

Pengujian Prototipe Model Turbin Air Sederhana Dalam Proses Charging 4 Buah Baterai 1.2 Volt Yang Disusun Seri Pada Sistem Pembangkit Listrik Alternatif Tenaga Air

Fitrianto Nugroho^{*}, Iwan Sugihartono, Agus Setyo Budi

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA
Universitas Negeri Jakarta
Jl. Pemuda No.10, Rawamangun, Jakarta Timur 13220
^{*}email: fitriantonugroho220491@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan pengujian prototipe tiga model turbin air sederhana dalam pengisian energi listrik dalam skala kecil ke dalam baterai selama 3 jam. Pengujian ketiga prototipe ini dilakukan dengan aliran maksimum $2.53 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ dan ketinggian *head* 0.9 m. Generator yang digunakan adalah dinamo dengan keluaran 12V_{DC}. Baterai yang digunakan adalah 4 buah baterai NiCd *rechargeable* ukuran AA dengan masing-masing tegangan 1.2 Volt dan kapasitas 1000 mAh. Baterai tersebut disusun secara seri dan dipadukan dengan sebuah rangkaian *charger*. Berdasarkan hasil pengujian, sistem dengan turbin model 3 dapat menyimpan listrik hingga 0.64 Volt, model turbin 1 hingga 0.50 Volt, dan model turbin 2 hingga 0.44 Volt.

Kata kunci: *model turbin, waktu charging, tegangan*

1. Pendahuluan

Saat ini turbin air telah berkembang dengan pesat. Pengembangan model terus dilakukan guna mendapatkan efisiensi terbaik. Namun, jika berbicara mengenai harga turbin tentu masih sangat mahal dan belum terjangkau oleh masyarakat, itulah sebabnya pembangunan pembangkit listrik memerlukan investasi yang cukup besar. Butuh sebuah alternatif agar sekecil apapun sumber air yang ada dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat tanpa mengeluarkan biaya yang besar, salah satunya adalah dengan penggunaan barang-barang sederhana dan mudah dijumpai di sekitar kita. Tujuan penelitian ini yaitu membuat prototipe model turbin air sederhana, serta mempelajari pengaruh model turbin terhadap tingkat efektifnya dalam pengisian energi listrik ke dalam baterai. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah sistem pembangkit listrik skala kecil dengan model turbin paling efisien yang bebas polusi, ramah lingkungan, dan bersifat terbarukan dan diharapkan pada penelitian ini dapat dijadikan sebagai model pembelajaran berbasis riset ataupun sebagai model peraga yang dapat digunakan di masyarakat.

Turbin air adalah sebuah alat yang berfungsi mengubah energi potensial maupun energi kinetik pada air menjadi energi mekanik. Turbin air mulai dikembangkan sekitar abad 19 dan digunakan secara luas untuk pembangkit tenaga listrik. Namun, seiring berkembangnya ilmu di bidang mekanika fluida dan

hidrolika, maka turbin air semakin berkembang dengan pesat, ditambah lagi dengan tuntutan akan kebutuhan energi terbarukan seperti air untuk pembangkit listrik, akhirnya timbullah perencanaan-perencanaan turbin yang divariasikan terhadap *head* dan debit air yang tersedia. Oleh karena itu, maka masalah turbin air menjadi masalah yang menarik dan menjadi objek penelitian untuk mencari sistem, bentuk dan ukuran yang tepat dalam usaha mendapatkan efisiensi turbin yang maksimum.

Secara sederhana turbin air dapat dibuat dengan memanfaatkan konsep torsi, di mana semakin besar lengan gaya turbin maka semakin besar pula torsi yang dihasilkan yang akan menyebabkan turbin mudah berputar, sesuai dengan persamaan berikut.

$$\tau = Fr \quad (1)$$

dengan

τ = torsi (Nm)

F = gaya (N)

r = lengan gaya/jari-jari turbin (meter)

Turbin disebut juga sebagai penggerak mula, yang berfungsi sebagai pengubah energi potensial dan energi kinetik aliran air menjadi energi mekanik yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik oleh generator. Generator dipadukan dengan turbin oleh sistem transfer mekanik. Secara umum transfer mekanik yang digunakan pada turbin air adalah sistem pulley dan belt.

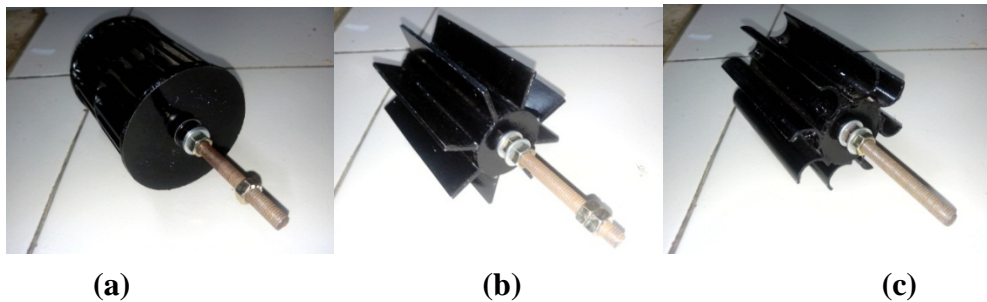
PLTNH (Pembangkit Listrik Tenaga Nano Hidro)

merupakan hasil pengembangan dari PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro), di mana dengan PLTNH sumber energi air dapat dimanfaatkan dalam kondisi *head* dan debit yang minim [1]. Renewable Energy Vocabulary (2011) mendefinisikan bahwa pembangkit listrik nano hidro adalah pembangkit listrik tenaga air dengan daya ≤ 100 W [2]. Dengan daya sebesar itu, listrik yang dihasilkan dapat digunakan langsung atau dapat juga disimpan dalam baterai atau akumulator. Konfigurasi baterai sebagai *power storage* dapat disusun secara seri maupun paralel. Jika dua buah baterai atau lebih dengan tegangan dan kapasitas sama disusun secara seri, maka tegangan total adalah jumlah dari masing-masing tegangan tersebut dan kapasitas total adalah kapasitas satu buah baterai saja [3]. Sedangkan jika disusun paralel, maka kapasitas total adalah jumlah dari masing-masing kapasitas baterai tersebut dan tegangan total adalah tegangan satu buah baterai saja.

Penggunaan konfigurasi baterai tersebut disesuaikan dengan kebutuhan.

2. Metode Penelitian

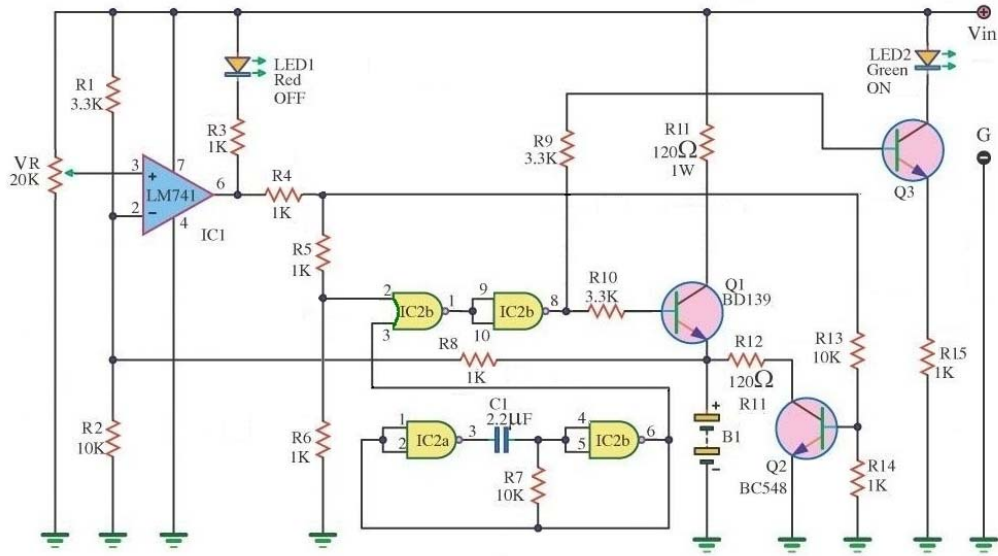
Tahap awal yang dilakukan adalah pembuatan rancang bangun prototipe model turbin. Ada tiga jenis model turbin yang dibuat yaitu model turbin 1 (blower *crossflow*), model turbin 2 (kincir dengan sudu datar), dan model turbin 3 (kincir dengan sudu lengkung). Ketiga model turbin tersebut dibuat dengan dimensi yang sama, yaitu diameter 82 mm, lebar 96 mm, panjang poros 20.5 cm, serta massa sekitar 205 gr. Bahan yang digunakan merupakan bahan sederhana yang mudah kita jumpai, yaitu pipa PVC. Pipa PVC dibentuk sedemikian rupa dengan cara dipanaskan sehingga cukup lunak untuk dapat dibuat sesuai bentuk yang diinginkan.



Gambar 1. Ketiga Model Turbin, (a) Model Turbin 1 (b) Model Turbin 2 (c) Model Turbin 3

Tahap selanjutnya adalah membuat sistem simulasi PLTNH untuk menguji model turbin yang telah dibuat. Turbin dikopel dengan generator menggunakan sistem *pulley* dan *belt*. Generator yang digunakan adalah sebuah motor DC dengan putaran optimal sebesar 2400 rpm dengan tegangan output 12 Volt. Pipa saluran air yang digunakan adalah pipa

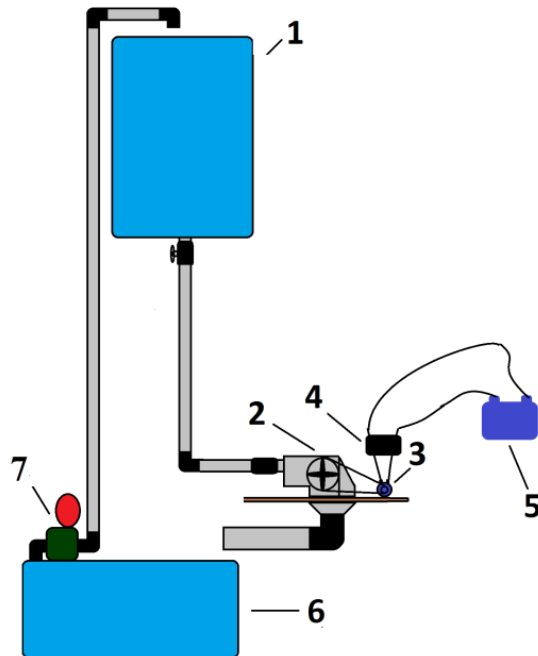
jenis PVC dengan ukuran $1\frac{1}{4}$ inch. Aliran air diterjunkan dari sebuah bak penampung dan dipompa kembali dengan mesin pompa air menuju bak penampung. Simulasi PLTNH dipadukan dengan sebuah rangkaian *charger* yang berguna sebagai penyimpanan energi listrik ke dalam baterai, berikut gambar rangkaian *charger* tersebut.



Gambar 2. Rangkaian Charger Baterai

Debit aliran air maksimum adalah sebesar $2.53 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ dan dengan ketinggian *head* 0.9 meter. Baterai yang digunakan pada rangkaian tersebut adalah baterai NiCd *rechargeable* ukuran AA sebanyak 4 buah dengan masing-masing tegangan nominal sebesar 1.2 Volt dan kapasitas 1000 mAh.

Lama proses *charging* dibatasi yaitu selama 180 menit untuk setiap model turbin. Pada setiap 30 menit dilakukan pengukuran tegangan pada baterai, sehingga dapat diketahui perkembangan dalam proses *charging*.



Keterangan:

1. Bak penampung
2. Turbin
3. Generator
4. Rangkaian *Charger*
5. Baterai
6. Bak penampung 2
7. Mesin pompa air

Gambar 3. Skema Layout Simulasi Pengujian Model Turbin

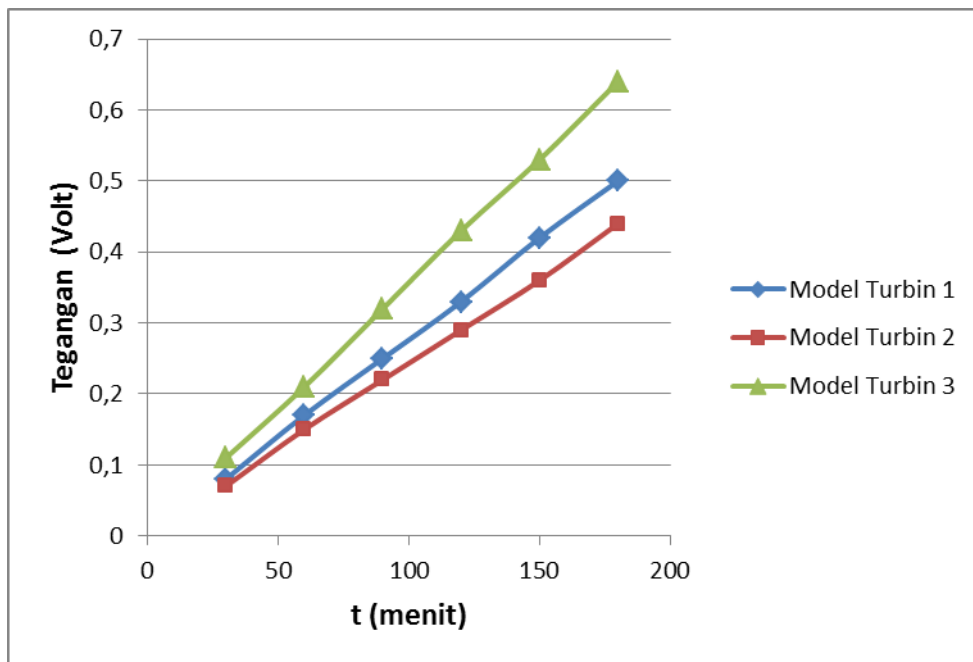
3. Hasil dan Pembahasan

Dari tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sistem, selanjutnya dilakukan pengujian dalam proses pengisian (*charging*) baterai. Sebelum melakukan proses *charging* pada setiap model turbin, keempat

baterai dikosongkan terlebih dahulu dengan cara memberi beban. Berikut adalah tabel hasil proses *charging*.

Tabel 1. Tegangan yang Tersimpan pada Baterai Berdasarkan Waktu Charging Setiap Model Turbin

t (menit)	Model Turbin 1 Tegangan Baterai (Volt)	Model Turbin 2 Tegangan Baterai (Volt)	Model Turbin 3 Tegangan Baterai (Volt)
30	0.08	0.07	0.11
60	0.17	0.15	0.21
90	0.25	0.22	0.32
120	0.33	0.29	0.43
150	0.42	0.36	0.53
180	0.50	0.44	0.64



Gambar 4. Grafik Waktu Charging vs Tegangan yang Tersimpan dalam Baterai

Pada saat proses *charging*, rangkaian *charger* tidak berfungsi dengan semestinya. Nyala led, baik indikator power maupun indikator pengisian tidak menyala terang. Hal ini disebabkan karena arus yang masuk dari generator terlalu kecil. Meskipun begitu, arus dapat terus mengalir dan mengisi 4 buah baterai *rechargeable* yang sebelumnya telah dikosongkan dayanya. Pada grafik dapat terlihat bahwa model turbin 3 adalah model turbin paling efektif dalam menghasilkan listrik yang selanjutnya disimpan pada baterai, diikuti oleh model turbin 1 dan model turbin 2. Hal ini dapat terjadi karena hasil daya output yang dihasilkan oleh ketiga model turbin, dimana pada debit maksimum daya output paling besar dihasilkan oleh model turbin 3 diikuti model turbin 1 dan model turbin 2, sehingga model turbin 3 lebih cepat dalam proses *charging* dibanding kedua model turbin lainnya.

Daya output sistem menggunakan model turbin 3 lebih tinggi daripada model turbin lainnya. Hal ini dapat terjadi karena bentuk sudu pada model turbin 3 yang melengkung setengah lingkaran mampu mengkonversi energi potensial air menjadi energi mekanik lebih baik daripada model turbin lainnya. Tekanan dan gaya yang diberikan oleh pancaran air terpusat pada bagian tengah sudu pada model turbin 3. Selain itu, bentuk setengah lingkaran pada sudu model turbin 3 memungkinkan sudu untuk mendapatkan daya tampung air lebih besar daripada turbin lainnya. Hal ini berbeda pada model turbin 1, dimana bentuk sudu model turbin 1 cenderung lebih kecil dan bentuk sudunya tidak memungkinkan untuk memusatkan pancaran air pada bagian tengah sudu. Akan tetapi, bentuk turbin yang memiliki rongga memungkinkan pancaran air untuk mengenai sudu ketika air keluar dari turbin. Hal inilah yang menyebabkan model turbin 1 lebih baik daripada model turbin 2 yang hanya memiliki sudu mendatar.

4. Kesimpulan

Sistem simulasi dengan model turbin 3 paling baik dalam menghasilkan energi listrik diikuti berturut-turut oleh model turbin 1 dan model turbin 2. Dalam waktu 3 jam, sistem dengan model turbin 3 dapat mengisi tegangan pada baterai hingga 0.64 Volt, model turbin 1 hingga 0.50 Volt, dan model turbin 2 hingga 0.44 Volt.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dirjen Dikti yang telah memberikan beasiswa PPA (Peningkatan Prestasi Akademik) sehingga dapat membantu dalam pembiayaan penelitian ini, juga kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Daftar Pustaka

- [1] Nugroho, Fitrianto. 2013. *Prototipe Model Turbin Air Sederhana Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Tenaga Air*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA. FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [2] Al Amin. 2013. *Rancang Bangun Prototipe Portable Nano Hydro Dengan Menggunakan Turbin Tipe Crossflow*. Skripsi. Universitas Negeri Jakarta.
- [3] Materi Pelatihan Renac (Renewables Academy). 2009. Berlin, Jerman.
- [4] B. Nababan, *Rancangan Sistem Kontrol Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Air*, Laporan Penelitian IPB. Bogor (2001).
- [5] *Kenaikan Tak Terhindarkan*. [Berita]. Kompas, No. 178/Tahun Ke-48, 28 Desember 2012, halaman 1 dan 15.
- [6] Ho-Yan, Bryan Patrick. *Design of a Low Head Pico Hydro Turbine for Rural Electrification in Cameroon*. Thesis University of Guelph. Canada (2012).
- [7] Kadir, Abdul. *Energi (Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, dan Potensi Ekonomi)*. UI-Press. Jakarta (1987).
- [8] Warsito, dkk. *Realisasi dan Analisis Sumber Energi Baru Terbarukan Nanohidro Dari Aliran Air Berdebit Kecil*. Jurnal Material dan Energi Indonesia (2011).
- [9] Tirono, Mokhammad. *Pemodelan Turbin Cross-Flow Untuk Diaplikasikan Pada Sumber Air Dengan Tinggi Jatuh dan Debit Kecil*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya (Neutrino). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang (2012).
- [10] Paryatmo, W. *Turbin Air; Jilid 1*. Graha Ilmu. Yogyakarta (2007).