

Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Pico-Hydro

Sulistyaningsih Nur Fitri¹, Syahrul Mustafa²

^{1,2}Dosen Teknik Listrik

Jl. Kapasa Raya, No. 23, Tamalanrea-Makassar, 90241

Email: ¹sulistyaningsihnurfitri@politeknikbosowa.ac.id, ²Syahrulmustafa@politeknikbosowa.ac.id

Intisari: Pembangkit tenaga listrik merupakan salah satu mata kuliah pada program studi Teknik Listrik yang mempelajari tentang pembangkitan listrik dengan memanfaatkan beberapa sumber tenaga, salah satunya air. Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan tegangan output AC dengan memanfaatkan energi potensial air sebagai sumber utama, yang kemudian akan diubah menjadi energi mekanik berupa putaran yang di hasilkan oleh turbin Cross Flow yang dihubungkan dengan *gear* sebagai media untuk menransmisikan putaran kepada alternator sebagai generatornya. Hasil pengujian diperoleh putaran maksimal turbin saat tidak diberi eksitasi adalah sebesar 706 RPM sedangkan saat diberi tegangan eksitasi 3V DC maka putaran turbin dan alternator, maksimal sebesar 384 RPM turbin dan 1100 RPM alternator. Untuk tegangan keluaran maksimal diperoleh saat tegangan eksitasi 5V DC tanpa beban diperoleh 255 V AC dengan frekuensi sebesar 75 Hz, dan tegangan keluaran terkecil diperoleh saat tegangan eksitasi 12 V DC dengan beban diperoleh 75 V AC.

Kata Kunci: Pembangkit, Pico-Hydro, Alternator, Rotasi

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, tingkat kebutuhan energi bagi manusia juga semakin meningkat [1], Pemenuhan energi sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang berumur jutaan tahun dan tidak dapat diperbaharui [2]. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil ini tentu saja mempunyai banyak dampak buruk. Hal ini menimbulkan kesadaran untuk mengembangkan pembangkit listrik yang bersumber energi alternatif [3], salah satu contohnya adalah pemanfaatan energi air.

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah pembangkit yang memanfaatkan energi potensial dan kinetik pada air menjadi energi mekanik, energi air adalah energi yang telah dimanfaatkan secara luas di Indonesia untuk pembangkit listrik [4], PLTA dipilih sebagai salah satu energi alternatif dikarenakan memiliki beberapa keunggulan dibanding dengan pembangkit listrik lainnya, seperti ramah terhadap lingkungan, lebih awet, serta biaya operasional lebih kecil [5] pementuhan akan pembangkit listrik utamanya untuk daerah terpencil yang belum dialiri oleh listrik, tentunya membutuhkan teknologi yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik, salah satunya PLTMH ataupun PLTPH [6].

Picohydro adalah jenis pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas kecil, sehingga berimplikasi pada relatif sederhananya peralatan yang

digunakan. Keunggulan *picohydro* yaitu tidak menimbulkan kerusakan lingkungan, *PicoHydro* dirancang menghasilkan daya terbangkit 100W-5kW dan memanfaatkan potensi tenaga air dengan head yang rendah sebagai tenaga penggerakannya, [7]. Dengan adanya perancangan pembangkit energi listrik yang memanfaatkan energi air sebagai penggerakannya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut. Untuk pembangkit listrik berskala kecil seperti Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH), penggunaan turbin Cross Flow sangatlah tepat untuk dioperasikan pada head yang rendah [8].

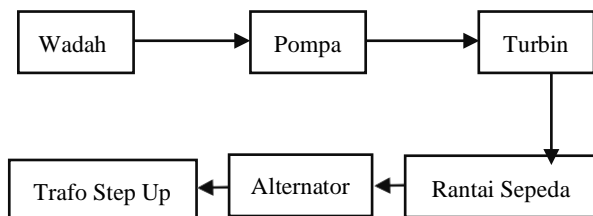
Berdasarkan latar belakang diatas, adapun rumusan masalah yaitu bagaimana cara menghasilkan tegangan output 1 Phasa 220 V AC dan bagaimana perubahan terhadap variasi eksitasi yang diberikan kepada alternator. Tujuan dari tugas akhir ini yaitu menghasilkan tegangan AC 1 Phasa 220V dengan memanfaatkan energi potensial air serta mengukur output tegangan yang dihasilkan dengan mengubah eksitasi alternator.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan adalah *research and development*, *research and development* adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada yang dapat dipertanggung jawabkan. Metode

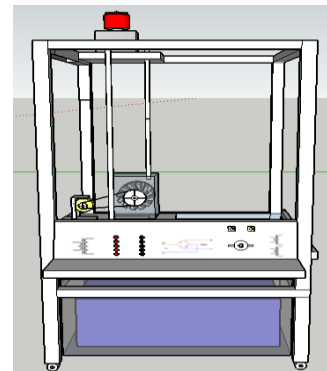
ini memuat 3 komponen utama yaitu: Model pengembangan (prosedural, konseptual dan teoritik), prosedur pengembangan penelitian dan uji coba produk [9]. Dalam skenario uji coba alat dilakukan pengumpulan data, data yang dikumpulkan yaitu rpm, tegangan dan frekuensi. Skenario tahap awal dilakukan dengan cara mengumpulkan rpm, rpm diukur pada dua titik, titik pertama pada turbin dan kedua pada alternator dengan menggunakan alat ukur tachometer. Dan pada skenario tahap kedua tegangan yang diukur ada dua titik, titik pertama tegangan output alternator (tegangan V_{in}) dan pada titik kedua, tegangan output trafo step up (tegangan V_{out}) dengan menggunakan alat ukur multimeter, sedangkan pada skenario tahap terakhir dilakukan dengan mengukur frekuensi pada output alternator dengan menggunakan alat ukur osiloskop. Kemudian data yang diperoleh akan dianalisis dimana dibandingkan pengaruh perubahan pada tegangan eksitasi terhadap kecepatan putaran turbin dan alternator, selain itu tegangan output alternator dianalisis serta pengaruh terhadap beban.

Dalam perancangan sistem, hal utama yang diperlukan adalah membuat blok diagram sesuai dengan cara kerja alat. kemudian mendeskripsikan cara kerja dari masing-masing penyusunan sistem. Cara kerja alat ini dapat ditunjukkan pada blok diagram dibawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram

Wadah (sumber air) tempat untuk menyimpan air yang dimanfaatkan disini yaitu energi potensial. Pompa merupakan elemen yang berfungsi untuk menyerap sekaligus mendorong air yang terdapat pada sistem pendinginan sehingga dapat bersikulusasi pada mesin. Turbin merupakan bagian terpenting dan yang sangat berpengaruh pada alternator dalam sebuah sistem PLTPH, menerima energi potensial air dan mengubahnya menjadi energi putaran (energi mekanik). Turbin air dihubungkan dengan Alternator untuk menghasilkan listrik. Rantai sepeda berfungsi sebagai penghubung mekanis dan mempercepat putaran antara turbin ke Alternator berfungsi untuk menghasilkan listrik dari putaran mekanik turbin. Trafo Step Up berfungsi sebagai untuk menaikkan output tegangan dari alternator.



Gambar 2. Konstruksi Alat

Dari hasil rancangan diatas, ukuran dari alat ini yaitu : panjang 1 meter, lebar 120 meter, dan tinggi 2 meter. Alat ini merupakan prototype dari PLTPH sehingga digunakan 1 buah pompa dan 1 penampung air. Pompa air ini digunakan sebagai penyalur air dari bak penampungan hingga ke turbin.

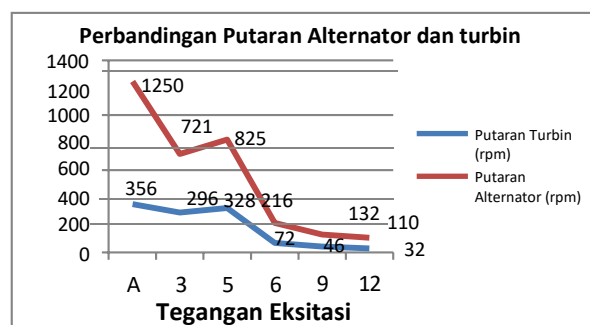
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian putaran turbin dilakukan dengan 4 skenario. Dari skenario tersebut akan memberi gambaran pengaruh terhadap putaran turbin dan alternator. Hasil pengujian putaran turbin dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Pengujian Putaran Turbin

Keadaan	Turbin (rpm)	Alternator (rpm)
Turbin tanpa alternator	705	-
Turbin terhubung dengan alternator	356	1250
Turbin diberi eksitasi 3V	296	721
Turbin diberi eksitasi 5V	328	825
Turbin diberi eksitasi 6V	72	216
Turbin diberi eksitasi 9V	46	132
Turbin diberi eksitasi 12V	32	110

Hasil pengujian putaran turbin dapat dilihat pada gambar 3 grafik dibawah ini.



Gambar 3. Pengujian Putaran Turbin

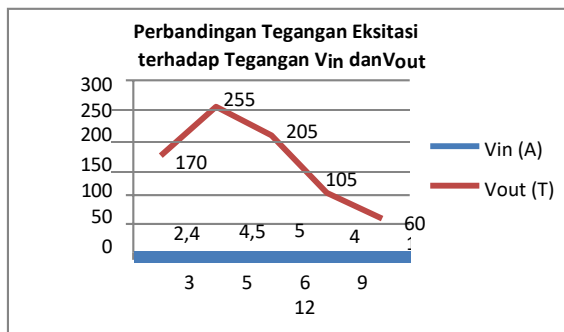
Pada Gambar 3 grafik diatas, dapat dilihat skenario pertama turbin tidak dihubungkan dengan alternator diperoleh putaran sebesar 706 rpm.

Pengujian alternator tanpa beban dengan merancang skenario dimana turbin akan memutar alternator, tegangan DC sebagai eksitasi sebesar 3V,5V,6V, dan 9V akan hubungkan ke input alternator dalam hal ini rotor alternator. Hasil pengujian alternator tanpa beban terdapat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Pengujian alternator tanpa beban dengan menggunakan trafo 0,5 A

Keadaan	Vin	Vout	Hz	Alternator (rpm)	Turbin (rpm)
3 V	2.4	170	93	1100	384
5 V	4.5	255	75	860	308
6 V	5	205	48	585	210
9 V	4	105	25	284	106

Hasil pengujian alternator tanpa beban dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4. Pengujian Alternator Tanpa Beban

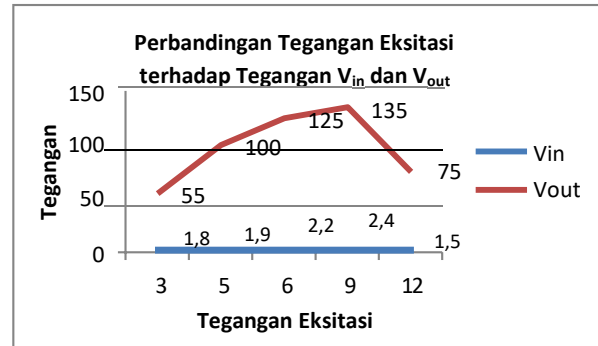
Pada Gambar 4 grafik diatas, dapat dilihat Pada pengujian alternator tanpa beban, nilai tegangan output maksimal pada saat diberikan tegangan eksitasi sebesar 5V DC diperoleh tegangan 255V AC.

Hasil pengujian alternator dengan beban lampu LED menggunakan trafo 0,5A dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Pengujian Alternator dengan beban LED menggunakan trafo 0,5 A.

Keadaan	Vin	Vout	Hz	Alternator (rpm)	Turbin (rpm)	Led
3 V	2.4	170	93	1100	384	On
5 V	4.5	255	75	860	308	On
6 V	5	205	48	585	210	On
9 V	4	105	25	284	106	On

Hasil pengujian alternator dengan beban lampu LED, dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 5. Pengujian dengan LED

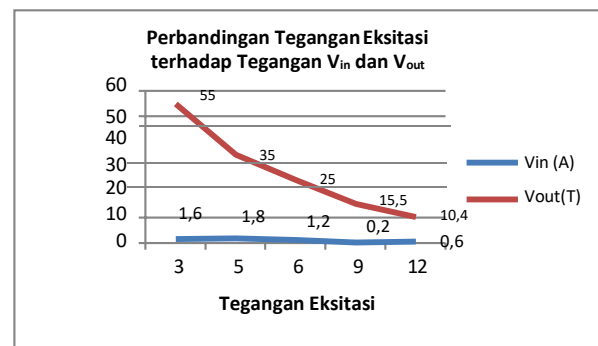
Pada Gambar 7 grafik diatas, dapat dilihat Pada pengujian alternator dengan beban lampu LED, nilai tegangan output maksimal pada saat diberikan tegangan eksitasi sebesar 9V DC diperoleh tegangan sebesar 135 V AC.

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan beban lampu pijar. Pada pengujian ini dilakukan dengan beban berupa lampu pijar, tegangan DC sebagai eksitasi sebesar 3V,5V, 6V, 9V dan 12V akan hubungkan ke input alternator dalam hal ini rotor alternator. Hasil pengujian alternator dengan beban lampu pijar menggunakan trafo 0,5A dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Pengujian Alternator dengan beban lampu pijar menggunakan trafo 0,5 A.

Keadaan	Vin	Vout	Hz	Alternator (rpm)	Turbin (rpm)	L
3 V	1.6	55	78	936	320	Redup
5 V	1.8	35	42	411	173	Redup
6 V	1.2	25	26	324	114	Redup
9 V	0.2	15	16	160	68	Redup

Hasil pengujian alternator dengan beban lampu pijar, dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 6. Pengujian Alternator dengan beban lampu pijar.

Pada Gambar 10 grafik diatas, dapat dilihat Pada pengujian alternator dengan beban lampu

pijar, nilai tegangan output maksimal pada saat diberikan tegangan eksitasi sebesar 3V DC diperoleh tegangan 55V AC.

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan AC yang dihasilkan oleh sebuah alternator tergantung pada tegangan eksitasi alternator itu sendiri serta putaran turbin tersebut. Semakin besar nilai tegangan eksitasi maka semakin kecil pula tegangan yang dihasilkan hal ini dipengaruhi oleh kemampuan turbin dalam memutar alternator. Tegangan AC tertinggi pada kondisi tanpa beban dengan nilai tegangan eksitasi sebesar 5V DC dimana diperoleh tegangan output 225V AC dengan frekuensi sebesar 73 Hz. Putaran turbin sangat dipengaruhi oleh beban turbin itu sendiri serta kemampuan tekanan air untuk memutar turbin. RPM yang dihasilkan oleh alternator ketika diberikan tegangan eksitasi 3V DC yaitu sebesar 317 RPM, sedangkan ketika tidak diberi tegangan eksitasi yaitu sebesar 1100 RPM.

Pada percobaan yang telah dilakukan dalam penelitian selanjutnya merencanakan secara terperinci mengenai spesifikasi turbin yang akan digunakan dalam hal mekanis, seperti penggunaan bahan yang lebih kuat dan ringan, serta penggunaan sudu pada turbin sehingga dapat rpm turbin yang maksimal. Peneliti selanjutnya juga menggunakan jenis pompa yang memiliki tekanan dan volume air yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deddy Susilo, Gunawan Dewanto, and Didik Taranata Kusuma, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro Dengan Turbin Pelton Sebagai Alat Peraga Mata Kuliah Energi Baru Dan Terbarukan," 2015.
- [2] I wayan Arta Wijaya, "Pembangkit listrik tenaga gelombang laut menggunakan teknologi oscilating water column diperairan bali".
- [3] digilib.itb.ac.id.[Online].
<http://www.digilib.itb.ac.id/files/disk1/661/jbptitbpp-gdl-amaprayog3018-2-2008ta-1.pdf>.
- [4] Fitrianto Nugroho, Iwan Sugihartono, and Agus Setyo Budi, "Pengujian Prototipe Model Turbin Air Sederhana Dalam Proses Charging 4 Buah Baterai 1.2 Volt Yang Disusun Seri Pada Sistem Pembangkit Listrik," 2013.
- [5] Eva Cahyaning Tyas, Suwanto Marsud, and Ussy Andawayanti, "Studi perancangan pembangkit listrik tenaga air dibendungan pandanduri swangi lombok timur NTB".
- [6] Anindio Prabu Harsarapama, "Turbin Mikrohidro Open Fluime Dengan Hub To Tip Ratio 0,4 Untuk Daerah Terpencil," Universitas Indonesia, Depok, Skripsi 2012.
- [7] Risnandar, Finsa Anugrah Pratama, and Novrinaldi, "Gis untuk menentukan potensi pembangkit Piko-Hidro," vol. 1, November 2011.
- [8] Afryantima Siregar, Mahdi Syukri, Ira Devi Sara, and dkk, "Rancang Bangun prototype PLTPH menggunakan Turbin Open Flume," 2015.
- [9] Sujadi, "Metodologi Penelitian Pendidikan," Jakarta, 2002.
- [10] Fibrianti Ginting and Muhammad Abdillah Mailah, "Rancang Bangun Trainer Pembangkit Listrik Milro Hidro," Politeknik Bosowa, Makassar, Tugas Akhir 2016.