

# RANCANG BANGUN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK MIKROHIDRO (PLTMH) PADA PIPA SALURAN PEMBUANGAN AIR HUJAN VERTIKAL

## DESIGN OF MICRO-HYDRO POWER PLANT ON RAINWATER DISPOSAL PIPE

Fajar Apriansyah<sup>1</sup>, Angga Rusdinar<sup>2</sup>, Denny Darlis<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
<sup>3</sup>Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom  
Jalan Telekomunikasi, Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia  
[yukkii@students.telkomuniversity.ac.id](mailto:yukkii@students.telkomuniversity.ac.id), [anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id](mailto:anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id),  
[dennydarlis@telkomuniversity.ac.id](mailto:dennydarlis@telkomuniversity.ac.id)

---

### ABSTRAK

Di Indonesia, kebutuhan listrik di sektor perumahan menggunakan lebih banyak listrik daripada sektor - sektor lainnya. Kemudian, sebagian besar pembangkit listrik yang terdapat di Indonesia masih menggunakan tenaga diesel atau sumber daya lain yang tidak dapat diperbaharui, sedangkan sumber daya tersebut lama kelamaan semakin menipis, dan kebutuhan akan energi listrik semakin bertambah dari hari ke hari. Maka, diperlukan energi alternatif dari sumber daya lain. Pada penelitian tugas akhir ini, akan dirancang sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro (PLTMH) yang penerapannya dilakukan pada saluran pembuangan air hujan dan perancangannya cukup mudah dengan bahan-bahan yang cukup mudah dicari. Terjunan air pada bagian saluran pipa vertikal akan dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin generator. Generator listrik yang digunakan adalah Alternator. Tegangan yang dihasilkan oleh alternator akan digunakan nantinya untuk beban. Diharapkan satu buah PLTMH buatan ini dapat menghasilkan energi listrik maksimal untuk setiap tempat pengujiannya.

Kata kunci: pembangkit listrik, mikrohidro, air hujan, *alternator*

---

### ABSTRAC

In Indonesia, demand for electricity in residential sector uses more than the other sectors. Then, most of the power plants in Indonesia are still using diesel power or other resources than can't be renewed, while the resources are gradually depleted, and needs for electricity are increasing day by day. Thus, alternative energy are needed from other resources. In this Research, we will design a Micro-Hydro Power plant that the application is done at the rainwater drainage and the design is quite easy with the materials which are quite easy to find. The waterfall in the vertical pipeline will be used to drive a turbine generator. Generator which is used is Alternator. The voltage generated will be used later for loads. Hopefully, one of this Power plant could produce maximum electrical energy for each test place.

Keywords: *powerplant, micro-hydro, rainwater, alternator.*

---

### 1. Pendahuluan

Akhir – akhir ini persoalan tentang energi alternatif banyak dibicarakan, dikarenakan menipisnya sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Kebutuhan listrik di Indonesia diperhitungkan per sektor pada 22 wilayah pemasaran listrik PLN, yaitu sektor industri, rumah tangga, usaha, umum, dan

lainnya. Besarnya kebutuhan listrik di Indonesia yang ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah, merupakan akumulasi dari kebutuhan listrik pada masing-masing sektor pengguna energi di 22 wilayah pemasaran listrik PLN. Berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan listrik dari tahun 2003 s.d. 2020 yang dilakukan Dinas Perencanaan Sistem PT PLN (Persero) dan Tim Energi BPPT, terlihat bahwa selama kurun waktu tersebut rata-rata kebutuhan listrik di Indonesia tumbuh sebesar 6,5% per tahun dengan pertumbuhan listrik di sektor komersial yang tertinggi, yaitu sekitar 7,3% per tahun dan disusul sektor rumah tangga dengan pertumbuhan kebutuhan listrik sebesar 6,9% per tahun. Hal tersebut sangat beralasan, mengingat untuk meningkatkan perekonomian di Indonesia, pemerintah meningkatkan pertumbuhan sektor pariwisata yang selanjutnya akan mempengaruhi pertumbuhan sektor komersial.

Pembangkit listrik mikrohidro merupakan salah satu alternatif penghasil energi listrik dengan skala kecil yang menggunakan tenaga air seperti aliran arus sungai, irigasi, dan air terjun alam; yang sedang dikembangkan. Jumlah pembangkit jenis ini masih sedikit di Indonesia, dan dibuat jauh dari warga karena keterbatasan biaya untuk membuat bendungan air terjun pada sungai, karena ditakutkan kincir air tidak berputar maksimal pada arus air sungai karena sungai yang mengalami pasang surut.

Berdasarkan hal tersebut, muncul sebuah inovasi/ide untuk membangun pembangkit listrik mikrohidro pada tempat yang biasanya dimiliki oleh setiap rumah/bangunan, yaitu talang pipa air hujan. Selain itu diperlukan rancangan konstruksi untuk penempatan kincir air yang relatif murah, tidak seperti pembangkit mikrohidro sekarang yang sangat bergantung pada bendungan untuk menghasilkan air terjun. Diharapkan satu buah PLTMH buatan ini dapat menghasilkan energi listrik maksimal untuk setiap tempat pengujiannya.

## **2. Dasar Teori**

### **2.1 Pembangkit Listrik Mikrohidro**

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (*head*). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik.

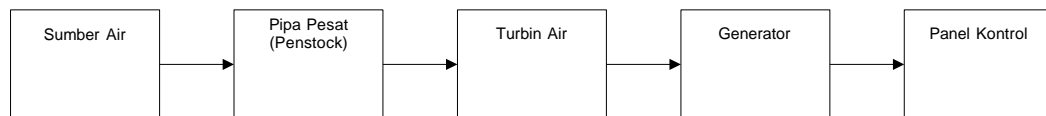
### **2.2 Alternator**

Alternator adalah peralatan elektromekanis yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik arus bolak-balik. Pada prinsipnya, generator listrik arus bolak-balik disebut dengan alternator, tetapi pengertian yang berlaku umum adalah generator listrik pada mesin kendaraan. Fungsi utama dari alternator adalah menghasilkan listrik ketika mesin dihidupkan (*on*). Tenaga listrik yang dihasilkan oleh alternator adalah tegangan AC yang kemudian dikonversi menjadi tegangan DC.

### **2.3 Turbin Air**

Terdapat dua jenis turbin air (PLTA, PLTMH) yaitu : turbin impulse dan turbin reaksi. Type Turbin ini dipengaruhi oleh *head* atau tinggi dari air terhadap turbin dan debit atau volume air di lokasi Pembangkit. Faktor lain yang mempengaruhi adalah efisiensi dan biaya.

## 2.4 Perancangan

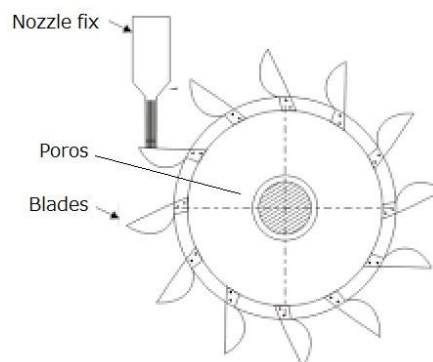


Gambar 1 Rancangan arsitektur model sistem

1. Sumber Air,  
sumber air yang dimanfaatkan disini yaitu energi potensial dari jatuhan air hujan pada saluran pembuangan bagian vertikal yang terdapat pada bangunan/ rumah-rumah.
2. Pipa Pesat (Penstock)  
berfungsi untuk mengalirkan air menuju turbin. Pada tugas akhir ini, penstock yang dimaksud adalah pipa vertikal yang digunakan untuk saluran pembuangan air hujan.
3. Turbin air,  
merupakan bagian terpenting dalam sebuah sistem PLTMH, menerima energi potensial air dan mengubahnya menjadi energi putaran (energi mekanik). Turbin air dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik.
4. Generator,  
berfungsi untuk menghasilkan listrik dari putaran mekanik turbin.
5. Panel Kontrol,  
meliputi pemasangan switch dan indikator-indikator yang diperlukan, dan juga rangkaian elektronika pendukung untuk kerja generator.

Turbin air yang digunakan pada perancangan ini adalah turbin jenis pelton, karena turbin pelton merupakan salah satu dari jenis turbin air yang efisien digunakan untuk head tinggi dan debit aliran yang kecil. Keuntungan lainnya yaitu efisiensi turbin yang relative stabil pada berbagai perubahan debit aliran.

Berikut ini sketsa turbin yang digunakan pada perancangan PLTMH ini.



Gambar 2 Sketsa kasar turbin air

Sketsa tersebut kemudian direalisasikan dengan detail sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi turbin air yang akan direalisasikan

Parameter	Nilai
Lebar Sudu	9 cm / 3.54" ( inch)
Diameter Sudu	19.5 cm / 7.67" (inch)

Jumlah Sudu	6 buah
-------------	--------

Lalu, berikut adalah gambar hasil jadi(realisasi) untuk turbin air dari perancangan awal:



Gambar 3 Realisasi Turbin Air

Generator yang digunakan pada sistem pembangkit listrik ini sesuai dengan batasan masalah yang sudah disebutkan pada bab pendahuluan yaitu generator jenis Alternator mobil 12V 35A. Dipilih generator jenis tersebut karena pada umumnya mudah dicari di pasaran, dan komponen pendukungnya yang umum dicari juga.



Gambar 4 Generator jenis Alternator

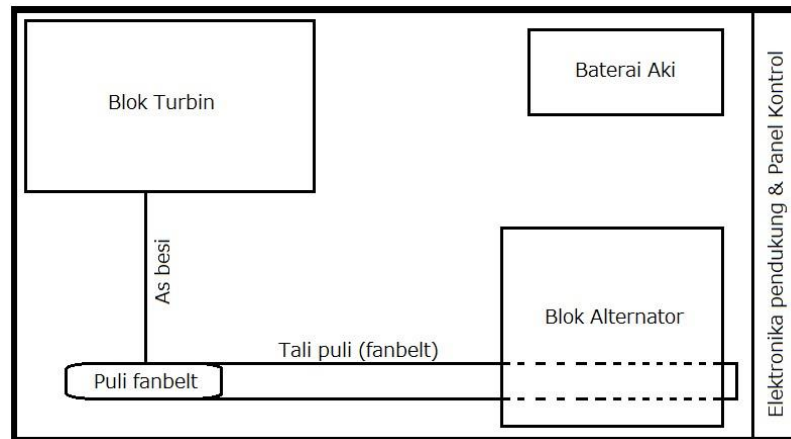
Berikut ini spesifikasi dari alternator yang digunakan:

Tabel 2 Spesifikasi Alternator yang digunakan

Parameter	Nilai
Product	Mitsubishi ALT31167
Voltage	12 Volt
Current	35 Ampere
Reg. Type	ER (External Regulator)
Fan Type	EF (External Fan)
Rotation	CW
Pulley Class	V1
Mtg. Ear Clocking	12:00
Mtg. Ear Hole Size	M8 x 1.25

Untuk perancangan panel kontrol, terdapat rangkaian elektronika pendukung, switch, dan indikator-indikator yang diperlukan seperti amperemeter, dan lain-lain.

Rangka alat untuk dudukan seluruh komponen pada tugas akhir ini dibuat agar tidak menghabiskan banyak *space* dan dibuat seringan mungkin dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Berikut ini rancangan kasar *housing* sistem yang dibuat:



Gambar 5 Rancangan blok kasar rangka alat sistem dilihat dari atas

### 3 Pengujian

Hasil pengujian untuk mekanik turbin dan puli saat sistem OFF :

Tabel 3 Hasil pengujian mekanik puli saat sistem OFF

Pengujian	Beda ketinggian	Diameter Puli		
		2"	3"	5"
1	0.5 meter	berputar	berputar	-
2	3.3 meter	cukup cepat	cukup cepat	cepat
3	4.2 meter	-	cepat	cepat

Berdasarkan pengujian, dapat diambil kesimpulan bahwa mekanik sistem sudah dapat bekerja pada ketinggian rendah (0,5 m). Selain itu, semakin tinggi dan semakin besar diameter puli turbin, maka semakin cepat putaran puli Alternator.

Hasil pengujian untuk mekanik turbin dan puli saat sistem ON :

Tabel 4 Hasil pengujian mekanik puli saat sistem ON

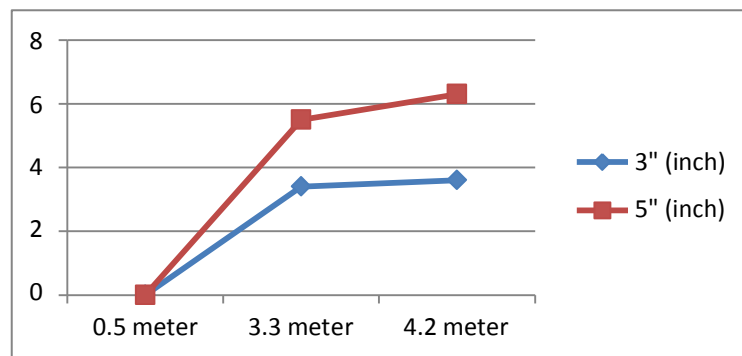
Pengujian	Ketinggian pipa	Diameter Puli (inch)		
		2"	3"	5"
1	0.5 meter	tidak berputar	tidak berputar	-
2	3.3 meter	Berputar	cukup cepat	cukup cepat
3	4.2 meter	-	cukup cepat	cukup cepat

Berdasarkan pengujian, dapat diambil kesimpulan bahwa mekanik sistem baru dapat bekerja pada ketinggian 3.3 meter. Perbedaan putaran puli Alternator pada setiap variabelnya tidak begitu besar karena adanya medan magnet.

Hasil pengujian gabungan sistem alternator dan mekanik penggerak alternator:

Tabel 5 Hasil pengujian sistem pada saat sistem ON

Pengujian	Ketinggian pipa	Diameter Puli (inch)		Arus rata-rata	RPM
		3"	5"		
1	0.5 meter	0 v	0 v	0	0
2	3.3 meter	3.4 v	5.5 v	0.24 A	610
3	4.2 meter	3,6. v	6.3 v	tidak diuji	tidak diuji



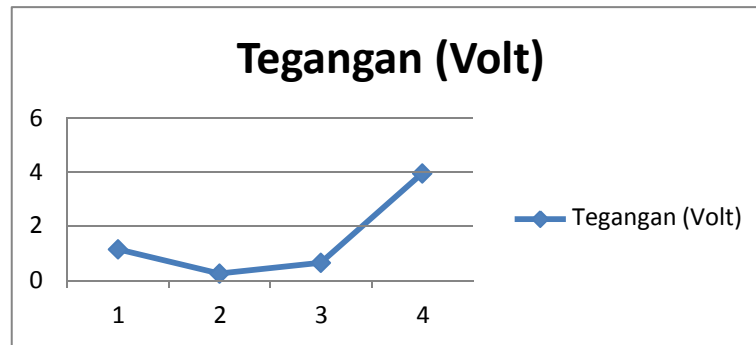
Gambar 6 Kurva data pengujian tegangan rata-rata

Dari gambar 3.1, dapat disimpulkan bahwa sistem sudah dapat menghasilkan tegangan dengan ketinggian pipa 3.3 meter. Semakin besar nilai ketinggian air dan diameter puli akan mempengaruhi nilai tegangan.

Hasil pengujian dengan sumber air hujan :

Tabel 6 Hasil pengujian tegangan dengan ketinggian pipa 5,6 meter

Pengujian	Tegangan rata-rata
1	1.2 v
2	0.3 v
3	0.7 v
4	4.0 v



Gambar 7 Kurva data pengujian output tegangan rata-rata dengan intensitas air berubah-ubah

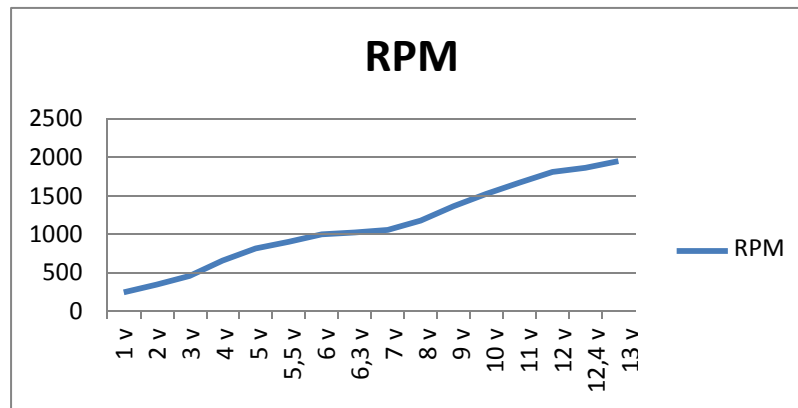
Dari gambar 3.2, terlihat bahwa tegangan yang terbaca setelah beberapa kali pengambilan data nilainya berubah-ubah (tidak stabil). Hal ini disebabkan karena talang pipa yang terlalu panjang dan tidak menentunya intensitas air hujan yang tertampung pada talang air hujan. Volume air yang jatuh melalui saluran pipa vertikal tidak sebanding dengan volume air yang terisi ke talang air hujan, sehingga menyebabkan energi potensial airnya tidak maksimal. Diperlukan kondisi hujan yang sangat deras untuk menutupi nilai intensitas air pada talang air hujan sehingga tegangan dapat dihasilkan.

Pengambilan data RPM Alternator :

Tabel 7 Tabel data RPM alternator untuk setiap tegangan

Tegangan	RPM
1 v	260
2 v	360
3 v	470
4 v	670
5 v	830
5,5 v	918
6 v	1010
6,3 v	1038

7 v	1070
8 v	1190
9 v	1380
10 v	1542
11 v	1685
12 v	1825
12,4 v	1880
13 v	1967



Gambar 8 Kurva data RPM alternator untuk setiap tegangan

Pengambilan data RPM alternator pada tabel 3.5 bertujuan untuk mengetahui nilai putaran per menit(RPM) untuk setiap tegangan yang dihasilkan, sebagai referensi untuk penyempurnaan mekanik sistem.

#### 4 Kesimpulan

Sistem PLTMH untuk pemanfaatan saluran pembuangan air hujan, dapat terealisasi dengan hasil yang baik untuk kondisi hujan buatan (intensitas air maksimal), dan hasil yang cukup baik untuk kondisi pengujian system langsung dari air hujan (intensitas air berubah-ubah)

#### 5 Daftar Pustaka

- [1] VARSHNEY, R.S. 1973. "Hydro-Power Structures". Roorkee(India): Nem Chand and Bros.
- [2] YUNUS A.D. 2010. "Mesin Konversi Energi". Laporan Tugas Akhir. Jakarta: Universitas Darma Persada.
- [3] PRANOTO D.M. 2008. "Analisis Generator pada Pembangkit Listrik". Laporan Tugas Akhir. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.
- [4] FRITZ, J.JACK. 1984. "Small and Mini Hydropower System". New York: McGraw-Hill.
- [5] Buyer, A. 2008. "Micro Hydro Power System". Natural Resources Canada.
- [6] Masonyi. 2007. "Water Power Development". Akademiai Kiado, Budapest.
- [7] Wibawa, U. 2006. "Sumber Daya Energi". Malang: Universitas Brawijaya.
- [8] Low, E.J. 1962. "Optimum Penstock Diameter in Hydro-electric Plants". ASCE, J.Power Div.
- [9] El-Wakil, M.M. 1984. "Powerplant Technology". New York: McGraw-Hill.
- [10] Dandekar, M.M. 1991. "Pembangkit Listrik Tenaga Air". Laporan Tugas Akhir. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- [11] Buckville Publications LLC, 2012. Hydro Power. ([http://otherpower.com/otherpower\\_hydro.html](http://otherpower.com/otherpower_hydro.html), diakses 25-01-2015)
- [12] Otomotrip.com, 2013. Prinsip Kerja Ket Out atau Regulator Mekanik Alternator Mobil.(<http://otomotrip.com/prinsip-kerja-ket-out-sebagai-regulator-mekanik-pada-alternator-mobil.htm>l,diakses 15-02-2015)
- [13] Mecaflux, 2015. Kaplan Turbine Francis Turbines Pelton and Propeller performance. (<http://www.mecaflux.com/en/turbines.htm> ,diakses 15-02-2015)