



PROCEEDINGS

DITERBITKAN OLEH:
JURUSAN TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA

NO. 01/VOL. 01/TH. 2013

Organized by:



Sponsored by:



PERTAMINA
LUBRICANTS



REFINERY UNIT VI
BALONGAN

DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab : Wanda Andreas Widyatmoko

Panitia Pengarah : 1. Prof. Ir. Jamasri, Ph.D.

(Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik UGM)

2. Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng.

(Dekan Fakultas Teknik UGM)

3. Prof. Dr.Ing. Ir. Harwin Saptoadi, MSE.

(Ketua Program Studi Teknik Mesin UGM)

4. Sugiyono, ST., MT., Ph.D.

(Kepala Lab. Mekanika Fluida)

5. Dr.Eng. Tri Agung Rohmat, B.Eng., M.Eng.

(Kepala Lab. Konversi Energi)

6. Dr. Ir. Prajitno, MT.

(Kepala Lab. Perpindahan Kalor dan Massa)

Reviewer : 1. Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA (UGM)

2. Dr. Ing. Ir. Harwin Saptoadi, M.SE. (UGM)

3. Prof. Ir. I Made Bendiyasa, M.Sc., Ph.D (UGM)

4. Prof. Dr. Ir. Djatmiko Ichsani, M.Eng. (ITS)

5. Prof. Dr. Ir. Triyogi Yuwono, DEA. (ITS)

6. Dr. Ir. Anhar Riza Antariksawan (BATAN)

7. Prof. Dr. Ir. Harinaldi, M. Eng. (UI)

Ketua Panitia : M. Agung Bramantya, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D.

Sekretaris : Ir. Joko Waluyo, MT., Ph.D.

Bendahara : Adhika Widyaparaga, S.T., M.Biomed.Sc., Ph.D.

EDITORIAL

Pembaca budiman,

Proceedings Thermofluid V 2013 menjumpai para pembaca pada penghujung tahun 2013 ini. Proceedings Thermofluid V 2013 merupakan kumpulan makalah penelitian peserta Thermofluid V 2013. Makalah penelitian para peserta seminar meliputi lima bidang, di antaranya: combustion engineering, internal combustion engines, heat-mass transfer, energy and renewable energy, thermodynamics, fluid mechanics, multiphase . Selain perkembangan yang begitu pesat, bidang-bidang tersebut menjadi aspek penting yang juga mempengaruhi kehidupan manusia di era modern ini.

Proceedings kali ini mempublikasikan 33 makalah di antaranya 10 makalah pada bidang Combustion Engineering, Internal Combustion Engine, Heat-Mass Transfer, Thermodynamics, 10 makalah pada bidang Energy dan Renewable Energy , 13 makalah pada bidang Fluid Mechanics, Multiphase Flow, Turbulent Flow. Walaupun dikelompokkan dalam delapan bidang, makalah-makalah tersebut kadang tetap saling terkait dengan fokus yang mirip misalnya energi, bahan dan lingkungan. Hal ini memang sesuai dengan tujuan Thermofluid sendiri yang memberikan wawasan komprehensif pada pesertanya tentang fokus tertentu dari sudut pandang berbagai bidang. Kiranya proceedings kali ini dapat memberikan gambaran dan wacana, memperluas cakrawala dan mengurangi rasa haus ilmu pengetahuan pembaca.

Thermofluid akan tetap berkomitmen untuk merangkum dan menjangkau karya-karya ilmiah di tahun-tahun berikutnya dalam bentuk kajian teknologi yang dikuasai oleh para penulisnya. Oleh karena itu, Thermofluid akan tetap mengundang para peneliti dan masyarakat umum untuk meneliti dan mengirim naskahnya. Kritik dan saran anda akan selalu kami nantikan.

Akhirnya diucapkan selamat membaca.

REDAKSI

DAFTAR ISI

EDITORIAL	i
DAFTAR ISI	ii
ISI :	
• Karakteristik Perambatan Gelombang Pembakaran Campuran LPG-Oksigen pada Kondisi Stoikiometris. Jayan Sentanuhady, Jannati Adnin Tuasikal.....	1
• Gelombang Detonasi Marginal Campuran Bahan Bakar Hidrogen, Oksidiser Udara dan Oksigen dengan Diluent Argon. Ari Dwi Prasetyo. Jayan Sentanuhady	8
• Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut sebagai Energi Terbarukan “Constructing Wave Power Plant as Renewable Energy”. Afrizal Faisal Ali	15
• Pemanfaatan Aliran Sungai Dangkal Untuk Pembangkit Listrik Picohydro Menggunakan Floating Turbine 47 Watt. Tito Shantika, Ali, Agni Anggara, Agus Ihsanudin.....	19
• Pelamis as The Wave Power Plant Solution that Withstand Earthquakes In Pantai Selatan, Yogyakarta. Akhsanto A., M. Nabil S. F., Kholqillah A. I.....	27
• Characteristics of Waste Plastics Pyrolytic Oil and Its Applications as Alternative Fuel on Four Cylinder Diesel Engines. Nosal Nugroho Pratama, Harwin Saptoadi	32
• Analisis Karakteristik Dan Aplikasi Minyak Hasil Pirolisis Limbah Plastik <i>Ldpe</i> Pada Kompor Minyak Bertekanan Dengan Metode <i>Water Boiling Test (Wbt)</i> Stephanus Danny Kurniawan, Harwin Saptoadi.....	40
• Karakteristik Pembakaran Briket Char Sampah Kota Berperekat Lem Kanji Dengan Variasi Tekanan Pembriketan Dwi Aries Himawanto	44
• Kajian eksperimen mengenal pengaruh diameter dalam pipa terhadap pola aliran <i>annular</i> gas-cairan pada pipa <i>horizontal</i> . Ade Indra Wijaya, Deendarlianto, Khasani, Indarto.	48
• Analisis Ketebalan Lapisan Film Pada Aliran <i>Annular</i> Air-Udara Searah Ke Bawah Menggunakan Teknik <i>Digital Image Processing</i> . Barlian, Samsul Kamal, Deendarlianto	54
• Efek Kekasaran Permukaan (Ribblet) pada Lambung Kapal Patroli terhadap Hambatan Kapal yang Terjadi. Gunawan, M. Baqi, Yanuar.....	62
• Effect of Magnetic Fluid’s Direction on Magnetorheological Fluid when Subjected by Impact Load. Intan P. Purwanto, Ferdian A. Inafi. M. Agung Bramantya	68
• Studi Eksperimental Unjuk Kerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Bersudu <i>Loopwing</i> Dan Perancangan Sistem Transmisinya. Jhon A Wabang, M. Agung Bramantya, Hermawan	72

Pemanfaatan aliran sungai dangkal untuk pembangkit listrik picohydro menggunakan Floating turbine 47 watt

TITO SHANTIKA¹, ALI², AGNI ANGGARA³, AGUS IHSANUDIN⁴

Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Jl. PHH Mustofa no. 23 Bandung

Email : tshantika@gmail.com, tshantika@itenas.ac.id

ABSTRAK

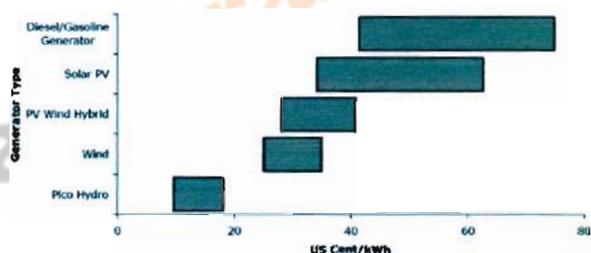
Sungai dangkal dengan aliran deras masih sangat melimpah terutama di daerah Jawa Barat. Energi air dari aliran air horizontal seperti pada aliran sungai dangkal pemanfaatannya masih sedikit untuk dijadikan sumber energi listrik. Dengan memanfaatkan bahan pipa PVC sebagai material utama serta material turbin yang mudah didapat dipasaran, maka dalam penelitian ini dirancang prototype pembangkit picohydro untuk aliran air dangkal jenis floating turbine. Penelitian dimulai dengan survey untuk mengetahui kecepatan rata-rata air, kemudian perancangan sudu turbin dan pelampung, dan selanjutnya pengujian langsung pada aliran sungai. Hasil survey didapatkan kecepatan air sungai rata-rata sebesar 0,72 m/s, kemudian dari hasil perancangan sudu turbin output listrik yang dihasilkan sebesar 47 watt pada putaran poros 33 rpm. Sesuai dengan perancangan maka konstruksi rangka dan pelampung dengan menggunakan Pipa PVC 4 in dan 2,5 in. Pengujian prototype dilapangan/aliran sungai dihasilkan daya sebesar 15 W pada putaran turbin 15,4 rpm dengan efisiensi 31,8%

Kata Kunci: Floating turbine, picohydro, turbin aliran horizontal, PVC turbin air, turbin air apung

1. PENDAHULUAN

Ketertarikan manusia akan energi dalam menjalani kehidupan sehari-hari memang tidak dapat ditawar lagi terutama kebutuhan energi listrik. Energi listrik pada masyarakat luas merupakan bentuk energi yang paling mudah digunakan dan sangat bermanfaat untuk kehidupan sehari-hari. Listrik banyak digunakan mulai dari rumah tangga, tempat pariwisata hingga industri besar, sehingga masyarakat memiliki ketertarikan yang tinggi terhadap listrik. Kebutuhan listrik yang sangat besar tersebut harus ditunjang oleh pembangkit listrik yang memadai. Salah satu pembangkit listrik yang banyak digunakan adalah pembangkit listrik tenaga air, hal tersebut disamping sumber yang melimpah juga dalam pembangkitannya relatif mudah dan biaya yang lebih murah dibandingkan pembangkit listrik dari sumber energi lain.

Menurut studi yang di publikasikan world Bank [1] untuk biaya proyek pembangkitan energy sampai tahun 2015 dibawah 5KW untuk beberapa jenis pembangkit, picohydro merupakan pembangkit listrik dengan pembiayaan pembangkitannya paling kecil (lihat pada gambar 1) sekitar \$ 18 cent/kWh. Perbedaan biaya yang sangat besar antara pembangkit diesel dengan picohydro, sehingga saat sekarang di daerah yang terpencil atau tempat-tempat yang belum terjangkau aliran listrik yang menggunakan generator diesel atau bahan bakar fosil dapat diganti dengan menggunakan sumber energi air, dimana potensi pembangkit picohydro sangat melimpah di daerah tersebut.



Gambar 1. Biaya proyek pada tahun 2015 untuk pembangkit listrik dibawah 5kW [1]

Sumber energi air di Indonesia sangat melimpah terutama untuk sumber-sumber air dengan potensi energi seperti dibawah 5 kW, seperti pada aliran air di sungai-sungai arus datar. Dewasa ini pemanfaatan energi air sedang menjadi tren di Indonesia terutama pembangkit skala kecil seperti mini hydro maupun picohydro. Pemanfaatan energi dalam skala ini masih banyak peluang untuk dikembangkan, terutama untuk arus aliran dangkal, sehingga pada penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pembangkit listrik jenis floating turbin yang memanfaatkan arus aliran dangkal kemudian melakukan pengujian untuk mengetahui performance pembangkit listrik tersebut.

Perancangan dan pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Air berkonsep turbin floating ini meliputi perhitungan kekuatan konstruksi dan bentuk blade dengan memperhitungkan sudut blade yang direncanakan agar dapat digunakan secara efisien pada laju aliran air

dari sungai, dan dapat menghasilkan daya keluaran dari turbin dan daya keluaran dari motor listrik.

Awal dari perancangan floating turbin ini berawal dari sebuah perusahaan pariwisata di Bandung yaitu PT. TAHURA yang ingin memiliki bungalow bungalow di daerah kompleks hutan dago dimana pasokan listriknya diinginkan mandiri dari sungai disekitarnya, sehingga hasil penelitian ini merupakan prototype yang nantinya dapat jugadigunakan dalam skala Laboratorium.

Pembangkit listrik ini disamping untuk menghasilkan listrik juga sebagai alat peraga mengenai carakerja sebuah pembangkit listrik. Turbin Floating merupakan jenis turbin mengapung dengan media arus aliran dengan debit air tertentu sebagai penggerak atau yang memutarakan rotor turbin tersebut. Penempatan turbin ini bisa disimpan di sungai secara langsung karena konsep turbin tersebut dapat dipindah-pindahkan sesuai daerah yang mempunyai aliran deras.

Berdasarkan daya yang dihasilkan maka pembangkit listrik tenaga air dengan daya yang akan dirancang merupakan termasuk kepada pembangkit picohydro seperti terlihat pada tabel 1:

Tabel. 1 klasifikasi power hydro berdasarkan daya^[2]

Skala daya	Daya
Large Hydro	> 100 MW
Medium Hydro	15-100MW
Small Hydro	1-15 MW
Mini Hydro	100kW-1000kW
Micro Hydro	5kW- 100kW
Pico Hydro	< 5kW

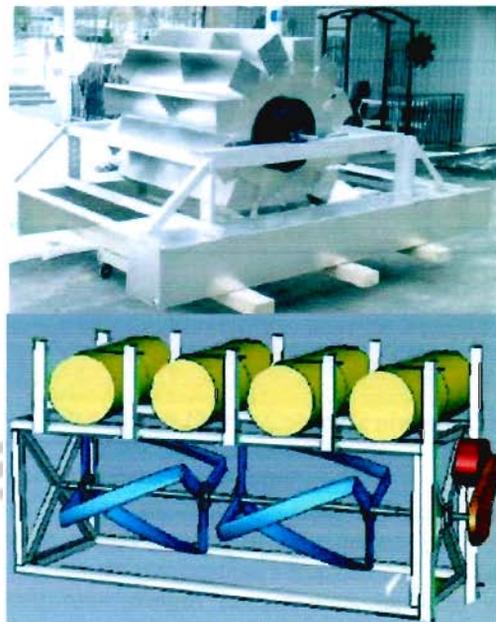
Pada sistem tenaga listrik Picohydro merupakan jenis pembangkit listrik dengan daya maksimum 5 kW yang biasanya ditemukan di daerah pedesaan dan berbukit [3] [4]. Aliran air di daerah perumahan dipedesaan memiliki potensi sebagai energi alternative untuk listrik tetapi daya yang dihasilkan sangat terbatas. Selain itu, potensi sumber sangat bervariasi disetiap daerah.

Turbin Floating

Turbin Floating adalah sebuah turbin yang mempunyai prinsip kerja mengubah energi potensial air menjadi sebuah energi mekanik yang di hubungkan melalui generator dan generator mengubah energi mekanik menjadi sebuah energi listrik, turbin ini menggunakan pelampung sebagai dudukan sudu sekaligus berfungsi agar sudu tersebut mengapung di atas air dan sebagian dari sudu tenggelam ke dalam air yang berfungsi bahwa sudu tersebut terkena debit air secara langsung,

debit air atau kecepatan arus air pada sungai berfungsi memutarakan sudu secara langsung. berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Berdasarkan pemanfaatan sumber air nya turbin floating dibedakan menjadi dua kelompok yaitu Turbin Floating dan Turbin Floating Tidal.

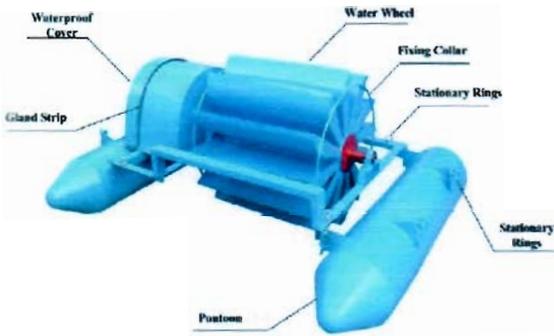
Beberapa perusahaan telah mengembangkan jenis pembangkit floating turbin salah satunya HYDROVOLT yang telah mengembangkan skala komersial. Jenis floating turbin yang sudah dikembangkanseperti: jenis paddelwheel, propeller, screw, darius, savonius, gorlov dan flifwing^[5].



Gambar 2. Floating turbin jenis paddelwheel dan darius^[5]

Turbin ini bisa digunakan secara langsung di atas sungai yang mengalir dan turbin ini sangat tergantung pada kecepatan arus sungai, semakin cepat kecepatan arus pada sungai maka semakin cepat pula putaran sudu yang dapat menyebabkan rotasi pada motor listrik lebih besar. Turbin ini mempunyai beberapa dimensi, tetapi pada umumnya turbin ini diciptakan dengan dimensi yang kecil, karena turbin ini biasa digunakan untuk satu ruangan atau kamar, pada dasarnya turbin ini diciptakan untuk daerah perkampungan-perkampungan yang belum mempunyai instalasi listrik dari sebuah perusahaan-perusahaan listrik Negara ataupun swasta.

Floating turbine ini sangat praktis dan dapat digunakan pada sungai dangkal yang ada pada daerah di pedesaan dimana terdapat kecepatan aliran sungai yang deras. Berikut di bawah ini adalah contoh gambar Turbin Floating

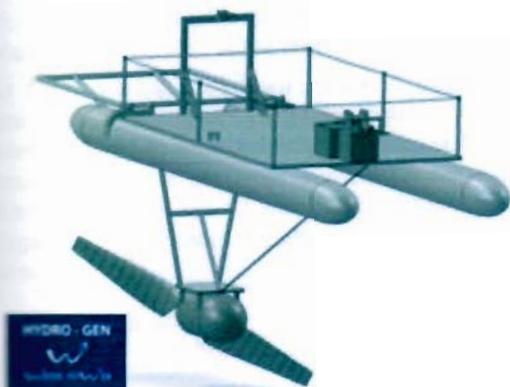


Gambar 3 . Turbin Floating^[6]

Turbin Floating Tidal

Energy tidal atau energy pasang surut barangkali kurang begitu dikenal dibandingkan dengan energy samudra yang lain seperti energy ombak. Jika dibandingkan dengan energy angin dan surya, energy tidal memiliki sejumlah keunggulan diantara lain memiliki energy yang lebih pasti atau mudah diprediksi, lebih hemat ruang dan tidak membutuhkan teknologi konversi yang rumit. Kelemahan energy ini diantaranya adalah membutuhkan alat konversi yang handal yang mampu bertahan dengan lingkungan laut yang keras yang disebabkan antara lain oleh tingginya tingkat korosi dan kuatnya arus laut. Saat ini baru beberapa Negara yang sudah melakukan penelitian secara serius dalam bidang energi tidal, diantaranya Inggris dan Norwegia.

Di Norwegia, pengembangan energi ini dimotori oleh Statkraft, yaitu sebuah perusahaan pembangkit listrik terbesar di negara tersebut. Statkraft bahkan memperkirakan energi tidal akan menjadi sumber energi terbarukan yang siap masuk tahap komersial berikutnya di Norwegia setelah energi hidro dan angin. Keterlibatan perusahaan listrik besar seperti Statkraft mengindikasikan bahwa energi tidal memang layak diperhitungkan baik secara teknologi maupun ekonomis sebagai salah satu solusi pemenuhan kebutuhan energi dalam waktu dekat^[7].



Gambar 4. Turbin Floating Tidal ^[8]

Penelitian floating turbin in sedang dikembangkan pada project HYLOW (*Hydropower converters for very low head*) di universitas rostock jerman. Pada proyek ini mengembangkan floating turbin untuk kecepatan air dibawah 2 m/s (<2m/s) yang disebut dengan *Free Stream Energy Converter*, prototype yang dibuat didesain dengan kecepatan air antara 1 m/s - 2 m/s, dengan panjang = 8 m, lebar= 2,5 m, dan draf sekitar 1 m, serta lebar HPW (Hydraulic Pressure Wheel) 1,2 m aliran yang melewati penampang adalah 1,2 m². dari hasil perancangannya diperkirakan pembangkit ini dapat menghasilkan daya sebesar 0,4-0,5kW dengan asumsi efisiensi sebesar 30-40%^[9].



Gambar 5. *Free Stream Energy Converter* prototype^[9]

Torsi dan Daya Pada Sudu rotor

Untuk menghitung torsi pada rotor turbin diperlukan menghitung kecepatan putaran yang terjadi pada sudu turbin. Dengan mengasumsikan kecepatan air sama linier pada sudu rotor dengan jari-jari rata-rata sudu yang mengalami gaya akibat momentum air maka kecepatan putaran rotor dapat ditentukan dengan persamaan 1.

$$\omega = V/r \tag{1}$$

Dimana:

- ω = kecepatan putaran sudu [rad/s]
- r_m = jari-jari rata-rata sudu [m]
- V = Lebar sudu [m]
- V = kecepatan tip pada sudu [m/s]

Kemudian dapat dihitung juga kecepatan putaran rotor turbin dalam satuan rpm.

$$n = \omega \cdot 60 / 2\pi \tag{2}$$

dimana:

- n = Putaran poros [rpm]
- D = diameter rotor [m]
- ω = frekwensi putaran [rad/s]

Torsi pada turbin dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$T = k \frac{N}{n} \quad (3)$$

T= torsi [Nm]
 N= Daya [watt]
 n= putaran poros [rpm]
 k= konstanta ($9,74 \times 10^5$)

Energi yang diserap Sudu

Energi yang dapat diserap oleh sudu rotor dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut^[9]:

$$P = 0,5 \rho \cdot A \cdot V^3 \cdot \eta \quad (4)$$

Dimana:

P = daya turbin [Nm/s]
 A = Luas Penampang Sudu [m²]
 V = Kecepatan air [m/s]
 ρ = Massa jenis air [1000 kg/m³]
 η = Efisiensi

Daya yang keluar dari generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang keluar secara teoritis. Sebagaimana dapat dipahami dari rumus tersebut di atas, daya yang dihasilkan adalah hasil kali dari luas penampang yang dilewati fluida, dengan kecepatan fluida dan masa jenis fluida tersebut dikalikan dengan efisiensi turbin, oleh karena itu berhasilnya pembangkitan tenaga air tergantung pada parameter tersebut. Secara umum efisiensi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Efficiency, } \eta = \frac{\text{Output Power}}{\text{Input Power}} \times 100 \quad (5)$$

Diameter poros dapat ditentukan dengan persamaan 1.20 Sularso^[10] yaitu

$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_r \cdot T)^2} \right]^{1/3} \quad (6)$$

Dimana K_m adalah faktor koreksi untuk momen lentur, K_r adalah faktor koreksi untuk momen puntir, harga K_m dan K_r dapat dilihat pada buku sularso. τ_a adalah tegangan geser yang diijinkan yang dipengaruhi oleh faktor keamanan untuk batas kelelahan puntir (Sf_1) dan faktor keamanan karena pengaruh konsentrasi tegangan (Sf_2) dimana harga Sf_1 dan Sf_2 dapat dilihat pada buku sularso. Tegangan geser yang diijinkan dapat dihitung dengan persamaan^[10]:

$$\tau_a = \frac{\tau_b}{Sf_1 \cdot Sf_2} \quad (7)$$

Dimana τ_b = tegangan dari bahan

2. METODOLOGI

Perancangan pembangkit ini dimulai dengan survey yang dilakukan di sungai yang akan ditempatkannya pembangkit ini untuk mendapatkan beberapa parameter meliputi laju aliran air, debit, kedalaman sungai lebar sungai dan kondisi fisik pada sungai tersebut. Tahap selanjutnya adalah perancangan dengan mempertimbangkan data-data telah didapatkan dari survey untuk mendapatkan daya maupun torsi secara teoritis dengan target daya yang dihasilkan adalah 40 watt, faktor kekuatan pada poros dan konstruksi pelampung yang sesuai sehingga didapat rancangan berupa bahan dan dimensi floating turbin tersebut. Tahap ketiga adalah proses pembuatan turbin, yang meliputi pemotongan serta pemasangan komponen-komponen yang telah dirancang, sehingga turbin siap untuk di uji. Tahap terakhir adalah pengujian untuk mendapatkan performan pembangkit serta daya yang dapat dihasilkan pembangkit tersebut. Pengujian ini dilakukan hanya pada satu beban serta pada satu parameter laju aliran yang datanya diambil nilai rata-rata dengan 3 kali pengambilan data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan floating turbin

Perancangan dimulai dengan pengambilan data-data potensi air, yang didapatkan dari hasil survey. Dari hasil survey didapatkan data-data yaitu kecepatan aliran sungai rata-rata sebesar 0,72 m/s, dengan luas penampang sungai 1,04 m² sehingga didapatkan debit air sungai sebesar 0,74 m³/s. tahap selanjutnya adalah perancangan komponen floating turbin seperti pada flowchart perancangan pada gambar 6.

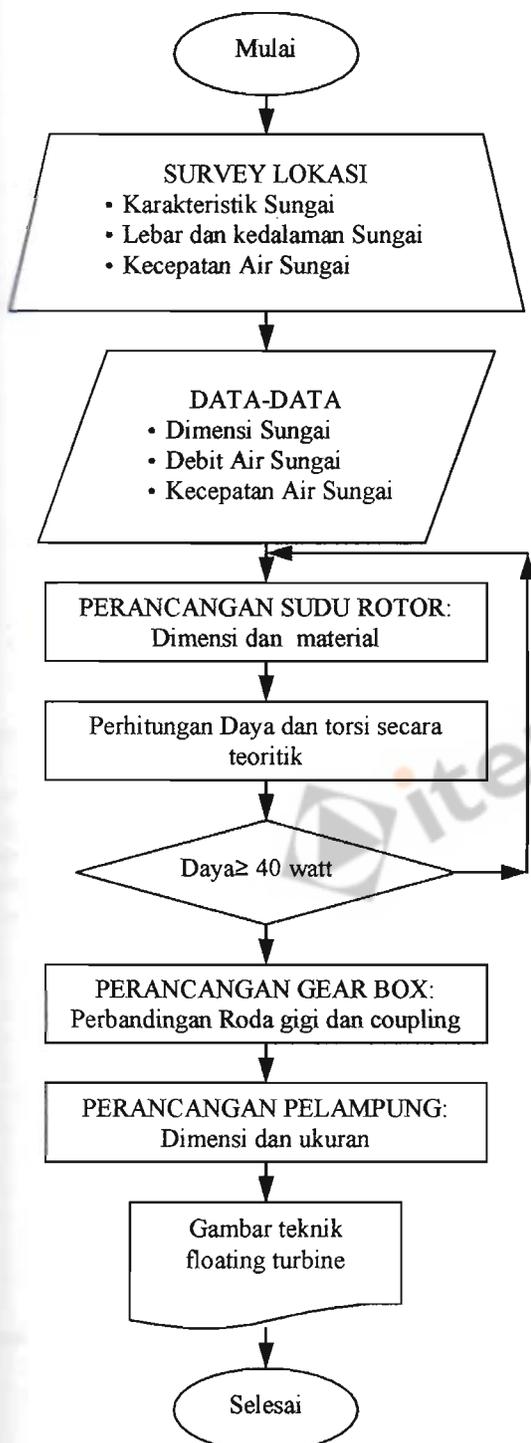
Dalam perancangan daya didapatkan dari perhitungan secara teori pada persamaan 4 adalah 47,105 watt, dimana kecepatan air $V=0.72$ m/s, luas penampang yang dilewati air $A = 0,50$ m², serta masajenis air $\rho=1000$ kg/m³. Besarnya luar penampang yang terendam air sesuai dengan layout serta asumsi kedalaman pelampung untuk mendukung peralatan yang ada diatas sesuai dengan hukum archimides dimana berat total peralatan diatas adalah 9,56 Kg.

Dengan mengasumsikan kecepatan sudu pada tip dan jari-jari rata-rata sudu sama dengan kecepatan air maka didapatkan kecepatan putaran rotor sebesar 171,9 rpm, sehingga besarnya torsi secara teori dihitung yaitu sebesar 2,6 Nm untuk bilah sudu sebanyak 36 buah.

Perancangan poros harus memperhitungkan gaya berat dan gaya radial yang diakibatkan oleh gaya air sehingga pada poros tersebut disamping terjadi tegangan yang diakibatkan torsi juga tegangan yang diakibatkan oleh beban momen lentur. Dari hasil perhitungan diameter

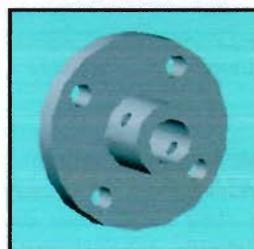
poros didapat 16 mm, namun pada kenyataannya poros pada rotor merupakan paduan poros baja dengan poros stielon yang beriameter 60 mm.

Gambar 6. Flowchart Perancangan floating turbine



Kecepatan rotor dari hasil perancangan adalah 171,9 rpm sedangkan kecepatan generator sebesar 1000 rpm sehingga diperlukan reduksi putaran sebesar $i = 5,8$ yang artinya kecepatan rotor harus dipercepat untuk menghasilkan kecepatan generator.

Kopling dirancang untuk meneruskan daya dari poros rotor ke poros generator. Bahan yang dipilih adalah aluminium paduan dengan dimensi disesuaikan dengan dimensi poros. Jenis kopling yang dipilih adalah klopling flens karena kopling ini mudah dalam pembuatan serta perakitanya. Sehingga dari hasil perhitungan flens, pasak serta baut yang dipakai maka dimensi kopling dapat dilihat pada gambar 7.

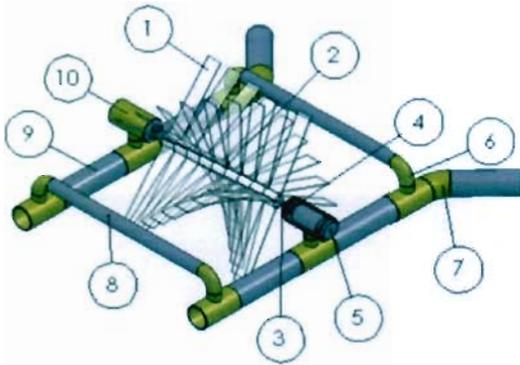


Gambar 7. Kopling flens pada floating turbin

Kemudian dari hasil perhitungan dirancang geometri komponen-komponen yang sesuai dengan parameter perhitungan. Dari hasil perancangan diperoleh prototype pembangkit listrik floating turbin seperti pada gambar 8.

Pembangkit listrik ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu pelampung dari bahan PVC, sudu turbin dan generator serta poros penghubung turbin ke generator seperti pada gambar 5. Dimensi yang diperoleh adalah:

- Panjang pelampung = 166,5 cm
- Lebar pelampung bagian depan = 112 cm
- Lebar pelampung bagian belakang = 163,68 cm



No	Keterangan
1	Bilah sudu
2	poros teflon
3	poros baja
4	bearing
5	generator housing
6	pvc elbow 2 inci
7	pvc elbow 45° 4 inci
8	pvc pipa 2 inci
9	pvc pipa 4 inci
10	pvc T 2 x 4 inci

Gambar 8. Desain prototipe Floating turbin sebagai Pembangkit Listrik

Proses pembuatan

Dalam proses pembuatan turbin air jenis floating ini perlu di tinjau segi material bahan baku yang akan digunakan serta proses-proses apa saja yang perlu dipersiapkan. Hasil perancangan didapatkan material-material yang digunakan dalam pembuatan turbin air jenis floating ini yaitu sebagai berikut :

- Pipa (PVC) 4 inch : 2 batang
- Knie jenis T 4x2 inch : 6 buah
- Knie jenis L 2 inch : 4 buah
- knie jenis elbow 45° : 2 buah
- tutup peralon 4 inch : 4 buah
- peralon (PVC) 2 inch : 1 batang
- teflon : D = 41mm, L = 67,5 cm
- poros baja : D = 8,5mm, L = 81 cm
- Akrilik 40x7,5 mm : 36 buah
- lem PVC : 4 buah
- bearing : 2 buah
- baut M4 : 8 buah

Pembuatan Komponen:

- Pelampung dan Rangka.
Pipa PVC digunakan sebagai rangka dan pelampung dari turbin air jenis floating dengan menyambungkan

setiap bagian yaitu Pipa 4 inch dan sambungan T 4x2,5 inch seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Pelampung

- Sudu Turbin
Sudu turbin dibuat dengan material Akrilik, hal tersebut bertujuan untuk memudahkan observasi aliran yang melewati sudu turbin pada saat analisa aliran untuk penelitian lanjutan. Jumlah dari akrilik ini sebanyak 36 buah dengan ukuran 40x7,5 mm. Akrilik ini dipotong sesuai ukuran yang telah ditentukan perancang dengan menggunakan pisau yang khusus untuk memotong akrilik. Posisi sudu dapat di atur sedemikian rupa sehingga dapat dikaji karakteristik aliran untuk beberapa layout sudu pada penelitian lanjutan.
- Generator dan gearbox
Generator yang digunakan adalah jenis generator DC 250 volt dari motor kendaraan bermotor. Kecepatan putaran motor adalah 1000 rpm sedangkan pada putaran perancangan 171,9 rpm sehingga diperlukan reduksi gear dan coupling untuk menghubungkan dengan poros rotor. Generator dan gearbox pada penelitian ini memakai sesuai dengan generator yang ada, akan tetapi diperlukan pembuatan coupling, dudukan generator dan rumah generator. Coupling yang digunakan adalah jenis kopling flens dengan satu pasak.
- Poros
Poros turbin ini merupakan gabungan antara baja dan Teflon. Dimana poros baja itu sendiri dimasukan pada teflon,teflon ini memiliki alur sebagai tempat dudukan akrilik dimana setiap alur pada teflon ke teflon berikutnya memiliki kemiringan sudut 10°. Kedudukan poros ini diletakan pada bagian tengah pelampung. Akrilik di lekatkan pada teflon dengan cara di lem khusus dan di pasak sehingga cukup kuat untuk dapat memutar poros.

Perakitan pembangkit listrik tenaga air

Pada bagian akhir pengerjaan adalah melakukan perakitan semua komponen yang telah dibuat dan tersedia. Lokasi pemasangan dan penempatan setiap komponen dilakukan sesuai dengan perancangan sehingga didapatkan seperti pada gambar 10.



Gambar 10. Prototype turbin air jenis floating hasil pembuatan

Pengujian Floating turbin

Pengujian Alat Peraga Pembangkit Listrik Tenaga Air ini dilakukan dengan dua tahapan besar, yaitu persiapan pengujian dan pengujian rangkaian.

Persiapan pengujian adalah langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan pengujian. Tahapan-tahapan yang dilakukan pada saat melakukan persiapan pengujian adalah :

- Mengukur kedalaman air beserta mengukur debit air.
- Memasang instalasi Alat Peraga Pembangkit Listrik Tenaga Air dan alat ukur yang digunakan.
- Setelah melakukan persiapan pengujian, penulis kemudian melakukan pengujian rangkaian.

Pengujian rangkaian adalah pengujian yang dilakukan pada seluruh komponen alat peraga pada saat yang bersamaan, sehingga didapat data yang saling berhubungan. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan pengujian rangkaian ini adalah :

- Memasang alat peraga turbin air diatas permukaan air sungai dan membiarkan berjalan sementara.
- Menyalakan alat ukur dan mencatat data yang dihasilkan dari pengujian tersebut, yaitu kecepatan air, kecepatan putaran poros rotor dengan tachometer, mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan dari generator dengan arus tersebut dilewatkan pada beban lampu 60 Watt.
- Mendokumentasikan hasil pengujian.
- Proses tersebut dilakukan secara berulang yaitu sebanyak 3 kali.

Pengujian dilakukan di sungai dimana data awal perancangan didapatkan. Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan tegangan dan arus yang dihasilkan dari generator untuk kecepatan air 0,72 m/s.

Hasil pengujian didapatkan daya dari generator sebesar 15 watt pada putaran poros rotor 15,4 rpm. Sehingga efisiensi floating turbin dapat dihitung yaitu sebesar

31,8%. Efisiensi tersebut relatif baik jika dilihat dari penelitian HYLOW yang dilakukan oleh universitas Rostock Jerman yang efisiensi antara 30-40%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Turbin air jenis floating turbin ini konstruksi frame dan secara keseluruhan menggunakan pipa PVC yang mudah didapatkan dipasaran. Serta pembuatannya masih menggunakan kerja bangku.

Dari hasil perancangan, pembuatan dan pengujian maka didapatkan spesifikasi pembangkit listrik jenis floating turbin sebagai berikut: Dimensi Pembangkit : 166,5 x 164x 80 cm, Daya maksimum turbin sebesar 47,105 watt, Putaran Turbin maksimum rotor sebesar 171,7 rpm serta efisiensi Turbin sebesar 31,8 %.

Saran

Penelitian ini masih dalam tahap awal yang didasari oleh keperluan penyediaan listrik dan alat peraga untuk laboratorium sehingga diperlukan pengembangan lanjutan seperti di scale up untuk dapat menghasilkan energi listrik yang memadai.

Pengujian pada prototype ini perlu dilanjutkan untuk beberapa parameter yang berbeda seperti kecepatan air, layout sudu, serta beban listrik yang diberikan.

Penelitian lanjutan dapat dilakukan salah satunya adalah analisis fluida yang menggunakan software CFD (computasional Fluid Dynamic) untuk melihat karakteristik fluida serta gaya yang terjadi pada sudu sehingga daya hasil simulasi dapat diketahui

Daftar pustaka

- [1] ESMAP., "Technical and Economic Assessment of Off, Mini-grid and Grid Electrification Technologies." December 2007. ESMAP Technical Paper 121/07.
- [2] Kamaruzzaman Sopian And Juhari Ab. Razak, 2009. "Pico Hydro: Clean Power From Small Streams". *Proceedings of the 3rd WSEAS Int. Conf. on Renewable Energy Sources*. ISSN: 1790-5095.
- [3] N. Smith and G. Ranjitkhar, "Nepal Case Study—Part One: Installation and performance of the Pico Power Pack," *Pico Hydro Newsletter*, April 2000.
- [4] Williams, "Pico hydro for cost-effective lighting," *Boiling Point Magazine*, pp. 14-16, May 2007.
- [5] Burt Hamner, CEO presentation hydrovolts, "Hydrokinetic Turbines in Canals: Potential and

- Demonstration”, www.hydrovolts.com, [20 Agustus 2013]
- [6] [www.Hydro Turbines.com](http://www.HydroTurbines.com), [2 April 2013]
- [7] Komunitas Dian aksara, 2007, “Energi Alternatif” Yudistira, ISBN 978-979-019-124-2.
- [8] <http://www.marineenergytimes.com/a-low-cost-floating-tidal-turbine.html>, [2 April 2013]
- [9] Steffi Dimke, Frank Weichbrodt, Peter Froehle, 2011, Environmentally compatible hydropower potential in the estuary of the river Ems - Analysis for a floating energy converter, World Renewable Energy Congress 2011, 8-13 mei 2011 Swedia
- [10] Sularso, Kiyokatsu Suga. 1979. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

 itenas library





ISSN 2338-9273



9 772338 927113

