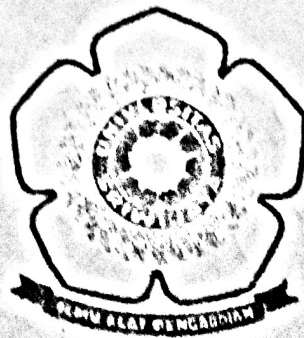


**LAPORAN PENELITIAN UNGGULAN KOMPETITIF
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**PENGUJIAN SKALA LABORATORIUM
APLIKASI KINCIR AIR APUNG UNTUK
PEMANFAATAN ENERGI PASANG SURUT
UNTUK MENGGERAKKAN POMPA SPIRAL**

**Dr. Ir. Darmawi, MT
Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc
Jimmy D Nasution, ST.MT**



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
NOVEMBER 2014**

B. Halaman Pengesahan

1. Judul Penelitian : Pengujian Skala Laboratorium Aplikasi Kincir Air Apung Untuk Pemanfaatan Energi Pasang Surut Untuk Menggerakkan Pompa Spiral
2. Bidang Penelitian: Hydro Energy.
3. Ketua Peneliti
 - a. Nama lengkap : Dr. Ir. Darmawi, MT
 - b. Jenis kelamin : Laki-laki
 - c. NIP : 195806151987031002
 - d. Pangkat dan Golongan : Pembina Golongan IV-a
 - e. Jabatan Struktural : Tidak ada.
 - f. Jabatan Fungsional : Dosen
 - g. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
 - h. Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik/ Teknik Mesin
 - i. Alamat kantor : Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya – Indralaya.
 - j. Telepon/Fax : 0711 – 580062
 - k. Alamat Rumah : Komplek Afila Permai Blok P-2 Kenten – Palembang.
 - l. Telp/Fax/E-mail : 0812-7886884 E-mail: d_bayin2009@yahoo.com
4. Jangka waktu penelitian : 8 (Delapan) Bulan.
5. Jumlah yang diajukan : Rp 50.000.000,- (Lima puluh juta rupiah)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Unsri:



Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA
NIP: 195308141985031002

Indralaya, 20 Nopember 2014
Ketua peneliti:

Dr. Ir. Darmawi, MT
NIP: 195806151987031002

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian Unsri:

Prof. Dr. Ir. H. M. Said, MSc
NIP: 196108121987031003

C. Sistematika Penelitian

I. Identitas Penelitian

1. Judul usulan : Pengujian Skala Laboratorium Aplikasi Kincir Air Apung Untuk Pemanfaatan Energi Pasang Surut Untuk Menggerakkan Pompa Spiral

2. Ketua Peneliti:

(a) Nama lengkap : Dr. Ir. Darmawi, MT

(b) Bidang keahlian : Energi dan Lingkungan

3. Anggota Peneliti

No:	Nama dan gelar	Keahlian	Institusi	Curahan waktu (Jam/minggu)
1	Dr.Ir. Darmawi, MT	Ilmu lingkungan Hydro energy	Univ. Sriwijaya	6
2	Dr.Ir.Riman Sipahutar, MSc	Energy	Univ. Sriwijaya	2
3	Jimmy D Nasution, ST. MT	Elektromekanik	Univ. Sriwijaya	1

1. Isu strategis : Pemanfaatan Energi Pasang Surut Untuk Kehidupan.
2. Topik Penelitian : Pemanfaatan Energi Pasang Surut Untuk Menggerakkan Pompa Spiral.
3. Objek Penelitian : Meneliti Masalah Praktis yang Akan Timbul Jika Kincir Air Apung dipakai untuk menggerakkan Pompa Spiral dan Mendata Kinerja Pompa.
7. Lokasi penelitian: Laboratorium Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unsri – Indralaya.
8. Hasil yang ditargetkan : Teknologi tepat guna yang langsung dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.
9. Institusi lain yang terlibat : Tidak ada.
10. Sumber biaya lain : Tidak ada
11. Keterangan lain yang dianggap perlu: -

II. Substansi Penelitian

ABSTRAK

Penelitian yang sudah dilakukan terdahulu menunjukkan energi pasang surut dapat digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik, tetapi dari hasil itu diperkirakan akan lebih cocok jika digunakan untuk menggerakkan pompa spiral dan aerasi. Penelitian ini akan dilakukan dalam skala laboratorium terutama untuk melihat seberapa benar perkiraan tersebut diatas dan masalah-masalah praktis apa yang akan dihadapi jika alat tersebut diimplementasikan dalam kenyataan.

BAB I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Energi pasang surut (Tidal energy), khususnya energi aliran pasang (Tidal Current Energy) merupakan potensi energy yang diteliti hampir diseluruh dunia dewasa ini. Tidal current energy menjadi penting karena dampak lingkungan yang ditimbulkannya sangat minim jika dibandingkan dengan penggunaan pasang surut dalam bentuk dam (barrages).[1] Sumatera Selatan merupakan salah satu daerah yang menyimpan potensi energi pasang surut yang besar di Indonesia.

Table 1. Distribusi Lahan Basah di Indonesia dan Lahan Yang Sudah Dikembangkan.

<i>Lokasi</i>	<i>Lahan Basah yang tersedia (Juta hektar)</i>			<i>Lahan yang sudah dikembangkan (Juta hektar)</i>		
	Pasang surut	Non-pasang surut	Total	Pasang surut	Non-pasang surut	Total
Sumatera	6.6	2.7	9.3	0.6	0.26	0.8
Kalimanta	8.1	3.5	11.7	0.2	0.2	0.4
Irian Jaya	4.2	6.3	10.5	0	0.06	0.06
Sulawesi	1.1	0.6	1.8	0	0.02	0.02
Total	20	13.3	33.4	0.8	0.47	1.314.

Sumber: [2], [3]

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa dari 0,8 juta hektar lahan pasang surut yang sudah dikembangkan di empat pulau besar di Indonesia, sebanyak 0,6 juta hektar ($\pm 75\%$) berlokasi di Sumatera Selatan dan terpusat di pantai Lampung dan Sumatera Selatan. [3]. Oleh sebab itu kami berpandangan perlu ada pemikiran untuk memanfaatkan energi pasang surut ini agar berguna bagi kehidupan. Salah satu diantaranya diperkirakan cocok untuk menggerakkan pompa spiral.

Tujuan khusus

Penelitian ini terutama bertujuan untuk:

1. Melihat kinerja pompa spiral jika dibuat dalam skala laboratorium.
2. Melihat masalah teknis apa saja yang akan dihadapi jika alat ini dibuat dalam skala aktual.

Urgensi

Penelitian ini penting untuk dilakukan dalam rangka memprediksi volume air yang dapat dipompakan persatuan waktu pada suatu head tertentu.

BAB II. STUDI PUSTAKA

Kincir Air telah ada sejak 2000 tahun sebelum masehi. Doomsday Book di tahun 1086 mencatat adanya lebih dari 5000 kincir berpenggerak air di Inggris, terdapat 60.000 kincir air di Francis di tahun 1820 (Denny, 2004). Tercatat di Cina, India, Mesir kuno, Paraguay, Brazil, Congo dan negara-negara Afrika, energi yang digunakan untuk memompakan air bagi irigasi di persawahan adalah kincir air.

Energi pasang surut dapat dimanfaatkan menjadi energi mekanik atas dasar perbedaan ketinggian (energi potensial) dan atau berdasarkan kecepatan arus (stream) tergantung pada pertimbangan-pertimbangan yang ada untuk itu. Untuk energi pasang surut pada saluran irigasi sekunder, pemanfaatan energi melalui aliran (stream) merupakan satu-satunya pilihan karena kecilnya beda ketinggian yang tersedia. Diseluruh dunia terdapat peningkatan produksi listrik hampir dua kali lipat yang dalam juta ton ekivalen minyak (MTOe) sebesar 9,5 dalam tahun 2001 menjadi 19 MTOe dalam tahun 2010.(Abbasi,2011). Dewasa ini total energi listrik yang berasal dari hydropower adalah 17% dari total listrik dunia atau sekitar 715.000 MW (BP, 2009). Tabel 4 menunjukkan pembangkit listrik hydropower hingga tahun 2000 di berbagai bagian dunia.

1. Energi Pasang Surut

. Energi pasang pasang surut telah digunakan di Francis, Inggris, Irlandia, Kanada, USA dan Rusia sejak tahun 1966. Energi pasang surut dikembangkan pada daerah-daerah dengan kisar tinggi permukaan air cukup besar. Air pasang yang terperangkap dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin. Putaran turbin ini akan menghasilkan listrik melalui generator. Namun energi pasang surut ini memiliki keterbatasan yaitu hanya dapat digunakan pada satu phase dari satu hari pasang. Sehingga dari aktifitas pasang surut selama kurang lebih 24 jam 54 menit hanya setengah daripadanya yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi. Upaya untuk menciptakan energi yang kontinyu sudah dilakukan di beberapa negara antara lain melalui sistem koneksi dengan energi lain seperti Diesel, energi angin dan energi gelombang. Dengan cara itu maka sistem terkoneksi satu sama lain dan diperoleh energi yang kontinyu. (Kaldelis, Kavadias,Koldili, 2006)

Menurut Fergal O Rourke *, Fergal Boyle, Anthony Reynolds (2010), energi pasang surut terdiri dari komponen energi kinetik dan energi potensial. Daya mekanik yang berasal dari pasang surut dapat dikategorikan dalam dua tipe pokok, yaitu:

2. Turbin yang bekerja berdasarkan dam (Tidal Barrages)

Turbin yang bekerja berdasarkan dam ini memiliki dua macam cara kerja,

yaitu: 1.a. Sistem Basin Tunggal

1.b. Sistem Basin Ganda

2. Turbin yang bekerja berdasarkan arus pasang (Tidal Current Turbine).

2. Turbin air yang bekerja berdasarkan dam (Tidal Barrages)

Turbin air yang bekerja berdasarkan dam (Tidal Barrages) mendapatkan energi dengan memanfaatkan energi potensial yang terkandung akibat adanya perbedaan ketinggian permukaan air akibat pasang. Besarnya daya mekanik yang didapat akibat perbedaan ketinggian tersebut menurut Novak (2005) adalah:

$$P = \gamma Q \left(H + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \right) \text{ [Nm/s]} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana: Q adalah kapasitas aliran dalam satuan m³/s

$\gamma = \rho g$ = density air = 9810 N/m³

v_1 dan v_2 adalah kecepatan rata-rata air pada kedua sisi masuk dan keluar.

H = perbedaan ketinggian permukaan air (meter)

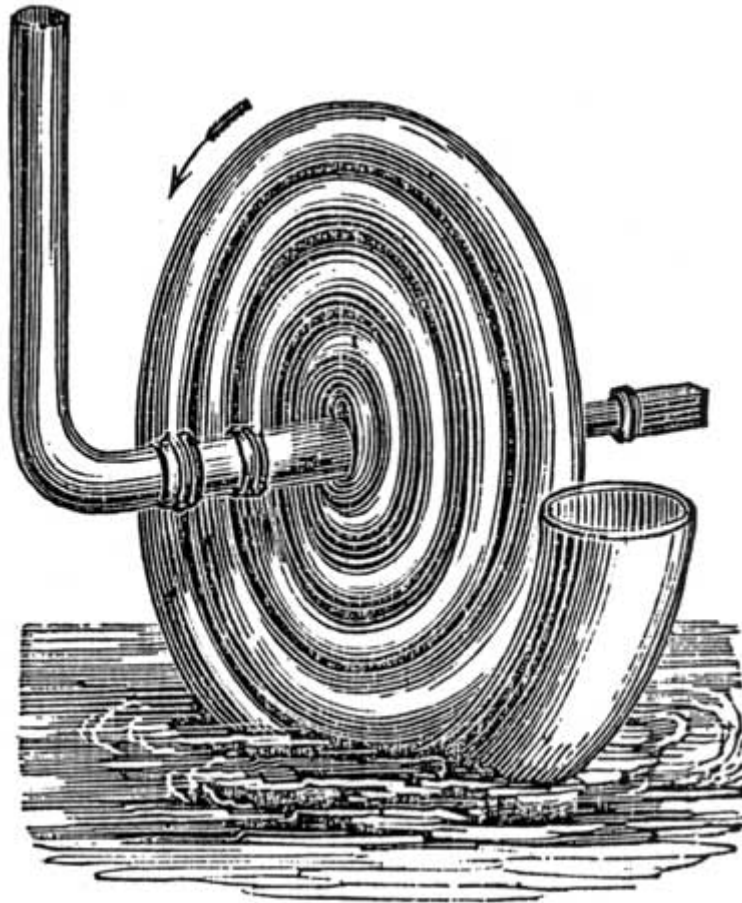
Bila perbedaan kecepatan pada sisi masuk dan keluar diabaikan, maka kita dapatkan:

$$P = 9810 QH \text{ (NM/detik)} \dots\dots\dots(2)$$

$$P = 9,81 QH \text{ (kW)} \dots\dots\dots(3)$$

Terdapat tiga metode operasi untuk turbin yang bekerja berdasarkan perbedaan ketinggian dengan Sistem Basin Tunggal, yaitu:

- Pembangkitan energi berdasarkan arus pasang surut (Ebb Generation)
- Pembangkitan energi berdasarkan arus pasang naik (Flood Generation)
- Pembangkitan energi dua arah, yaitu berdasarkan arus pasang naik dan arus pasang surut (Two Way Generation).



Gambar 1: Pompa Spiral

Sumber: Tailer (2012), <http://lurkertech.com/water/pump/tailer/> [4][5]

Pompa spiral merupakan pompa yang dapat bekerja walaupun kecepatan air rendah dengan head yang tinggi (low turn high lift). Karakter pompa seperti ini sangat cocok digunakan pada arus pasang surut. Air yang dapat dihasilkan dari pompa spiral dapat dialirkan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga petani ataupun untuk mengairi areal persawahan. Hasil penelitian kami terdahulu menunjukkan bahwa salah satu masalah yang mereka hadapi adalah membawa air dari saluran irigasi ke areal persawahan yang relatif lebih tinggi kurang lebih 1-3 meter. Mengangkat air ke areal persawahan ini dianggap menjadi permasalahan, karena jika dilakukan dengan menggunakan mesin Diesel atau diangkat secara manual, maka akan meningkatkan biaya produksi, karena kebutuhan air tersebut setiap hari dan dalam jumlah yang cukup besar karena luasnya areal persawahan. Akibatnya, masalah mengangkat air dari dalam saluran keareal persawahan ini menjadi faktor penting dalam meningkatkan penghasilan petani khususnya dan menambah kesejahteraan masyarakat pada umumnya..

Kita mengetahui bahwa biaya produksi dan hasil panen merupakan dua hal yang memiliki hubungan secara timbal balik yang antagonistik. Yang sangat diharapkan oleh petani dan kita semua sebagai pemangku kepentingan adalah biaya produksi rendah dan hasil panen maksimal, dan sebaliknya yang paling tidak diharapkan adalah biaya produksi tinggi dan hasil panen minimal.

Oleh sebab itu persoalan ini menjadi persoalan yang mendesak untuk dipecahkan, dalam rangka mendukung agar petani tetap pada produksi padi pada lahannya. Untuk ini maka kami meyarankan salah satu solusi, yaitu penggunaan pompa spiral dengan memanfaatkan tenaga aliran air pada saluran sekunder.

Pompa Spiral merupakan hasil temuan seseorang berkebangsaan Switzerland yang bernama H.A. Wirtz pada tahun 1746. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan oleh Peter Tailer pada Windfarm Museum, Massachussets, setelah 240 tahun pompa itu ditemukan, diperoleh hasil dimana sebuah roda (wheel) dengan diameter 6 kaki dan lilitan pipa polyethylene 1,25 inch sepanjang 160 kaki, dengan kecepatan keliling roda sebesar 3 ft/sec atau sekitar 90 cm/detik dihasilkan air sebanyak 3900 gallon air perhari atau 14.742 liter jika 1 gallon = 3,78 liter dengan 'head' sebesar 40 kaki (± 13 meter).

Karakteristik ini membuat pompa spiral menjadi layak untuk diaplikasikan pada lokasi persawahan di Sumatera Selatan, misalnya di Telang II guna menunjang perencanaan pembangunan dan lingkungan hidup. Uji-coba skala kecil di Telang II ini, berapapun hasil yang dicapai akan bereskalasi pada penggunaan hal serupa di lokasi lain dalam wilayah irigasi khususnya di Kecamatan Tanjung Lago.

BAB III. PETA JALAN PENELITIAN

Penelitian yang sudah dilakukan terdahulu [3] menunjukkan bahwa arus pasang surut dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik, tetapi daya listrik yang dihasilkan kurang memadai untuk konsumsi sebuah rumah tangga. Arus pasang surut lebih sesuai jika digunakan untuk menggerakkan pompa spiral atau untuk aerasi air. Oleh sebab itu, penelitian ini akan dilakukan dalam skala laboratorium dengan tiga jenjang pelaksanaan selama tiga tahun, yaitu:

- a. Tahun 2014, penelitian skala laboratorium pemanfaatan arus pasang surut untuk pompa spiral. Pada penelitian ini arus dibuat bervariasi dari kecepatan 0,5 m/det – 2,0 m/det.
- b. Tahun 2015, penelitian skala laboratorium pemanfaatan arus pasang surut untuk aerasi. Pada penelitian ini arus dibuat bervariasi dari kecepatan 0,5 m/det – 2,0 m/det.
- c. Tahun 2016, pembuatan skala lapangan alat kincir air yang digunakan untuk menggerakkan Pompa Spiral dan Aerasi pada lokasi yang arus airnya berpotensi untuk diberdayakan. Untuk tujuan ini maka akan dilakukan penelitian awal pada Kabupaten Muara Enim, Lahat dan OKU Selatan

BAB IV. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan akan dapat menjawab, pada kecepatan aliran air tertentu dan pada lebar sudu tertentu berapa volume air yang dapat dihasilkan. dan dimanfaatkan pada daerah-daerah yang memiliki potensi pasang surut dimana saja di Indonesia. Dari hasil penelitian ini akan diperoleh data mengenai hubungan antara:

$$Q = f(A, v)$$

Dimana: Q adalah debit pompa (cm^3/detik)

A adalah luas permukaan sudu (cm^2)

V adalah kecepatan aliran arus air (cm/detik)

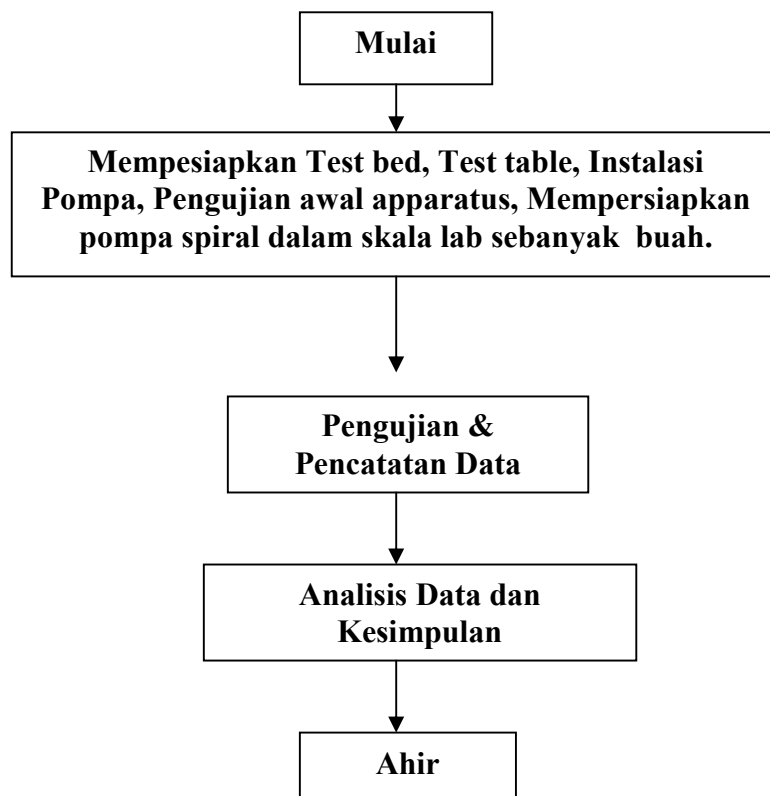
Dengan hasil ini maka dapat dirancang ukuran kincir dan pompa spiral yang hendak digunakan pada suatu daerah tertentu yang dianggap memerlukan.

BAB V. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan dalam skala laboratorium, dengan rancangan alat seperti pada gambar. Peralatan pengujian berupa sebuah sirkuit aliran air yang diketahui secara pasti penampang lintangnya, sehingga kecepatan aliran air dapat diketahui secara pasti. Pada sisi kiri ditempatkan benda uji berupa sebuah kincir air yang sudah dikopel dengan pompa spiral. Semua peralatan ini diletakkan di atas sebuah meja agar mudah melakukan pengamatan dan pengujian.

Semua hasil yang didapat dicatat dan didokumentasikan. Begitu juga masalah yang timbul sekitar aplikasi kopling antara kincir air dan pompa spiral dicatat dan didokumentasikan.

Penelitian ini akan dilakukan dengan diagram alir sbb:



Gambar 2: Bagan alir penelitian

Peralatan Yang Digunakan

- a. **Current meter Type HT-B , Propeller, Digital.**
- b. **Tachometer merek Krisbow, Digital, Kontak dan Tanpa Kontak.**
- c. **Gelas ukur volume 3 liter .**
- d. **Rotary Fitting dari faucet plumbing system.**
- e. **Kamera Sony digital.**
- f. **Pompa Sentrifugal kapasitas total 0,5 liter/detik.**
- g. **Pressure gauge dengan kapasitas hingga 30 Psig.**

Tempat Penelitian

Tempat penelitian diusulkan pada Jurusan Teknik Mesin Indralaya. Namun karena tempat yang tersedia kurang memadai, dan pelaksanaan penelitian diperkirakan akan berlangsung siang dan malam hari, maka tempat penelitian dilakukan di Musi II – Palembang.

Peneliti Mahasiswa

Mahasiswa akan dilibatkan dalam penelitian ini untuk mendukung pelaksanaan Tugas Akhir. Untuk ini akan dilibatkan dua orang mahasiswa dengan Bidang Penelitian yang tidak sama dengan Bidang Penelitian yang menjadi tujuan pokok penelitian ini. Untuk itu spesifikasi penelitian ini adalah sbb:

No:	Nama Mahasiswa	Bidang Penelitian
1	Mahasiswa Tugas Akhir I	Pengkajian terhadap efektifitas daya turbin air dalam kaitannya dengan jumlah sudu pada pengujian skala laboratorium.
2	Mahasiswa Tugas Akhir II	Pengujian eksperimental pengaruh Rotary Fitting terhadap efisiensi mekanis Pompa Spiral dengan penggerak Turbin Air sudu rata.

PEROLEHAN DATA PENELITIAN

COIL I : Diameter luar coil: 46 – 47 cm

Diameter dalam : 22 – 23 cm

Diameter luar pipa : 7 mm

Tebal pipa : 0,2 mm

Panjang coil : 19 meter

Jumlah lilitan: 16 lilitan

COIL II: Diameter luar coil: 46 – 47 cm

Diameter dalam : 22 cm

Diameter luar pipa : 9,3 mm

Tebal pipa : 0,6 mm

Panjang coil : 14,3 meter

Jumlah lilitan : 13 lilitan

Scoop pada coil kecil: Diameter luar 17,3 mm

Tebal scoop: 0,7 mm

Panjang scoop: 13,05 cm

Scoop pada coil besar: Diameter luar 17,3 mm

Tebal scoop: 0,7 mm

Panjang scoop: 14,2 cm

Pada penelitian ini digunakan dua buah pompa, masing-masing dengan spesifikasi teknis berikut:

Pompa I (Pompa kecil) :

Diameter suction : 13,1 mm; 14,6 mm; 13,4 mm

Diameter discharge : 13,1 mm; 14,5 mm; 12,9 mm

Debit aliran: 3,28 ; 3,06 ; 3,0 ; 3,28 detik/liter

Pompa II (Pompa besar):

Diameter discharge : 23,5 ; 27,2; 24; 27; 27,5 mm

Debit aliran : 1100 ml/1,5 detik; 1000 lml/1,68 detik; 1150 ml/1,69 detik

1150 ml/1,66 detik; 1150 ml/1,59 detik.

Blade rata:

Undershot : 0,17; 0,14; 0,13; 0,14 kg.

Breast shot : 0,22; 0,20; 0,21; 0,22 kg.

Data Head dan Debit Untuk Coil Pipa Kecil

Head	Putaran Roda	Waktu	Debit
169 cm	13	55,47 detik	75 ml
	8	1 menit 22 detik	80 ml
	7	1 menit 2 detik	90 ml
	8	52,15 detik	50
	12	1 menit 18 detik	100 ml
	7	48,47 detik	40 ml
220 cm	4	33,87 detik	25 ml
	7	47,03 detik	40 ml
	10	57,25 detik	95 ml
	8	55,34 detik	10 ml (?)
284 cm	8	35,56 detik	35 ml
	8	29,8 detik	40 ml
	10	38,91 detik	35 ml
PENGUKURAN DENGAN BLADE IMPULS (KOTAK SABUN)			
Gaya keliling Breast shot: 0,35; 0,47; 0,46; 0,45; 0,43; 0,42 Kg.			
Gaya keliling Undershot: 0,24; 0,28; 0,25; 0,26; 0,24 Kg			
400 cm	8	47,73	8 ml
	13	1 menit 7 detik	9 ml
COIL DIAMETER BESAR DENGAN DISCHARGE DIAMETER KECIL			
Blade kotak sabun			
232 cm	5	24,65 detik	80 ml
	11	52,07 detik	120 ml
334 cm	12	56,07 detik	90 ml
	10	49,87 detik	55 ml
	12	58,66 detik	100 ml
437 cm	10	50,44 detik	75 ml
	12	60,08 detik	90 ml
	6	32,28 detik	85 ml
522 cm	21	1 menit 40 detik	5 ml
498 cm	4	15 detik	100 ml
	8	43 detik	100 ml
	5	29,09 detik	50 ml

	6	30,88 detik	90 ml
537 cm	6	32 detik	80 ml
	8	45,81 detik	50 ml
	8	51,16 detik	90 ml
	4	25,28 detik	25 ml
568 cm	10	1 menit 4 detik	15 ml
	-	-	-
	-	-	-
COIL PIPA BESAR dan DISCHARGE PIPA BESAR			
326	5	27,68 detik	85 ml
487		Dak naik	
482		Dak naik	
427		Dak naik	

Force = force in lb exerted at wheel circumference

W-out (ft-lb) = Discharge (gal) x H (ft) x 8.34 (lb/gal) = Q x H x ρ

W-in (ft-lb) = force (lb) x distance (ft)

= F (lb) x Rev x Wheel dia (ft) x π

Efficiency = W-out/ W-in

Kecepatan aliran air dari pompa kecil (Pompa 1)

$$Q = A \times V$$

Dimana:

Debit (Q) = 3,206 detik/liter

= 0,3119 liter/detik

= 0,0003119 m³/detik

Luas permukaan outlet (A) = $\pi/4 (0,0135)^2$ (m²)

Kecepatan aliran Pompa 1 = 2,181 m/det

Kecepatan aliran dari pompa besar (Pompa 2)

Dimana:

Debit (Q) = 0,685 l/det = 0,000685 m³/detik

Luas permukaan outlet (A) = $\pi/4 (0,02584)^2 = 0,0005241$

Kecepatan aliran dari pompa 2 (Pompa besar):

V = 1,307 m/det

Debit dan Efisiensi pada Head 169 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 7 mm dan Diameter pipa outlet juga 7 mm:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (gr)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Efficiency	Debit (ml/det)
55,47	13	13,96	75	90	12675	168994,8	0,075	1,35
82	8	5,85	80	90	13520	103996,8	0,130	0,97
62	7	6,98	90	90	15210	90997,2	0,167	1,45
52,15	8	8,2	50	90	8450	103996,8	0,081	0,96
78	12	9,24	100	90	16900	155995,2	0,108	1,28
48,47	7	8,69	40	90	6760	90997,2	0,074	0,82

Debit dan Efisiensi pada Head 220 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 7 mm dan Diameter pipa outlet juga 7 mm:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (gr)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Efficiency	Debit (ml/det)
33,87	4	7,08	25	90	5500	51998,4	0,105	0,73
47,03	7	8,93	40	90	8800	90997,2	0,096	0,85
57,25	10	10,48	95	90	20900	129996	0,160	1,66
55,34	8	8,67	18	90	3960	103996,8	0,09	0,32

Debit dan Efisiensi pada Head 284 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 7 mm dan Diameter pipa outlet juga 7 mm:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (gr)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Efficiency	Debit (ml/det)
35,56	8	13,49	35	90	9940	103996,8	0,095	0,98
29,8	8	16,10	40	90	11360	103996,8	0,109	1,342
38,91	10	15,42	35	90	9940	129996	0,076	0,90

Debit dan Efisiensi pada Head 400 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 7 mm dan Diameter pipa outlet juga 7 mm dengan sudut Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (gr)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Efficiency	Debit (ml/det)
47,73	8	10,05	8	230	3200	265769,6	0,012	0,167
67	13	11,64	9	230	3600	431875,6	0,083	0,134

Debit dan Efisiensi pada Head 537 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 7 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (gr)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Efficiency	Debit (ml/det)
32	6	11,25	80	230	42960	199327,2	0,215	2,5
45,81	8	10,47	50	230	26850	265769,6	0,101	1,09
51,16	8	9,38	90	230	48330	265769,6	0,181	1,76
25,28	4	9,49	25	230	13425	132884,8	0,101	0,98

Debit dan Efisiensi pada Head 568 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 7 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (gr)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Efficiency	Debit (ml/det)
64	10	9,375	15	230	8520	332212	0,025	0,23

Debit dan Efisiensi pada Head 326 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 9,3 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (gr)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Efficiency	Debit (ml/det)
27,68	5	2,167	85	230	27710	166106	0,166	3,07

$$W \text{ out} = \text{Discharge (ml)} \times \text{Head (cm)} \times \text{Density (gr/ml)}$$

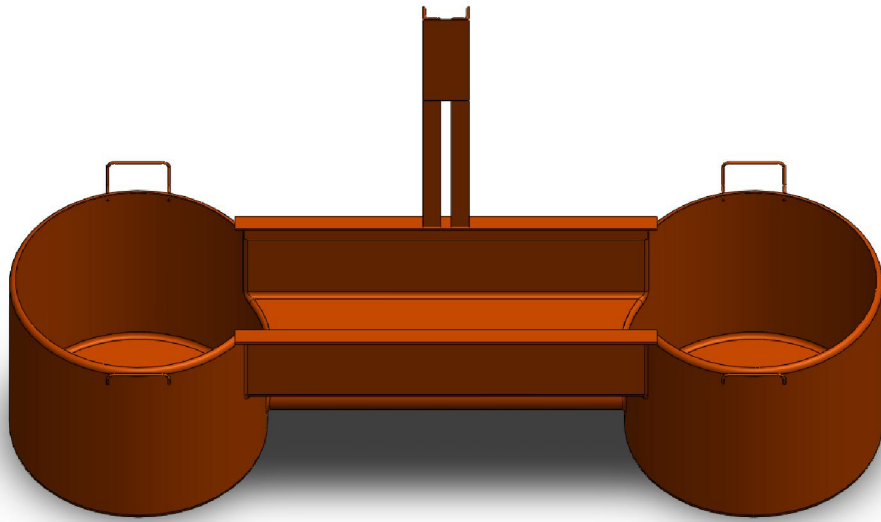
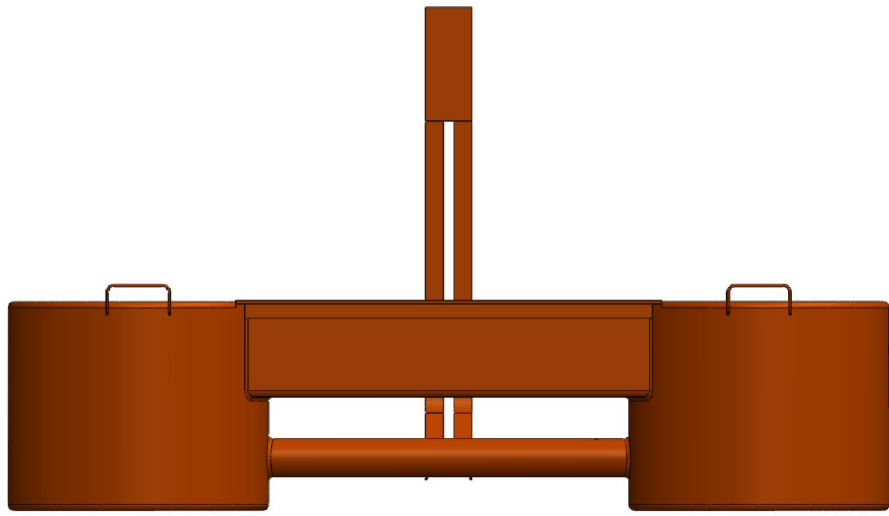
$$W \text{ in} = \text{Force (gr)} \times \text{Rev} \times \text{Dia (cm)} \times \pi$$

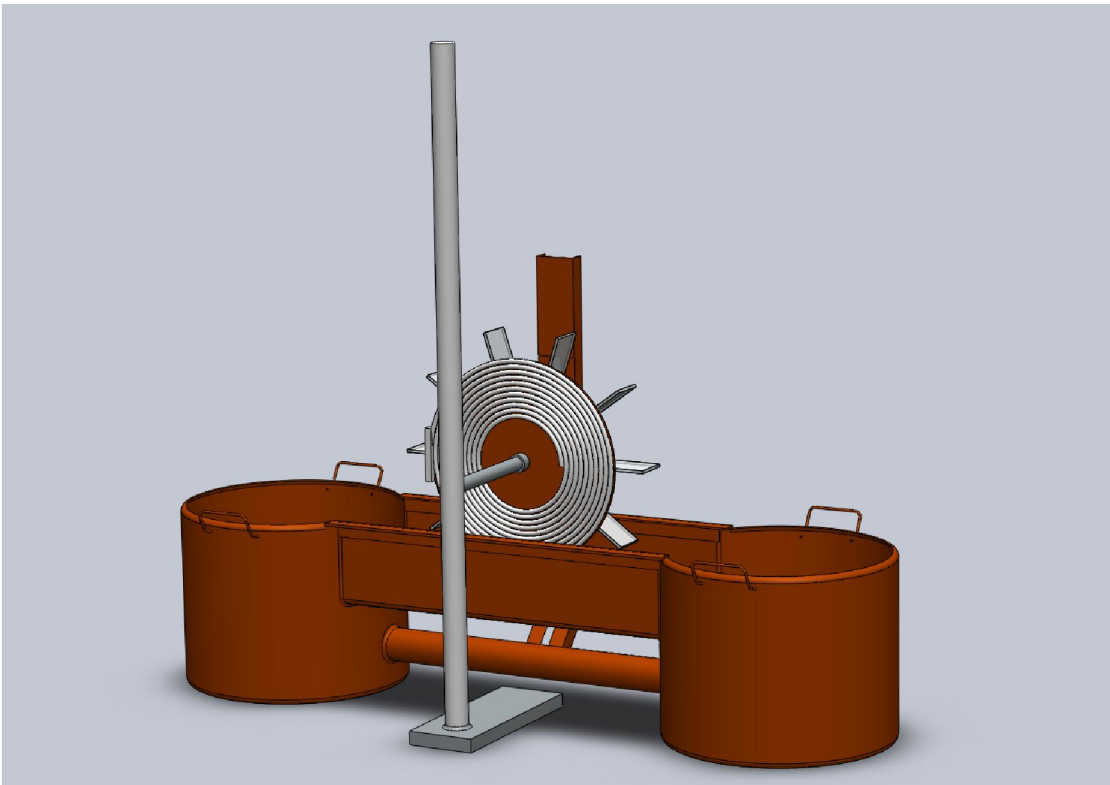
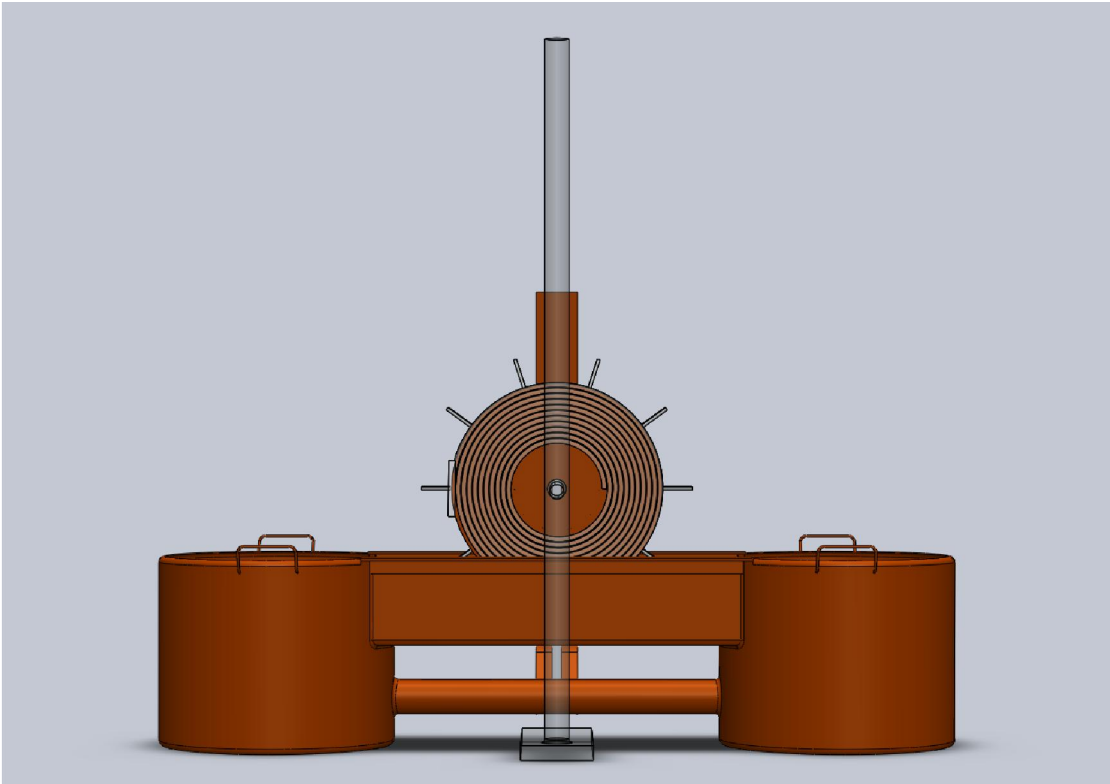
PEMBIAYAAN TAHUN 2014:

PEMBIAYAAN TAHUN 2014			
Judul: Pengujian Skala Laboratorium Aplikasi Kincir Air Untuk Pemanfaatan Energi Pasang Surut Untuk Menggerakkan Pompa Spiral			
		Harga satuan	Total biaya
BAHAN/PERANGKAT PENUNJANG	- 3 buah pompa	Rp 450.000,-	Rp 1.350.000,-
	- 20 meter selang ulir	Rp 35.000,-	Rp 700.000,-
	- 30 meter selang 7 mm	Rp 15.000,-	Rp 450.000,-
	- Sirkuit uji dari baja stainless/kayu/Al/Plastik	Rp 1.500.000,-	Rp 1.500.000,-
	- Meja uji dari kayu	Rp 1.000.000,-	Rp 1.000.000,-
	- Modul uji kincir dikopel dgn pompa spiral sebanyak 15 buah.	Rp 1.000.000,-	Rp 15.000.000,-
	- Alat2 kerja bangku	Rp 2.500.000,-	Rp 2.500.000,-
			Rp 22.500.000,-
BAHAN HABIS PAKAI	- Air murni (aquadest) 1000 liter	Rp 3.500,-	Rp 3.500.000,-
	- Daya listrik 1000 kWh	Rp 1.400,-/kWh	Rp 1.400.000,-
	- Biaya komunikasi	Rp 800.000,-	Rp 800.000,-
	- 3 buah impeller pompa	Rp 125.000,-	Rp 375.000,-
	- Acrylic sheet 2mm	Rp 500.000,-	Rp 500.000,-
	-	Rp 1.200.000,-	Rp 1.200.000,-
			Rp 7.775.000,-
PERJALANAN	Palembang – Yogyakarta	Rp 3.000.000,-	Rp 2.725.000,-
GAJI DAN UPAH	- Upah operasional pengujian	Rp 4.500.000,-	Rp 4.500.000,-
	- Upah pembuatan Gambar dgn solid works.	Rp 1.500.000,-	Rp 1.500.000,-
	- Honor peneliti:		
	- Peneliti Utama	Rp 100.000/Mg	Rp 4.800.000,-
	- Peneliti Kedua	Rp 50.000/Mg	Rp 2.800.000,-
- Peneliti Ketiga	Rp 30.000/Mg	Rp 1.400.000,-	
			Rp 15.000.000,-
LAIN-LAIN	Pengolahan data, Seminar Nasional dan Penulisan laporan.	Rp 2.000.000,-	Rp 2.000.000,-
TOTAL			Rp 50.000.000,-

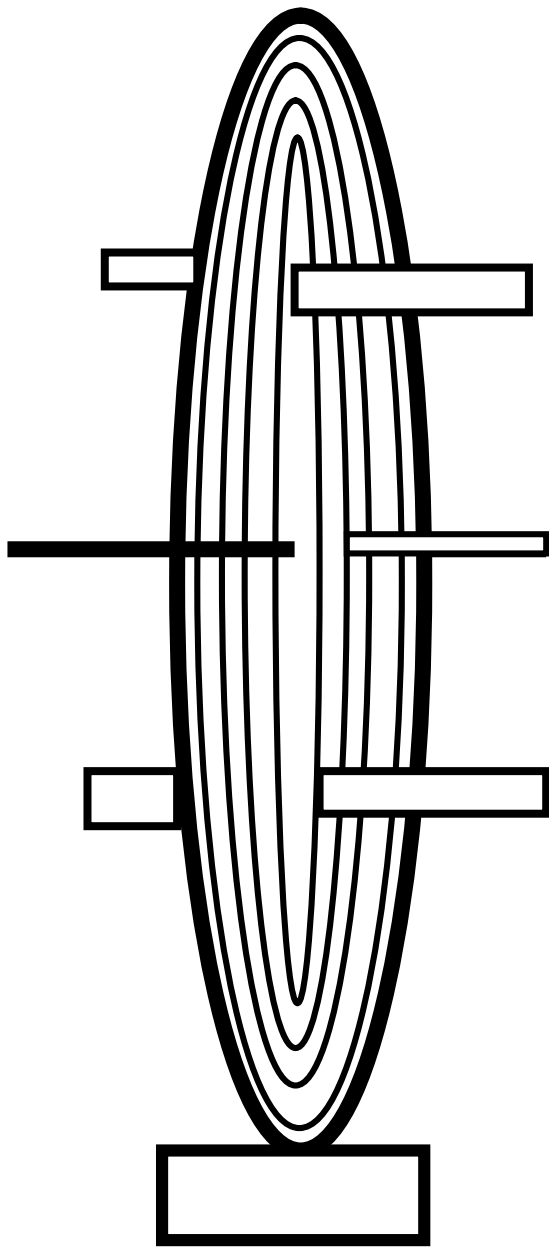
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fergal O'rourke, et al, 2010, "Tidal Energy Update 2009", Applied Energy Elsevier Journal, volume 87, page 398-409
- [2]. Direktorat Rawa dan Pantai, Ditjen Pengairan, Dept PU, 2009
- [3]. Darmawi, Pengembangan Kemandirian Energi Pedesaan Berwawasan Lingkungan Melalui Rancang Bangun Kincir Air Apung Pada Saluran Sekunder Daerah Reklamasi Rawa Pasang Surut, Disertasi, halaman 7, Tahun 2013.
- [4] *Tailer* (2012), <http://lurkertech.com/water/pump/tailer/>
- [5] Darmawi, et al. (2012) Hambatan dan Tantangan Pemanfaatan Aliran Air Pada Saluran Irigasi Sekunder Untuk Memompakan Air ke Lahan Persawahan Sebagai Dukungan Bagi Pengelolaan Lahan Sub-Optimal Di Desa Bangun Sari Telang II - Kabupaten Banyuasin, Seminar Nasional Perhepi, Palembang 2012.
- [6] John Hermans, Spiral Pump-How to make, Clifton Creek, Victoria.
<http://www.builditsolar.com/Projects/WaterPumping/waterpumping.htm>













LAMPIRAN 2: BIODATA PENGUSUL PENELITIAN

I. IDENTITAS DIRI

1.1	Nama lengkap & Gelar	Dr. Ir. Darmawi, MT.,MT.
1.2	Jabatan fungsional	Lektor Kepala /IV-a
1.3	NIP/NIK/No.identitas lain	195806151987031002
1.4	Tempat dan tanggal lahir	Tulung Selapan, 15 Juni 1958
1.5	Alamat rumah	Afila Permai Blok P-2 Kenten
1.6	Nomor telepon/Fax	-
1.7	Nomor HP	0812-7886884
1.8	Alamat kantor	Jurusan Teknik Mesin Unsri Indralaya
1.9	Nomor telepon/Fax	0711-589062
1.10	Alamat Email	d_bayin2009@yahoo.com
1.11	Mata kuliah yang diampuh	Energi baru dan Terbarukan Pengendalian Korosi Proses Manufaktur

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

Program	S-1	S-2	S-3
Nama PT	Universitas Sriwijaya	ITB	Pascasarjana Unsri
Bidang ilmu	Teknik Mesin	Rekayasa Korosi	Ilmu Lingkungan
Tahun masuk	1977	1990	2009
Tahun lulus	1986	1995	2013
Judul Skripsi/Disertasi	Turbin Uap	Stress Corrosion Cracking Baja Tahan Karat 304 dilingkungan yang tercemar asam sulfat.	Pengembangan Kemandirian Energi Pedesaan Berwawasan Lingkungan Melalui Rancang Bangun Kincir Air Apung Pada Saluran Sekunder Daerah Reklamasi Rawa Pasang Surut
Nama pembimbing	Ir.Mansyursyah Nasution	Dr.Ir. Sulaiman, MSc	Dr.Ir.Riman Sipahutar, Dr.Ir. Siti masreah Bernas, MSc dan Dr.Momon Sodik

			Imanuddin,SP.,MP
--	--	--	------------------

III. PENGALAMAN PENELITIAN

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2012	Mikro Hidro Power Pada Saluran Irigasi Pasang Surut Delta Telang Kabupaten Banyuasin-Sumatera Selatan	Dikti	90.000.000,-

IV. PENGALAMAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1.	2012	IbM untuk Kelompok Tani Desa Bangun Sari Kecamatan Tanjung Lago- Kabupaten Banyuasin-Sumatera Selatan	Dikti	48.000.000,-

V. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No	Tahun	Judul artikel ilmiah	Volume/Nomor	Nama jurnal
1	2013	Renewable energy and hydropower utilization tendency worldwide	Volume 17 Tahun 2013	Renwable & Sustainable Energy reviews

VI. PENGALAMAN PENULISAN BUKU

No:	Tahun	Judul Buku	Jml Halaman	Penerbit
1	2002	Pelapisan Logam	78 Halaman	Penerbit

				Universitas Sriwijaya

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya.

Palembang, 20 Januari 2014
Pengusul,

(Dr.Ir. Darmawi, MT)

Browser tabs: (498 unread) - d_ba... | Energy Research & ... | Locate the Elsevier E... | Elsevier for authors |... | Elsevier Journal Finder | Energy for Sustaina... | +

Address bar: https://us-mg4.mail.yahoo.com/neo/launch?rand=6ecfldmh21814#506678752

Navigation: Home | Mail | News | Sports | Finance | Weather | Games | Groups | Answers | Screen | Flickr | Mobile | More

Search: Search Mail | Search Web

Account: Home | Darmawi | Settings

Compose: Compose | Delete | Move | More

Inbox (498) | Drafts (209) | Sent | Spam (186) | Trash | Folders: Gambar dari Jimmy ba... | Grafik dari William

Sponsored: Facebook | Facebook® Account Sign Up. Join for Free Today!

Message: Makalah Seminar AVoER 2014 a.n: Dr. Ir. Darmawi & Friends
To: avoer2014@unsri.ac.id

Attachments: POMPA SPIRAL SE... .docx | View | Download

Buttons: Reply, Reply All or Forward | More

Compose area: To: avoer2014@unsri.ac.id | CC | Send | Text formatting: Tt | B | I | A | Lists | Links | Emojis | abc

System tray: 3:28 PM | 9/28/2014

POMPA SPIRAL SEBAGAI SALAH SATU ASPEK APLIKASI ENERGI TERBARUKAN

Darmawi, Riman Sipahutar, Jimmy D Nasution
Dosen Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya
E-mail: d_bayin2009@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan serangkaian pengujian dalam skala laboratorium untuk mensimulasi pemanfaatan arus sungai atau arus pasang surut guna menaikkan air dari permukaan sungai atau saluran irigasi hingga ketinggian 2-4 meter. Didapatkan hasil dimana untuk diameter roda kincir 46 cm dengan coil berupa pipa berdiameter 6,6 mm; panjang total coil 19 meter; jumlah lilitan 16 didapat head tertinggi 4 meter dengan debit 1,1 ml/detik. Untuk roda kincir dengan diameter 46 cm, diameter pipa coil 8,1 mm; panjang total pipa coil 14,3 meter, jumlah lilitan 13 didapat head tertinggi 5,68 meter dengan debit rata-rata 0,23 ml/detik.

Kata kunci: *Pompa spiral, pipa coil kecil, skala laboratorium, saluran irigasi.*

Abstract

A series of test has been carried out in laboratory scale to simulate the river or tidal current utilization to lift up the water from the river to 2-4 meters above. For the waterwheel of diameter 46 cm with pipe coil 6.6 mm, the length of the coil 19 meters and 16 wounds the higher head was 4 meter and the flow capacity 1.1 ml/sec. For the waterwheel of diameter 46 cm with pipe coil 8.1 mm, length of coil 14.3 meters and 13 wounds, the higher head was 5.68 meters and the flow capacity was 0.23 ml/sec.

Keywords: *Spiral pump, small coil pipe diameter, laboratory scale, irrigation canal.*

1. Latar Belakang

Hasil penelitian lapangan yang kami lakukan pada tahun 2012 [1] di wilayah Telang II Kabupaten Banyuasin menunjukkan bahwa petani setempat mengalami masalah dalam menyiram tanaman terutama pada musim kemarau dimana curah hujan amat rendah bahkan tiada dan perbedaan tinggi permukaan air dari saluran irigasi ke permukaan lahan persawahan cukup besar berkisar antara 1 – 4 meter. Sehingga untuk mengangkat air

dari saluran irigasi ke permukaan lahan persawahan ini menjadi masalah.

Salah satu jalan yang telah ditempuh oleh petani selama ini adalah dengan memanfaatkan pompa yang digerakkan oleh mesin Diesel. Dengan mesin Diesel ini, suplai air dapat berlangsung cepat. Namun disisi lain menimbulkan biaya yang cukup besar sehingga membebani petani. Mesin Diesel menggunakan minyak solar dan suaranya berisik. Mesin ini rata-rata disewa oleh petani, karena harganya cukup mahal dan penggunaannya terutama hanya pada

musim kemarau. Pada musim hujan lahan persawahan cukup basah tersiram oleh hujan. Dengan sifat pemakaian yang musiman itu, maka petani menyewa.

Persoalannya adalah biaya sewa ini cukup besar, karena pemakaian mesin ini rata-rata berlangsung dua hari sekali sehingga rata-rata biaya sewa mesin mencapai 1-2 juta rupiah permusim per-hektar. Biaya yang besar ini tentu menyulitkan petani karena justru harus dikeluarkan pada musim tanam. Biaya ini akan mengurangi kemampuan petani dan mengurangi keuntungan dari hasil bertani.[4]. Kondisi ini diawatirkan akan mendorong petani mengubah peruntukan lahan milik mereka, dari lahan pertanian menjadi lahan untuk kegunaan lain, misalnya untuk perkebunan, industry dan pemukiman. Perubahan peruntukan lahan ini amat tidak diharapkan oleh pemerintah [2], karena akan berdampak pada kurangnya produksi pertanian seperti beras dan sayur mayur yang ditujukan untuk pemenuhan kebutuhan local.

2. Pompa Spiral.

Pompa spiral merupakan sebuah teknologi lama, sekitar 270 tahun lalu atau tepatnya pada tahun 1746 oleh H.A. Wirtz di Zurich, Switzerland. Pompa spiral pertama kali dibuat dan diuji tahun 1746 di Windfarm Museum. Sebuah roda dgn diameter 2 meter dengan pipa polyethylene diameter 1 ¼ inch (32 mm) mampu memompa 390 gallon air perhari dgn head 40 ft (13 meter) pada kecepatan 3 ft/second (1 m/detik). Dalam hal tak ada aliran air, pompa ini dapat diputar dengan tangan. [3]

John Hermann, membuat pompa yang sama dengan double scoop, pompa ini dpt memompa 400 gallon perhari kedalam tank yang berada 50ft di atasnya. Pompa ini dibuat dengan dua scoop, masing2 scoop punya 20 coils pada frame.[5]

Pompa spiral ramah lingkungan, hamper bebas perawatan, terbuat dari bahan murah dan mudah dibuat. Pompa spiral amat sederhana dalam konstruksinya. Hanya yang agak krusial adalah pada 'rotary fitting'

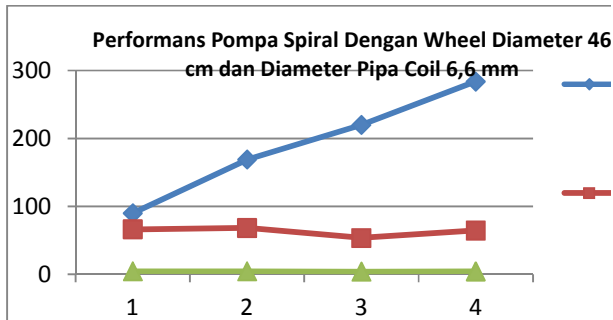
yaitu bagian dari pompa spiral yang menghubungkan bagian yang bergerak dan bagian yang tidak bergerak. Bagian ini menjadi krusial karena didalamnya harus mengalir air yang tekanannya cukup tinggi tergantung head pompa, dengan kebocoran atau kebocoran minimal. Sementara bagian lain adalah adalah biasa-biasa saja seperti kelep satu aliran, alat ukur tekanan. Pompa spiral yang diputar pada aliran air 1-2 meter/detik dapat mencapai ketinggian aliran antara 13 – 17 meter dengan debit aliran antara 350 – 400 gallon/hari. Hal ini sangat menguntungkan untuk diterapkan di Indonesia, khususnya dalam rangka meningkatkan penggunaan energy terbarukan yang bebas bayar karena disediakan oleh alam, memerangi emisi gas rumah kaca ke atmosfir, mengurangi ketergantungan pada energy fossil dan menularkan teknologi tepat guna ke masyarakat.

Variabel2 dalam perencanaan pompa spiral meliputi: [5]

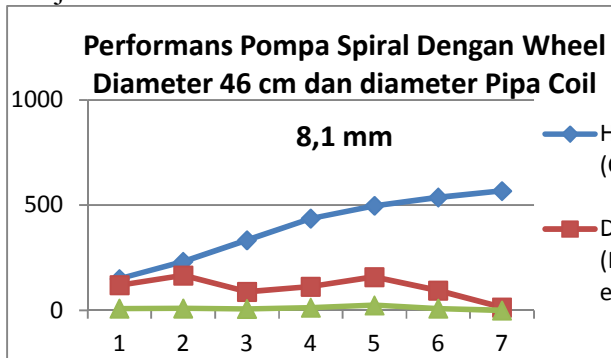
- Kecepatan aliran air
- Ukuran sudu-sudu
- Jumlah sudu
- Diameter roda kincir atau turbin air
- Diameter dan jumlah coil
- Ketertenggelaman coil
- Diameter pipa inlet
- Tinggi tanki penyimpanan.

3. Hasil Penelitian

Pengujian dalam skala laboratorium dimaksudkan untuk mendapatkan data awal yang dapat dikembangkan untuk memprediksi kebutuhan desain skala lapangan. Dari pengujian didapatkan hasil-hasil sebagaimana tertuang dalam grafik-grafik berikut:



Data diatas menunjukkan kinerja pompa spiral dengan pipa coil diameter 6,6 mm debit pompa 1,1 ml/detik. Efisiensi pompa amat rendah dibandingkan dengan pengujian skala lapangan, diperkirakan karena diameter pipa coil yang kecil yaitu 6,6 mm, sedangkan skala lapangan antara 24 mm – 40 mm. Dengan diameter coil yang kecil, air dari scoop tidak mudah masuk kedalam coil. Selain itu koefisien gesekan fluida terhadap pipa menjadi cukup besar, sehingga efisiensi menjadi turun.



Performa pompa spiral sebagaimana tertuang pada grafik diatas didapat dengan menggunakan sudu yang dapat mengakomodir hampir semua energy yang terdapat dalam aliran air.



Grafik diatas menunjukkan hubungan antara luas permukaan sudu minimal dengan kecepatan aliran air yang tersedia. Pada luasan tersebut, sudu dianggap dapat mengakomodir semua energy yang terkandung dalam aliran air.

Kesimpulan:

Penelitian ini menguatkan pendapat-pendapat peneliti sebelumnya bahwa kecepatan aliran air yang akan menghasilkan kinerja yang baik dari kincir maupun turbin air adalah 1 m/detik atau lebih besar. Pipa coil yang kecil berdampak pada kesulitan air dari scoop masuk ke coil sehingga pola posisi air dalam coil tidak sebagaimana dilukiskan dalam teori, dimana air tergenang pada bagian bawah setengah dari pipa, sedangkan ada pipa coil yang kecil, air mengisi hampir semua bagian pipa dengan keadaan terputus-putus.

Referensi:

- [1]. Darmawi, Pengembangan Kemandirian Energi Pedesaan Berwawasan Lingkungan Melalui Rancang Bangun Kincir Air Apung Pada Saluran Sekunder Daerah Reklamasi Rawa Pasang Surut, Disertasi, Palembang - Indonesia 2013.
- [2] Tempo.co, "Konversi lahan Pertanian di Indonesia Mencemaskan" <http://www.tempo.co/read/news/2014/06/11/173584243/Konversi-Lahan-Pertanian-di-Indonesia-Mencemaskan>
- [3] Peter Tailer (2012), "The Spiral Pump: A high lift, Slow turning Pump" <http://lurkertech.com/water/pump/tailer/>
- [4] Darmawi, et al. (2012) Hambatan dan Tantangan Pemanfaatan Aliran Air Pada Saluran Irigasi Sekunder Untuk Memompakan Air ke Lahan Persawahan Sebagai Dukungan Bagi Pengelolaan Lahan Sub-Optimal Di Desa Bangun Sari Telang II - Kabupaten Banyuasin, Seminar Nasional Perhepi, Palembang 2012.
- [5] John Hermans, Spiral Pump-How to make, Cliffon Creek, Victoria. http://www.pssurvival.com/PS/Water_Pumps/Spirals/Spiral_Pumps-How_To_Make_2008.pdf
- [6] Kiho S, Shiono M, Suzuki K, 1996, "The Power Generation From Tidal Currents by Darrieus Turbine", WREC Journal, page 1242-1245.

[7] Darmawi,Riman Sipahutar, Jimmy D Nst, ”
Laporan penelitian Unggulan Kompetitif pada
Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya, 2014.

SERTIFIKAT

diberikan kepada :

Darmawi

Atas partisipasinya sebagai

PEMAKALAH

Dalam acara Seminar Nasional
Added Value of Energy Resources (AVoER VI)
Palembang, 30 Oktober 2014

Diselenggarakan oleh :
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA

Ketua Pelaksana
Seminar Nasional AVoER VI

SEMINAR NASIONAL
AVoER VI
[Signature]

Dr. Ir. Hj. Sri Hayati, DEA

Energy for Sustainable Development

home | main menu | submit paper | guide for authors | register | change details | log out

Username: darmawi@unsri.ac.id
Switch To: Author | Go to: My EES Hub

Version: EES 2014.7

Submissions Waiting for Approval by Author Darmawi Darmawi, Doctoral degree

1. Click **View Submissions** to see the PDF version of your submission. You must view the PDF before you can approve the submission and send it to the journal office. The submission will open in Adobe Reader (please refer to Adobe for more information).
2. **Plagiarism** is globally recognised as a serious academic offence. Please read and adhere to the guidelines for [Ethics in Publishing](#). Please accept these guidelines (by ticking the box in the last column) before you approve your PDF.
3. Click **Approve Submission** in the Action column of this table to indicate to the Editor/Editorial Office of the journal that you have checked the PDF version of your manuscript and are satisfied with the contents.

For further help with this submission step, please visit our [online support site](#).

If you have any problems, e.g. opening the PDF or file conversion errors in the PDF, please visit our [Troubleshooting page](#).

Other options:

The **'Edit Submission'** link allows you to fix or alter your submission. Please use Edit Submission to make changes to the meta-data and to remove and upload new files that make up your submission.

The **'Remove Submission'** link removes your submission from the system. Please use this **ONLY** if you would like to permanently remove this submission from the system.

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Display 10 results per page.

Action	Title	Date Submission Began	Status Date	Current Status	Ethics in Publishing
Action Links	Tidal and River Current Utilization For the Spiral Pump to Water The Farm Area Supporting The Indonesia Agriculture Activities	Oct 12, 2014	Oct 12, 2014	Needs Approval	<input type="checkbox"/> I accept

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Display 10 results per page.

<< Author Main Menu

Help | Privacy Policy | Terms and Conditions | About Us

Copyright © 2014 Elsevier B.V. All rights reserved. Cookies are set by this site. To decline them or learn more, visit our [Cookies page](#).

Energy for Sustainable Development

home | main menu | submit paper | guide for authors | register | change details | log out

Username: darmawi@unsri.ac.id
Switch To: Author Go to: My EES Hub

Version: EES 2014.7

Submissions Waiting for Approval by Author Darmawi Darmawi, Doctoral degree

1. Click **View Submissions** to see the PDF version of your submission. You must view the PDF before you can approve the submission and send it to the journal office. The submission will open in Adobe Reader (please refer to Adobe for more information).
2. **Plagiarism** is globally recognised as a serious academic offence. Please read and adhere to the guidelines for [Ethics in Publishing](#). Please accept these guidelines (by ticking the box in the last column) before you approve your PDF.
3. Click **Approve Submission** in the Action column of this table to indicate to the Editor/Editorial Office of the journal that you have checked the PDF version of your manuscript and are satisfied with the contents.

For further help with this submission step, please visit our [online support site](#).

If you have any problems, e.g. opening the PDF or file conversion errors in the PDF, please visit our [Troubleshooting page](#).

Other options:

The **'Edit Submission'** link allows you to fix or alter your submission. Please use Edit Submission to make changes to the meta-data and to remove and upload new files that make up your submission.

The **'Remove Submission'** link removes your submission from the system. Please use this **ONLY** if you would like to permanently remove this submission from the system.

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Display 10 results per page.

Action	Title	Date Submission Began	Status Date	Current Status	Ethics in Publishing
Action Links	Tidal and River Current Utilization For the Spiral Pump to Water The Farm Area Supporting The Indonesia Agriculture Activities	Oct 12, 2014	Oct 12, 2014	Needs Approval	<input type="checkbox"/> I accept

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Display 10 results per page.

<< Author Main Menu

Help | Privacy Policy | Terms and Conditions | About Us

Copyright © 2014 Elsevier B.V. All rights reserved. Cookies are set by this site. To decline them or learn more, visit our [Cookies](#) page.

1:28 PM 10/12/2014

**TIDAL AND RIVER CURRENT UTILIZATION
FOR THE SPIRAL PUMP TO WATER THE FARM AREA
SUPPORTING THE INDONESIA AGRICULTURE ACTIVITIES**

*Darmawi, Riman Sipahutar

The Faculty of Engineering of Sriwijaya University
Mechanical Engineering Department

*Email: d_bayin2009@yahoo.com

Telephone: +628127886884

Abstract

A series of tests already carried out in laboratory scale to simulate the utilization of tidal current to couple the spiral pump to lift the water to the farming areas of about 2 to 4 meters above the surface of water in the river or the irrigation canal. The tests are conducted on two wheels with coils of different diameter. The first wheel with diameter 46 cm; coil pipe diameter 6.6 mm; overall length of coil 19 meters; number of wound 16th, the highest head achieved 4 meters. The second wheel with diameter of 46 cm; coil pipe diameter 8.1 mm; overall length of coil 14.3 meters; number of wound 13th; the highest head achieved 5.68 meters.

Keywords: *Spiral Pump, Tidal and River Current, Laboratory scale.*

1. Background

Most farmers in Indonesia utilize the Diesel engine to pump the water to the farming areas. It need energy and cost to drive the engine, depending on how big is the area, the kind of crop and the length of summer season. [1,5]. Watering the farm areas by engine create the problem of production cost higher than normal. The farmers rent the engine and pay the oil for running. This matter is feared lowering the spirit of farming and decrease the profit and benefit of farming in Telang II – Banyuasin. This effect is predicted also happen in other swamp farming areas in Indonesia. Lifting the water from the irrigation canal to the farm area of about 2 – 4 meters above the canal become serious challenge for farmers in order to minimize the energy and cost. Free energy is required to reduce the production cost at the common farm yield. This matter become interesting attention, especially in order to put the farmers continually planting the rice and combat the change of farm land use into industries or settlements [1,5]. It is around 100 thousand hectares of Indonesian agriculture land area converted into industrial and residential every year[2]. It is unwanted by the government because the effect of minimize the production of rice and vegetables. This research is trying to find the utilization of local river and tidal current in form of the simulation. The water current is utilize to drive the spiral pump to rise the water to the farm areas 2 – 3 meters above the surface. The use of local river and tidal current is predicted much reduce the farming production cost and and in turn increase the farmers benefit. Moreover, the national interest of Indonesia especially in preventing the conversion of fertile farm land into other utilizationsuch as industry and residential is

accommodated. Moreover, the spiral waterwheel has the advantage of being environmentally friendly. Almost free of maintenance, made of basic cheap materials and is relatively easy to made. It works on ancient principle and simple technology.

2. The Spiral Pump Ever

The spiral pump, first invented in 1746 by H.A.Wirtz, a pewterer of Zurich, Switzerland [4]. A recreated at Windfarm Museum on a 6 ft wheel diameter with polyethylene pipe coil of 160 ft (48 meters) length and 1 ¼ inch (31 mm) diameter. This wheel pump is able to pump 390 gallons of water per day to a 40 ft head with peripheral speed of 3 ft/sec [4]. The spiral pump could works well on the river current of 2 ft/sec or greater. The spiral pump made by John Hermans [6] uses a rotating pipe coil to pump water. The pump could pumps 400 gallon per day to a tank 50 ft above the pump. The pump made of 2 scoops, where each scoop has 20 coils of poly pipe of ¾ inch (19 mm) diameter and attached on frame of two meters diameter. On average, the capacity is one liter per minute, but varies from season to season. When this pump is applicable to the Banyuasin tidal farming area, the capacity of pump is greatly minimize the farming cost of the people and significantly improve the yield.

Table 1: Indonesian swamp area based on islands *)

Island base	The availability of swamp area (million hectares)		Developed swamp area (million hectares)	
	Tidal swamp area	Non-tidal swamp area	Tidal swamp area	Non-tidal swamp area
Sumatra	6.6	2.7	0.6	0.8
Kalimantan	8.1	3.5	0.2	0.4
Irian Jaya	4.2	6.3	0.06	0.06
Sulawesi	1.1	0.6	0.02	0.02
Total	20	13.3	0.8	0.47

*)Dit Rawa dan Pantai, Ditjen Pengairan, Dept PU,2009 [3]

Regarding the huge availability of Indonesian tidal farm area, [3,5] the case as found as in Banyuasin – South Sumatra farmers, make the use of spiral pump become an important idea and logic technology. There are many primary canal and secondary canal on the tidal swamp areas which contain the tidal current. This tidal current is predictively applicable and feasible to couple the spiral pump wheel and lifting the water to the area 3 or 4 meters above the canal. The application of ancient spiral pump technology seems also required to support the Indonesia national program. Indonesia is a present country in decreasing the world greenhouse gases emissions. Indonesia is an active country in developing the renewable energy sources to diversify the domestic energy consumption and to combat the world issue of global warming. On the base of these considerations, we perform the research of spiral pump in the scale of laboratory. The tested was carried out on the wheel of 46 cm diameter. The first test is conducted on the wheel with coil made of 19 meter plastic pipe and 6.6 mm inside diameter and 16th wounds. The second test is conducted on the wheel with coil of 14,3 meters long and 8.1 mm inside diameter and 13th wounds. The scoop of both wheel are the same, the inside diameter is 19.9 mm and the length is 13,2 cm. The coil pipe diameter is similar from the beginning at the end of scoop (inlet) to the end of coil (outlet). This test is as done by Wirtz as helical pump in 1746.

3. Test Results and Discussion

A series of tests encountered the results as presented in the following figures:

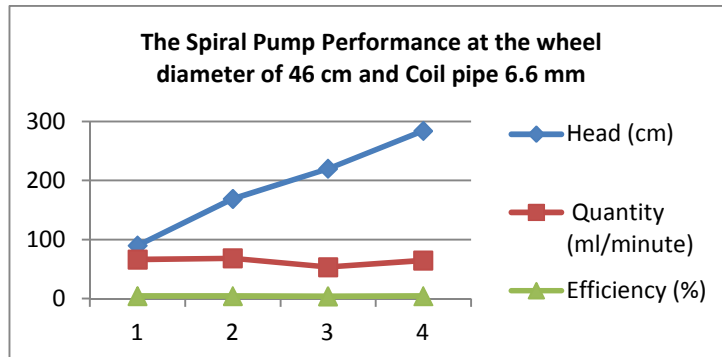


Figure 1. The spiral pump performance at the wheel diameter 46 cm and coil pipe diameter 6.6 mm. [8]

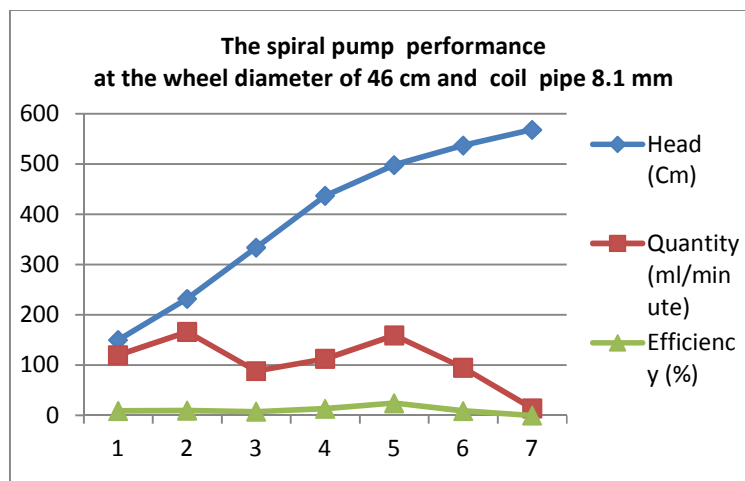


Figure 2. The spiral pump performance at the wheel diameter 46 cm and coil pipe 8.1 mm [8]

The tests results show the coil pipe as small as 6.6 mm and 8.1 mm are able to use as the spiral coil and deliver the water as high as 2.84 to 5.68 meter above the pump. The higher head is encountered when the 8.1 mm coil diameter is at the wheel and the delivery pipe is 6.6 mm, the head is as high as 5.68 meter.



Figure 3. The test apparatus are prepared to start enlengthened

Figure 4. The head is raised by The PVC pipe.

These results are comparative to the spiral pump of the field scale as developed by H.A.Wirtz in 1746 where the first invented pump could deliver 390 gallons per day.

Table 1. The spiral pump performance comparison between the field pump and the laboratory scale test.

	H.A. Wirtz (1746)	Darmawi, Riman Sipahutar, Jimmy D Nst. (2014)	
Wheel diameter	2 m	0.46 m	0.46 m
Coil diameter	30mm	6.6 mm	8.1 mm
Scoop	75 mm dia, 550 mm long	16.6 mm dia, 130 mm	16.6 mm dia, 142 mm
Number of wounds	13	16	13
Peripheral speed	0.9 m/sec	0.28 m/sec	0.35 m/sec
Length of pipe coil	48 m	19 m	14.3 m
Head	12 m	2.84 m	5.68 m
Quantity of flow	14772,73 l/day	86.4 l/day	144 l/day
Efficiency	44 %	4 %	5 – 20 %

The test results show the very low efficiency of the spiral pump both at the coil pipe diameter 6.6 mm and at the coil pipe diameter 8.1 mm. These show that the more small diameter of coils pipe the more the greater the friction of the fluid and the bigger energy loss will be. The test results at the diameter coils pipe 8.1mm is slightly better than at the coil pipe 6.6 mm. It clearly shows us the influence of pipe coil size on the efficiency of spiral pump. The pattern of water position in the small coil also different from water position as found in large diameter coils. The water in small coils is existed in broken segments along the coil rounds. Not as imagined as theoretical whereas the water occupy the under part of coil arc.

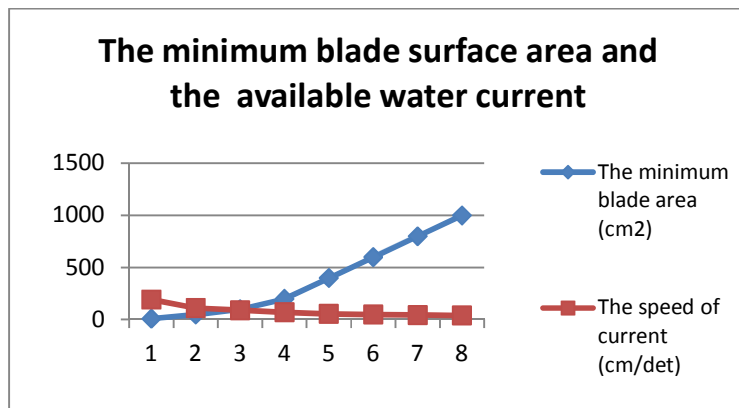


Figure 5. The relation between minimum blade surface area and the available water current for the related performance.[8]

On the other hand, the speed of water current is also influence the performance of the spiral pump. The test results also show the speed of water current also influence the quantity of discharged water, the head achieved and the overall efficiency. In this case, we calculate the minimum surface area of wheel blade required according to the availability of water current for the related test quality. The following figures show the relationship between the blade size and

the speed of water current, but most of the researchers recommend the use of water current of greater than 1 m/sec [3,7].

4. Conclusion

Results indicating that the spiral pump of laboratory scale experiments could reflect the basic data required for the field design and application. The head, the quantity of flow and the efficiency of the pump are mainly influenced by the speed of water current. The efficiency of spiral pump in the laboratory test is very low, much suspected because of the small size of pipe coil diameter. It contains much coefficient of friction along the line. Most researchers recommend the good speed of current for waterwheel and hydro turbine is equal to or bigger than 1 m/sec. [7]

5. Acknowledgement

The authors deliver thanks to Sriwijaya University and Indonesia Directorate of Higher Education as has been facilitating and supporting the research finance and facility.

References

- [1]. Darmawi, "Pengembangan Kemandirian Energi Pedesaan Berwawasan Lingkungan Melalui Rancang Bangun Kincir Air Apung Pada Saluran Sekunder Daerah Reklamasi Rawa Pasang Surut", Disertasi, Palembang - Indonesia 2013.
- [2] Tempo.co, "Konversi lahan Pertanian di Indonesia Mencemaskan"
<http://www.tempo.co/read/news/2014/06/11/173584243/Konversi-Lahan-Pertanian-di-Indonesia-Mencemaskan>
- [3]. Direktorat Rawa dan Pantai, Ditjen Pengairan, Dept PU, 2009
- [4] Peter Tailer (2012), "The Spiral Pump: A high lift, Slow turning Pump"
<http://lurkertech.com/water/pump/tailer/>
- [5] Darmawi, et al. (2012) Hambatan dan Tantangan Pemanfaatan Aliran Air Pada Saluran Irigasi Sekunder Untuk Memompakan Air ke Lahan Persawahan Sebagai Dukungan Bagi Pengelolaan Lahan Sub-Optimal Di Desa Bangun Sari Telang II - Kabupaten Banyuasin, Seminar Nasional Perhepi, Palembang 2012.
- [6] John Hermans, Spiral Pump-How to make, Cliffon Creek, Victoria.
http://www.pssurvival.com/PS/Water_Pumps/Spirals/Spiral_Pumps-How_To_Make_2008.pdf
- [7] Kiho S, Shiono M, Suzuki K, 1996, "The Power Generation From Tidal Currents by Darrieus Turbine", WREC Journal, page 1242-1245.
- [8] Darmawi, Riman Sipahutar, Jimmy D Nst, "Laporan Penelitian Unggulan Kompetitif pada Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya, Indralaya, 2014.

MODUL KULIAH UNTUK SATU KALI TATAP MUKA

John Hermans, “Spiral Water Wheel Pump” Clifton Creek Victoria,
<http://www.builsolar.com/Projects/WaterPumping.htm>

Pompa yang dibuat dpt memompa 400 gallon perhari kedalam tank yang berada 50ft di atasnya. Pompa spiral ramah lingkungan, hamper bebas perawatan, terbuat dari bahan murah dan mudah dibuat.

Pompa ini dibuat dengan dua scoop, masing2 scoop punya 20 coils pada frame. Design ini dirubah menjadi 50 meter pipa poly $\frac{3}{4}$ inch (19mm) digulung menjadi 20 putaran dari diameter 2 meter hingga diameter terkecil 0,5 meter. Kapasitasnya 1 liter per-menit namun bervariasi dari musim ke musim.

Teori saya, panjang coil harus 3x head yang diharapkan. Dalam hal ini diameter pipa dianggap kurang penting dibanding panjang total. Diameter loop yang besar lebih efektif mendorong air, namun memerlukan pipa yang panjang.

Sebuah joiner diperlukan agar dapat ‘spin constantly’

Saya menggunakan pipa 25 mm untuk loop ahir dan pipa 32 mm untuk separuh loop ahir dari asalnya 19 mm pada awal. Ini memungkinkan scooping air lebih banyak.

Sebuah one-way valve diperlukan untuk menyetop air agar tidak kembali waktu ‘not work’.

Sebuah filter juga layak dipakai untuk menyaring ‘debris’ entering the system.

Variabel2 dalam perencanaan pompa spiral:

- Aliran air
- Ukuran paddles
- Jumlah paddles
- Diameter of the wheel
- Diameter and number of coils
- Submergence of the coils
- Inlet pipe diameter
- Height of storage tank.

The Spiral Pump: A high lift , slow turning pump.

Peter Tailer, 80 Lyme Road, Apt 318 Hannover, NH 03755 USA.

Sejarah dan Teori Pompa Spiral

Pompa spiral merupakan sebuah temuan lama, sekitar 270 tahun lalu atau tepatnya pada tahun 1746 oleh H.A. Wirtz di Zurich, Switzerland.

Pompa spiral pertama kali dibuat dan diuji tahun 1746 di Windfarm Museum. Sebuah roda dgn diameter 2 meter dengan pipa polyethylene diameter $1\frac{1}{4}$ inch (32 mm) mampu memompa 3900 gallon air perhari dgn head 40 ft (13 meter) pada kecepatan 3 ft/second (1 m/detik).

Dalam hal tak ada aliran air, pompa ini dapat diputar dengan tangan.

Ujung luar pipa berahir pada scoop, dan ujung ahir pipa bertemu dgn 'rotary fitting'. Pada tiap putaran, scoop collected one half the volumr of the outer coil. Air pada tiap kolom coil akan menekan kolom air pada kolom sebelumnya melalui kolom udara hingga terjadi kumulatif head pada 'inner coil'.

Teori kami head cumulative yang terbentuk mencapai 1 atmosfer (14,7 psi atau 34 feet of water), volume udara dalam coil akan terkompres hingga separu h dari volume awalnya. Sedangkan kolom air tetap karena sifatnya yang incompressible. Sehingga, dalam teori, panjang coil dimana tekanan mencapai 1 atmosfer haruslah 3/4 dari panjang coil pertama jika coil pertama berisi separuh udara dan separuh air pada tiap putaran. Dalam hal ini, jika coil terdalam (terahir) panjangnya setengah dari coil pertama, maka menurut teori bagian itu akan terisi penuh oleh air. Namun, Ewbank menyatakan bahwa bila udara tekan dan air menempati ruang lebih dari volume coil terdalam (inner coil), air akan mengalir kembali (run back) kearah coil pipa sebelumnya (backward) sehingga menyebabkan "flow back". Ini hanya terjadi bila volume coil menurun atau berkurang hingga beberapa coil tak dapat mengakomodasi air dan udara tekan untuk melaluinya. The Winfarm spiral pump, dibuat dengan diameter inner coil sekitar setengah dari diameter outer coil. Ini dilakukan agar spiral pada diameter terluar dapat mengokomodasi lebih banyak 'tubing' agar didapat cumulative heads yang lebih besar dan memompa hingga ketinggian yang mungkin. Dilaporka pada Waterline, Intermediate Technology publication Ltd.,9 King Street , London WC2E8HW, UK pada Volume 4, No1 July tahun 1985 halaman 20-25, sebuah spiral pump dibanguin diatas rakit, bekerja berdasarkan paddle (sudu) untuk irigasi. Masing2 pompa memiliki 4 set tubing 2 inch (52 mm) yang dililit pada drum terapung untuk dialirkan hingg ketinggian 13'4" (4 meter). Pompa ini sukses.

Penelitian kedua yang menarik kami adalah dari Peter Morgan dari Blair Research Laboratory, PO Box 8105, Causeway, Harare – Zimbabwe.

Beliau menemukan sesuatu yg dpt membantu kita mengerti 'airlock'. Pernah terjadi kami memasang pipa dari tank dibawah toilet ke kompor terdekat. Tank itu menghasilkan satu m3 metana, tetapi gas tak dapat keluar akibat pipa terlilit beberapa kali.

Ketika membangun spiral pump, kita beranggapan bahwa tekanan yang dihasilkan akan berhubungan langsung dengan diameter roda dan jumlah coil.

Dibuat wheel dengan diameter 2 meter. Dipakai dua diameter pipa sebagai coil utk variable pengujian. Pada pengujian pertama dipakai pipa 1 ¼ inch (32mm) sepanjang 160 ft (53 meter). Didapat 13 coils dengan radius terluar 36 inch dan radius terdalam 17 inch.

Pengujian kedua dengan pipa ¾ inch (8 mm) sepanjang 280 ft (93 meter). Coil terluar radius 36 inch, dan coil terdalam 16 inch, total semua 21 coils.

Pipa outlet setelah 'rotary fitting' dipasang Pressure Gauge, Purging Valve, Shut off valve.

Untuk mengukur torque digunakan "spring scale".

Ada tiga jenis test yang dilakukan, yaitu:

1. Untuk menentukan kapasitas pompa pada kecepatan berbeda.
2. Untuk menentukan efek yang timbul bila ukuran scoop dibeda-bedakan.
3. Untuk menentukan ukuran dan jumlah coil dalam kaitannya dengan head yg dapat dicapai.

Pengujian yang pertama dilakukan dengan tube pipa 32 mm dengan scoop 3 inc panjang 22 inch. Pengujian pertama menunjukkan bahwa air yng dipompakan konstan walaupun kecepatan roda yang berbeda. Dengan alas an ini maka pengujian dengan ukuran scoop yang berbeda dapat dilakukan pada satu pilihan rpm saja. Anjura yang ada adalah volume scoop haruslah setengah dari volume coil terluar. Hasil test juga menunjukkan pompa ini merupakan "positive displacement pump".

Pengujian kedua juga dilakukan dengan pipa 32 mm dan scoop 3 inch dgn ujung dipancang miring agar rata dgn air waktu keluar. Panjang scoop 1,12,22 dgn 36 inches. Pengukuran dilakukan untuk head 20 dan 40 kaki.

Pengujian ketiga dilakukan dengan pipa ¾ inch (18 mm) dengan head 40 ft dan 60 ft.

Diskusi:

Pompa spiral bekerja baik hingga kecepatan 12 rpm. Kecepatan tertinggi yang pernah dicoba 18 rpm. Kecepatan maximum pada head 60 ft (20 meter) adalah 5 rpm. Pada kecepatan diatas 5 rpm popmpa tak bekerja (ceased due to a disruption of the flow in the coils). This condition labeled "blow back".

Pipa yang lebih kecil tampil baik pada speed 5 rpm utk head 60ft hingga 10 rpm pada head 40ft.

Blow-back terjadi bila tekanan pompa melampaui tekanan cumulative coils.

Pengujian menunjukkan blow-back terjadi pada kecepatan rendah untuk pipa ¾ inch (18 mm). Pada head 60' (20 meter) blow-back terjadi pada 6 rpm, pada 80 ft (27 meter) blow-back pada 5 rpm.

Riset Unggulan Unsri 2014

By: Darmawi, Riman Sipahutar dan Jimmy D Nasution

Data Head dan Debit Untuk Coil Pipa Kecil

Head	Putaran Roda	Waktu	Debit
169 cm	13	55,47 detik	75 ml
	8	1 menit 22 detik	80 ml
	7	1 menit 2 detik	90 ml
	8	52,15 detik	50
	12	1 menit 18 detik	100 ml
	7	48,47 detik	40 ml
220 cm	4	33,87 detik	25 ml
	7	47,03 detik	40 ml
	10	57,25 detik	95 ml
	8	55,34 detik	10 ml (?)
284 cm	8	35,56 detik	35 ml
	8	29,8 detik	40 ml
	10	38,91 detik	35 ml
PENGUKURAN DENGAN BLADE IMPULS Gaya keliling Breast shot: 0,35; 0,47; 0,46; 0,45; 0,43; 0,42 Kg. Gaya keliling Undershot: 0,24; 0,28; 0,25; 0,26; 0,24 Kg			
400 cm	8	47,73	8 ml
	13	1 menit 7 detik	9 ml
COIL DIAMETER BESAR DENGAN DISCHARGE DIAMETER KECIL Blade Impuls			
232 cm	5	24,65 detik	80 ml
	11	52,07 detik	120 ml
334 cm	12	56,07 detik	90 ml
	10	49,87 detik	55 ml
	12	58,66 detik	100 ml
437 cm	10	50,44 detik	75 ml
	12	60,08 detik	90 ml
	6	32,28 detik	85 ml
522 cm	21	1 menit 40 detik	5 ml
498 cm	4	15 detik	100 ml
	8	43 detik	100 ml
	5	29,09 detik	50 ml
	6	30,88 detik	90 ml

537 cm	6	32 detik	80 ml
	8	45,81 detik	50 ml
	8	51,16 detik	90 ml
	4	25,28 detik	25 ml
568 cm	10	1 menit 4 detik	15 ml
	-	-	-
	-	-	-
COIL PIPA BESAR dan DISCHARGE PIPA BESAR			
326	5	27,68 detik	85 ml
487		Dak naik	
482		Dak naik	
427		Dak naik	

Force = force in lb exerted at wheel circumference

W-out (ft-lb) = Discharge (gal) x H (ft) x 8.34 (lb/gal) = Q x H x ρ

W-in (ft-lb) = force (lb) x distance (ft)
= F (lb) x Rev x Wheel dia (ft) x π

Efficiency = W-out/ W-in

Kecepatan aliran air dari pompa kecil (Pompa 1)

$Q = A \times V$

Dimana:

Debit (Q) = 3,206 detik/liter
= 0,3119 liter/detik
= 0,0003119 m³/detik

Luas permukaan outlet (A) = $\pi/4 (0,0135)^2$ (m²)

Kecepatan aliran Pompa 1 = 2,181 m/det

Kecepatan aliran dari pompa besar (Pompa 2)

Dimana:

Debit (Q) = 0,685 l/det = 0,000685 m³/detik

Luas permukaan outlet (A) = $\pi/4 (0,02584)^2 = 0,0005241$

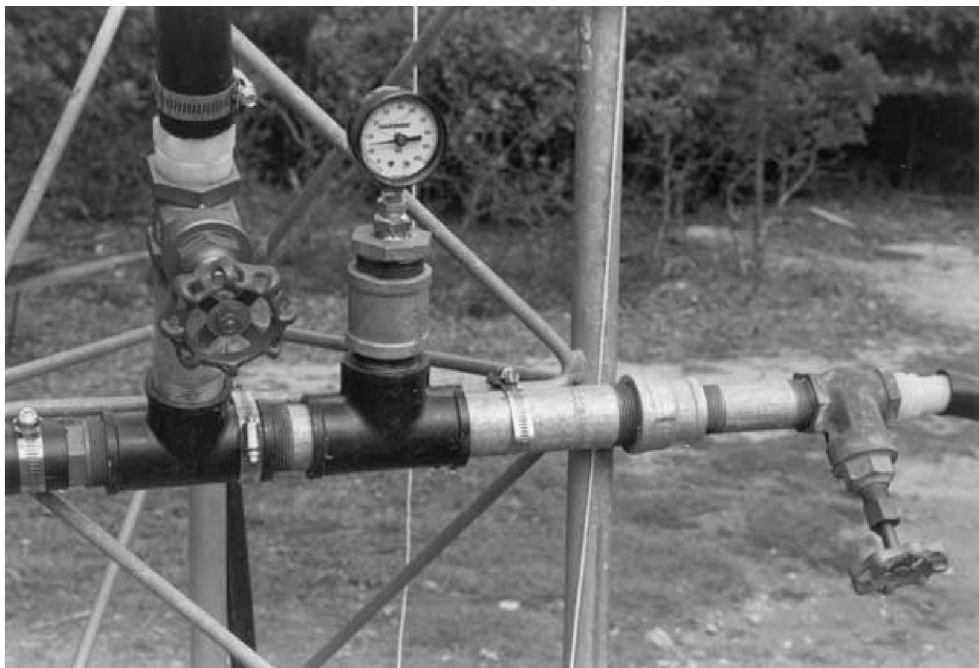
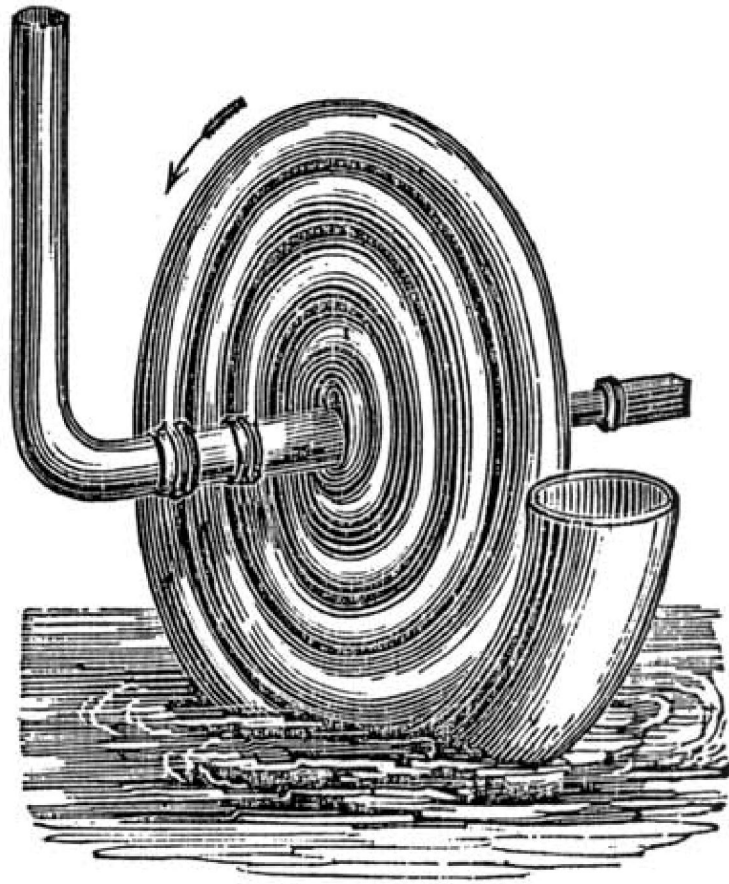
Kecepatan aliran dari pompa 2 (Pompa besar):

V = 1,307 m/det

Daya yang diberikan air terhadap kincir dengan sudu rata (flat blade):

Daya air = Daya pompa 1 + Daya pompa 2

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{1}{2} \rho Q V^2 + \rho Q g h\right)_{\text{Pompa 1}} + \left(\frac{1}{2} \rho Q V^2 + \rho Q g h\right)_{\text{Pompa 2}} \\
 &= \frac{1}{2} \times 1000 \times 0,0003119 \times (2,181)^2 + 1000 \times 0,0003119 \times 9,81 \times 0,25 \\
 &\quad + \frac{1}{2} \times 1000 \times 0,000685 \times (1,307)^2 + 1000 \times 0,000685 \times 9,81 \times 0,25 \\
 &= 3,601 \text{ (Nm/detik)}
 \end{aligned}$$



Debit dan Efisiensi pada Head 169 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 7 mm dan Diameter pipa outlet juga 7 mm:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff. Kincir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa Spiral (%)	Debit (ml/det)
55,47	13	13,96	75	2,06	0,53	0,336	1,46	0,78	3,601	21,6	12675	394321,2	3,2	1,35
82	8	5,85	80	2,06	0,53	0,442	0,612	0,324	3,601	8,9	13520	242659,2	5,5	0,97
62	7	6,98	90	2,06	0,53	0,168	0,168	0,089	3,601	2,4	15210	212326,8	7,1	1,45
52,15	8	8,2	50	2,06	0,53	0,197	0,858	0,454	3,601	12,6	8450	242659,2	3,4	0,96
78	12	9,24	100	2,06	0,53	0,222	0,967	0,512	3,601	14,2	16900	363988,8	4,6	1,28
48,47	7	8,69	40	2,06	0,53	0,168	0,909	0,481	3,601	13,3	6760	212326,8	3,1	0,82

Torque = Force x radius wheel = Force (Kg) x 0,23 (m)

Kecepatan sudu = U = $\phi \times d \times \text{RPM} / 60 = 3,14 \times 0,46 \times \text{RPM}$

Kecepatan sudut (ω) = $2 \times \phi \times \text{RPM} / 60 = 2 \times 3,14 \times \text{RPM} : 60$

Daya pada turbin = Pt = Torque x ω / eff. Gigi. = Torque x ω / 100%.

W out = Discharge (ml) x Head (cm) x Density (gr/ml)

Win = Force (gr) x Rev x Dia (cm) x $\pi = 210 \text{ gr} \times \text{Rev} \times \pi \times D$

Debit dan Efisiensi pada Head 220 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 7 mm dan Diameter pipa outlet juga 7 mm:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff. Kincir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
33,87	4	7,08	25	2,06	0,53	0,535	0,741	0,392	3,601	10,8	5500	127684,9	4,3	0,73
47,03	7	8,93	40	2,06	0,53	0,215	0,934	0,495	3,601	13,7	8800	223448,6	3,93	0,85
57,25	10	10,48	95	2,06	0,53	0,252	1,096	0,580	3,601	16,1	20900	319214	6,5	1,66
55,34	8	8,67	18	2,06	0,53	0,208	0,907	0,480	3,601	13,3	3960	255371,2	1,5	0,32

Debit dan Efisiensi pada Head 284 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 7 mm dan Diameter pipa outlet juga 7 mm:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff.kin cir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
35,56	8	13,49	35	2,06	0,53	0,323	0,832	0,44	3,601	12,2	9940	255371,2	3,9	0,98
29,8	8	16,10	40	2,06	0,53	0,384	0,832	0,44	3,601	12,2	11360	255371,2	4,4	1,342
38,91	10	15,42	35	2,06	0,53	0,370	1,04	0,55	3,601	15,2	9940	219214	4,5	0,90

Debit dan Efisiensi pada Head 400 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 7 mm dan Diameter pipa outlet juga 7 mm dengan sudu

Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff.kin cir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
47,73	8	10,05	8	4,21	0,96	0,241	0,832	3,502	3,601	97,2	3200	255371,2	1,25	0,167
67	13	11,64	9	4,21	0,96	0,279	1,352	5,691	3,601	-	3600	414978,2	0,86	0,134

Debit dan Efisiensi pada Head 232 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 7 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff.kin cir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
24,65	5	12,17	80	4,21	0,96	0,29	0,52	2,189	3,601	60,7	18560	159607	11,6	3,245
52,07	11	12,67	120	4,21	0,96	0,264	1,144	4,81	3,601	-	27840	351135,4	7,9	2,304

Debit dan Efisiensi pada Head 334 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 7 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff.kin cir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
56,07	12	12,84	90	4,21	0,96	0,308	1,248	5,254	3,601	-	30060	383056,8	7,8	1,605
49,87	10	12,03	55	4,21	0,96	0,288	1,04	4,378	3,601	-	18370	319214	5,75	1,102

58,66	12	12,27	100	4,21	0,96	0,294	1,248	5,254	3,601	-	33400	383056,8	8,71	1,704
-------	----	-------	-----	------	------	-------	-------	-------	-------	---	-------	----------	------	-------

Debit dan Efisiensi pada Head 437 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 7 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff.kin cir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
50,44	10	11,9	75	4,21	0,96	0,285	1,04	4,378	3,601	-	32775	319214	10,2	1,486
60,08	12	11,98	90	4,21	0,96	0,287	1,248	5,254	3,601	-	39330	383056,8	10,2	1,498
32,28	6	11,15	85	4,21	0,96	0,267	0,624	2,627	3,601	72,9	37145	191528,4	19,4	2,633

Debit dan Efisiensi pada Head 498 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 7 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff.kin cir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
15	4	16	100	4,21	0,96	0,384	0,416	1,751	3,601	48,6	49800	127685,6	39,0	3,66
43	8	11,16	100	4,21	0,96	0,267	0,832	3,502	3,601	97,2	49800	255371,2	19,5	2,32
29,09	5	10,31	50	4,21	0,96	0,247	0,52	2,189	3,601	60,7	24900	159607	15,6	1,71
30,88	6	11,65	90	4,21	0,96	0,279	0,624	2,627	3,601	72,9	44820	191528,4	23,4	2,91

Debit dan Efisiensi pada Head 522 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 7 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff.kin cir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
100	21	12,6	5	4,21	0,96	0,30	2,184	9,19	3,601	-	2610	670349,4	0,38	0,23

Debit dan Efisiensi pada Head 537 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 7 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec.sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω	Daya Turbin, Pt	Daya air, Pa	Eff.kin cir (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral	Debit (ml/det)
-------------	-----	-----	----------------	-----------	-------------	---------------------	----------------------	-----------------	--------------	-----------------	---------------	--------------	-------------------	----------------

							(rad/s)	Nm/det	Nm/det				(%)	
32	6	11,25	80	4,21	0,96	0,27	0,624	2,627	3,601	72,9	42960	191528,4	22,4	2,5
45,81	8	10,47	50	4,21	0,96	0,25	0,832	3,502	3,601	97,2	26850	255371,2	1,05	1,09
51,16	8	9,38	90	4,21	0,96	0,225	0,32	1,347	3,601	37,4	48330	255371,2	1,89	1,76
25,28	4	9,49	25	4,21	0,96	0,227	0,416	1,751	3,601	48,6	13425	127685,6	10,5	0,98

Debit dan Efisiensi pada Head 568 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 7 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec. sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff. kinetik (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
64	10	9,375	15	4,21	0,96	0,225	1,04	4,378	3,601	-	8520	332212	0,025	0,23

Debit dan Efisiensi pada Head 326 cm untuk Coil dengan Diameter Pipa 9,3 mm dan Diameter pipa outlet 9,3 mm dengan sudu Impuls:

Waktu (det)	Rev	RPM	Discharge (ml)	Force (N)	Torque (Nm)	Kec. sudu, U (m/det)	Kec. Sudut, ω (rad/s)	Daya Turbin, Pt Nm/det	Daya air, Pa Nm/det	Eff. kinetik (%)	W out (gr-cm)	W in (gr-cm)	Eff. Pompa spiral (%)	Debit (ml/det)
27,68	5	2,167	85	4,21	0,96	0,052	0,52	2,189	3,601	60,7	27710	159607	17,36	3,07

$W_{out} = \text{Discharge (ml)} \times \text{Head (cm)} \times \text{Density (gr/ml)}$

$W_{in} = \text{Force (gr)} \times \text{Rev} \times \text{Dia (cm)} \times \pi$

