Kecamatan Kampar Kabupaten Kampar. Penelitian ini tentang pengujian pompa spiral atau juga disebut pompa roda air (*water wheel pump*) dengan kincir air pada aliran irigasi. Adapun tujuan penulis melakukan penelitian ini adalah ingin mengetahui karakteristik pompa spiral, dan efisiensi pompa spiral dengan kincir air.

## 2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental (*experimental research method*), yaitu dengan melakukan pengujian secara langsung dilapangan untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen guna mendapatkan data empiris. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik pompa spiral, dan efisiensi pompa spiral dengan kincir air.

### 2.1 Perencanaan Pompa Spiral dengan Kincir Air.

Tipe kincir air yang digunakan adalah tipe *undershot*, dengan sudu yang digunakan adalah sudu datar. Pompa spiral dengan kincir air yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1 dan spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.



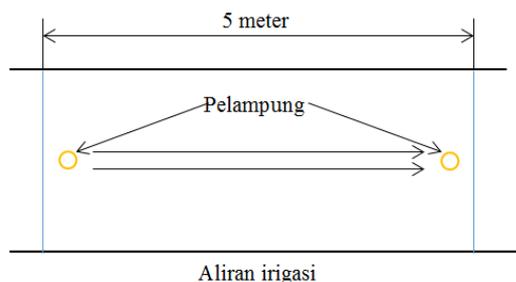
Gambar 1. Pompa Spiral dengan Kincir Air

Tabel 1. Spesifikasi Pompa Spiral dengan Kincir Air

No	Nama	Dimensi
1	Diameter Luar Kincir (D1)	2 m
2	Lebar Kincir (l)	0,7 m
3	Panjang Sudu Kincir (p)	0,7 m
4	Diameter Dalam Kincir (D2)	0,6 m
5	Jumlah Sudu (N)	18 buah
6	Diameter Poros	38,1 mm
7	Bearing	UC208-24
8	Diameter Masukan Pompa Spiral (d1)	76,2 mm
9	Diameter Selang Fleksibel (d2)	38,1 mm
10	Jumlah Coil Atau Lilitan (n)	4,55 lilitan

## 2.2 Pengujian Pompa Spiral dengan Kincir Air.

Pengujian dilakukan di desa Koto Tibun, Kec. Kampar, Kab. Kampar pada tanggal 16-11-2016. Variabel pengujian yang dilakukan berupa debit aliran irigasi yang divariasikan dengan tinggi air aliran irigasi dengan mengatur bukaan pintu air bendungan utama sebanyak 12 kali. Pengambilan data pengujian berupa waktu alir pelampung (t), putaran poros kincir ( $n_k$ ), luas penampang irigasi (A) dan debit pompa spiral ( $Q_p$ ). Skematik pengujian waktu alir pelampung dapat dilihat pada Gambar 2. Skematik pengujian pompa spiral dengan kincir air dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Skematik Pengujian Waktu Alir Pelampung



Gambar 3. Skematik Pengujian Pompa Spiral dengan Kincir Air

Ket :

1. Debit Keluaran Pompa Spiral
2. Putaran Kincir Air

## 2.3 Pengolahan Data Pengujian.

Setelah didapatkan data-data pengujian yang diinginkan, maka dilakukan analisis untuk mengetahui karakteristik pompa spiral, efisiensi kombinasi pompa spiral dengan turbin air, dan fenomena yang terjadi. Adapun parameter-parameter yang akan dihitung adalah :

1. Kecepatan Air (v)  
Kecepatan air dapat diartikan sebagai jarak per detik (m/s), dimana kecepatan air dapat dicari dengan persamaan berikut ini [1].

$$v = \frac{l}{t} \quad (1)$$

dimana l adalah jarak alir pelampung (m), dan t adalah waktu alir pelampung (s).

2. Debit Aliran (Q)  
Debit dapat diartikan sebagai volume air yang mengalir setiap detik ( $m^3/s$ ), dimana debit aliran air dapat dicari dengan persamaan berikut ini [4].

$$Q = A \cdot v \quad (2)$$

dimana A adalah luas penampang basah irigasi ( $m^2$ ), dan v adalah kecepatana aliran irigasi (m/s).

3. Daya Air ( $P_h$ )  
Karena daya air ini berasal dari energi air jatuh (energi potensial) dan energi air mengalir (energi kinetik) maka besarnya daya air yang merupakan potensi sumber dari energi air pada suatu wilayah, ditentukan melalui persamaan berikut ini [5].

$$P_h = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (3)$$

Dimana  $\rho$  adalah masa jenis air ( $kg/m^3$ ), g adalah percepatan gravitasi bumi ( $m/s^2$ ), dan h adalah head air (m).

4. Daya Mekanik ( $P_m$ )  
Daya mekanik adalah daya yang diakibatkan oleh putaran poros kincir air. Daya mekanik dapat dicari dengan persamaan berikut ini [6].

$$P_M = T \cdot \omega \quad (4)$$

Dimana T adalah torsi pada poros kincir akibat gaya yang diterima dari air (N.m) dan  $\omega$  adalah kecepatan sudut.

5. Efisiensi Pompa Spiral ( $\eta_{cp}$ )  
Efisiensi pompa spiral merupakan perbandingan antara daya mekanik ( $P_m$ ) dengan daya air ( $P_h$ ) [2].

$$\eta_{cp} = \frac{P_M}{P_h} \times 100\% \quad (5)$$

### 6. Head Pompa Spiral ( $h_p$ )

Head pompa spiral dapat diartikan sebagai suatu besaran spesifik dari tekanan air di atas titik referensi tertentu yang ditunjukkan berupa ketinggian permukaan air. Head pompa dapat dicari dengan menurunkan persamaan daya pompa berikut [4].

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h_p \quad (6)$$

Menjadi,

$$h_p = \frac{P_M}{\rho \cdot Q_p \cdot g} \quad (7)$$

Dimana  $h_p$  adalah head pompa spiral (m),  $P_m$  adalah daya mekanik pompa spiral (watt),  $\rho$  adalah masa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ ),  $Q_p$  adalah debit keluaran pompa spiral ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), dan  $g$  adalah percepatan gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2$ ).

## 3. Hasil dan Pembahasan

Dengan membuka pintu air bendungan utama maka ketinggian air dan debit aliran terdapat 12 variasi. Setiap satu variasi bukaan pintu air utama dilakukan pengujian.

### 3.1 Data Pengukuran dan Pengujian.

Untuk data hasil pengukuran waktu aliran pelampung dapat dilihat pada tabel 2. dan data hasil pengujian pompa spiral dengan kincir air dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Waktu Aliran Pelampung

No	Jarak Alir Pelampung (m)	Rata-Rata Waktu Alir Pelampung (s)
1	5	25,53
2	5	26,30
3	5	26,47
4	5	26,80
5	5	27,06
6	5	29,01
7	5	30,97
8	5	31,95
9	5	33,72
10	5	35,50
11	5	41,22
12	5	42,15

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Pompa Spiral

No	Tinggi Air (m)	Putaran Poros Kincir (rpm)	Debit Pompa Spiral (l/s)
1	0,82	4,5	0,267
2	0,80	4,3	0,265
3	0,79	4,2	0,263
4	0,77	4,1	0,256
5	0,75	4,0	0,249
6	0,72	3,8	0,239
7	0,70	3,7	0,229
8	0,67	3,4	0,210

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Pompa Spiral (lanjutan...)

No	Tinggi Air (m)	Putaran Poros Kincir (rpm)	Debit Pompa Spiral (l/s)
9	0,65	3,2	0,191
10	0,63	2,9	0,173
11	0,61	2,7	0,162
12	0,59	2,5	0,152

Selanjutnya data pengukuran dan pengujian dianalisa menggunakan parameter-parameter yang telah dibahas sebelumnya.

### 3.2 Analisa Hasil Pengujian.

Untuk analisa daya air dapat dilihat pada tabel 4, dan untuk analisa pompa spiral dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Daya Air

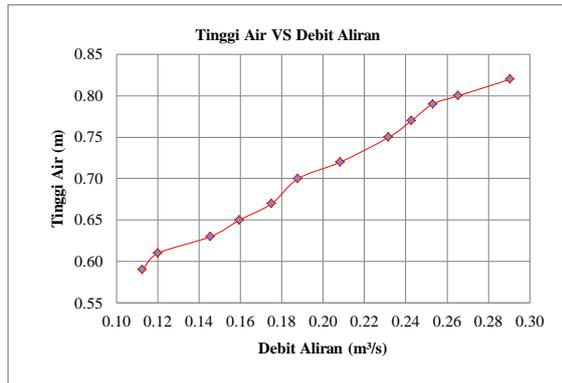
No	Luas Penampang Basah ( $\text{m}^2$ )	Kecepatan Rata-Rata (m/s)	Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Daya air (Watt)
1	1,48	0,20	0,29	575,96
2	1,40	0,19	0,27	525,77
3	1,35	0,19	0,25	501,10
4	1,30	0,19	0,24	480,65
5	1,25	0,18	0,23	458,82
6	1,21	0,17	0,21	412,01
7	1,16	0,16	0,19	371,20
8	1,12	0,16	0,18	345,96
9	1,08	0,15	0,16	314,83
10	1,03	0,14	0,15	286,97
11	0,99	0,12	0,12	236,75
12	0,95	0,12	0,11	221,82

Tabel 5. Hasil Analisa Perhitungan Pompa Spiral

No	Torsi (Nm)	Kecepatan Sudut (rad/s)	Daya Mekanik (Watt)	$\eta_{cp}$ (%)	Head Pompa Spiral (m)
1	16,89	0,42	8,85	1,54	3,38
2	16,48	0,42	7,97	1,52	3,07
3	16,08	0,41	7,59	1,51	2,94
4	15,54	0,41	7,32	1,52	2,92
5	14,15	0,40	7,00	1,53	2,86
6	12,78	0,40	5,79	1,41	2,47
7	11,60	0,39	4,95	1,33	2,20
8	10,30	0,38	4,27	1,23	2,07
9	9,21	0,37	3,61	1,15	1,92
10	8,05	0,35	2,95	1,03	1,74
11	7,10	0,33	2,04	0,86	1,28
12	6,30	0,29	1,80	0,81	1,21

### 3.3 Hubungan Tinggi Air dengan Debit Aliran.

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara tinggi air ( $z$ ) dengan debit aliran irigasi ( $Q$ ).

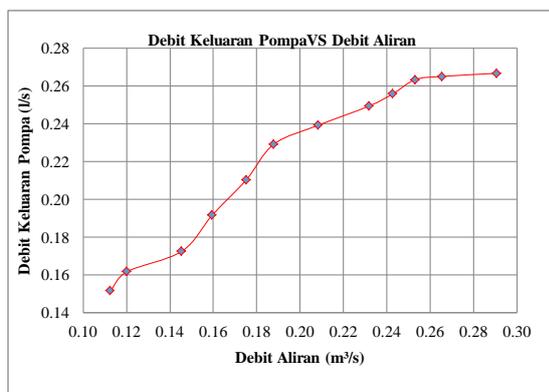


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Tinggi Air dengan Debit

Dari grafik terlihat bahwa pada saat pengujian pompa spiral debit aliran terendah pada ketinggian air 0,59 m yaitu 0,11  $m^3/s$ , sedangkan untuk debit aliran tertinggi pada ketinggian air 0,82 m yaitu 0,29  $m^3/s$ . Semakin tinggi aliran irigasi maka luas penampang basah aliran irigasi akan semakin tinggi, hal ini sesuai dengan persamaan  $Q = v.A$ , dimana debit ( $Q$ ) berbanding lurus dengan kecepatan aliran air ( $v$ ) dan luas penampang aliran air ( $A$ ). Akan tetapi berbeda dengan luas penampang ( $A$ ) dan kecepatan aliran air ( $v$ ) yang berbanding terbalik pada debit ( $Q$ ) yang sama. Dimana perubahan ini akan menghambat aliran air pada irigasi yang mengakibatkan bertambahnya luas penampang basah, sehingga terjadi kenaikan tinggi air pada saluran irigasi.

### 3.4 Hubungan Debit Keluaran Pompa Spiral dengan Debit Aliran.

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara debit keluaran pompa spiral ( $Q_p$ ) dengan debit aliran irigasi ( $Q$ ).

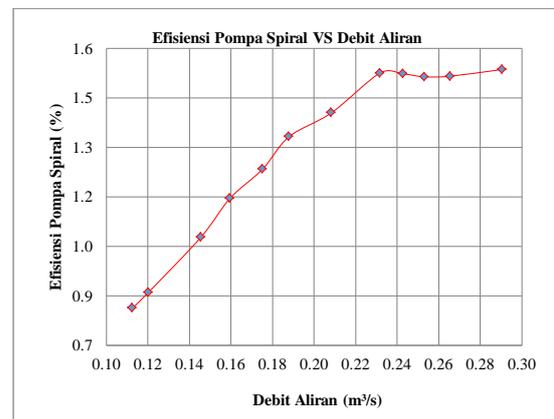


Gambar 5. Hubungan Debit Keluaran Pompa Spiral dengan Debit Aliran

Dari grafik terlihat bahwa saat pengujian pompa spiral, debit keluaran pompa spiral tertinggi pada debit aliran 0,29  $m^3/s$  yaitu 0,27 l/s, sedangkan untuk debit keluaran pompa terendah pada debit aliran 0,11  $m^3/s$  yaitu 0,15 l/s. Debit keluaran pompa spiral akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya debit aliran irigasi. Dan debit keluaran pompa akan semakin rendah jika debit aliran irigasi semakin kecil. Hal ini dikarenakan jika debit aliran irigasi semakin besar membuat jumlah air yang masuk kedalam lilitan pompa spiral bertambah, yang mengakibatkan debit keluaran pompa spiral meningkat.

### 3.5 Hubungan Efisiensi Pompa Spiral dengan Debit Aliran

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara efisiensi pompa spiral ( $\eta_{cp}$ ) dengan debit aliran irigasi ( $Q$ ).

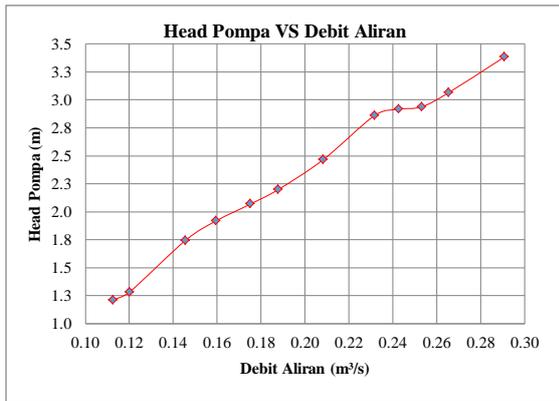


Gambar 6. Hubungan Efisiensi Pompa Spiral dengan Debit Aliran

Dari grafik terlihat bahwa pada saat pengujian pompa spiral, efisiensi pompa spiral tertinggi pada debit aliran 0,29  $m^3/s$  yaitu 1,54 %, sedangkan untuk efisiensi pompa spiral terendah pada debit aliran 0,11  $m^3/s$  yaitu 0,81 %. Analisa hubungan efisiensi pompa spiral dengan debit aliran adalah semakin besar debit aliran irigasi maka semakin besar pula efisiensinya. Hal ini dikarenakan semakin besar debit aliran irigasi membuat daya mekanik pompa spiral semakin besar, sehingga mengakibatkan bertambahnya efisiensi pompa spiral.

### 3.6 Hubungan Head Pompa dengan Debit Aliran

Gambar 7 menunjukkan hubungan antara head pompa spiral ( $h_p$ ) dengan debit aliran irigasi ( $Q$ ). Dari grafik terlihat bahwa pada saat pengujian pompa spiral, head pompa spiral tertinggi pada debit aliran 0,29  $m^3/s$  yaitu 3,38 m, sedangkan untuk head pompa spiral terendah pada debit aliran 0,11  $m^3/s$  yaitu 1,21 m.

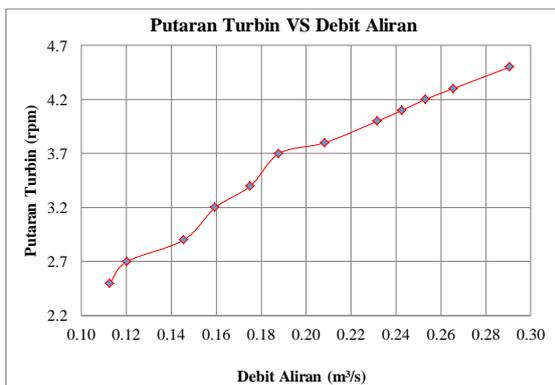


Gambar 7. Hubungan Head Pompa Spiral dengan Debit Aliran

Analisa hubungan antara head pompa spiral dengan debit aliran irigasi adalah head pompa akan semakin besar jika debit aliran semakin besar, atau sebaliknya. Hal ini dikarenakan debit aliran irigasi semakin besar akan membuat jumlah air yang masuk kedalam lilitan pompa spiral akan semakin besar, yang mengakibatkan tekanan di dalam lilitan menjadi meningkat, sehingga head pompa akan meningkat.

### 3.7 Hubungan Putaran Kincir dengan Debit Aliran

Gambar 8 menunjukkan hubungan antara putaran kincir ( $n_k$ ) dengan debit aliran irigasi ( $Q$ ).



Gambar 8. Hubungan Putaran Kincir dengan Debit Aliran

Dari grafik terlihat bahwa pada saat pengujian pompa spiral, putaran poros kincir tertinggi pada debit aliran  $0,29 \text{ m}^3/\text{s}$  yaitu  $4,5 \text{ rpm}$ , sedangkan untuk putaran poros kincir terendah pada debit aliran  $0,11 \text{ m}^3/\text{s}$  yaitu  $2,5 \text{ rpm}$ . Debit aliran irigasi mempengaruhi putaran poros kincir, semakin besar debit aliran maka semakin besar pula putaran poros kincir, begitupun sebaliknya. Hal ini dikarenakan semakin besar debit aliran irigasi, maka daya air akan semakin besar, daya air inilah yang akan menumbuk sudu kincir, sehingga membuat putaran kincir akan meningkat.

## 4. Kesimpulan

Dari penelitian pompa spiral dengan kincir air yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar debit aliran irigasi maka semakin besar pula putaran kincir, debit keluaran pompa spiral, efisiensi dan headnya.
2. Putaran kincir semakin meningkat seiring dengan bertambahnya debit aliran irigasi. Putaran kincir tertinggi adalah  $4,5 \text{ rpm}$  pada debit aliran irigasi tertinggi yaitu  $0,29 \text{ m}^3/\text{s}$ .
3. Debit keluaran pompa spiral semakin meningkat seiring dengan bertambahnya debit aliran irigasi. Debit keluaran pompa spiral tertinggi adalah  $0,27 \text{ l/s}$  pada debit aliran irigasi tertinggi yaitu  $0,29 \text{ m}^3/\text{s}$ .
4. Efisiensi pompa spiral semakin meningkat seiring dengan bertambahnya debit aliran irigasi. Efisiensi pompa spiral tertinggi adalah  $1,54 \%$  pada debit aliran irigasi tertinggi yaitu  $0,29 \text{ m}^3/\text{s}$ .
5. Head pompa spiral semakin meningkat seiring dengan bertambahnya debit aliran irigasi. Head pompa spiral tertinggi adalah  $3,38 \text{ meter}$  pada debit aliran irigasi tertinggi yaitu  $0,29 \text{ m}^3/\text{s}$ .
6. Karakteristik dari pompa spiral dengan kincir ini adalah putaran kincir, debit keluaran pompa, efisiensi, dan head pompa spiral yang berbanding lurus dengan debit aliran irigasi.

## Daftar Pustaka

- [1] Prayatno, W. 2007. *Turbin Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [2] Haryanto, P. 2012. Rekondisi Pompa Air Spiral Mekanik Dengan Penggerak Aliran Arus Sungai. *Skripsi*. Politeknik Negeri Semarang, Semarang.
- [3] Thompson, P.L., Milonova, S., Reha, M., Mased, F., Dan Tromble, I. 2011. Coil Pump Design for a Community Fountain in Zambia. *International Journal for Service Learning in Engineering*. Vol.6 (1): 33-45.
- [4] White, F.M. 2003. *Fluid Mechanics*. 4<sup>th</sup> Edition. McGrawHill. New York.
- [5] Wibawa, U. 2001. Sumber Daya Energi Alternatif. *Skripsi*. Universitas Brawijaya, Malang.
- [6] Sule, L., Wardana I.N.G., Soenoko, R., dan Wahyudi, S. 2014. Angled and curved blades of deep-water wheel efficiency. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, AENSI Journals*.