

PROTOTYPE PEMBANGKIT MIKROHIDRO TERINTEGRASI BEBAN KOMPLEMEN

Handry Setya Utama¹, Medilla Kusriyanto²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia^{1,2)}

Jl. Kaliurang Km. 14,5, Sleman, Yogyakarta, 55501

Email : 101002207@uii.ac.id¹, 015240101@uii.ac.id²

ABSTRACT

Electrical needs in industry as well as in households is one of the main needs as a source of energy for electrical devices. Currently the development of new and renewable energy sources and research involving many found in the world, one of which is a microhydro power plant. Indonesia is a country that has a stream that can be used as a source of energy, especially as a small scale power generator or often called microhydro. In this study the authors try to make a prototype microhydro power plant by utilizing used washer motor driver as a generator. The prototype is equipped with a complement load of inductors to maintain the stability of the voltage and frequency of the generator output when there is loading. The prototype also features a voltage indicator panel, frequency, flow of water to the generator using arduino as its signal processing module. From the observation result obtained maximum output from generator is 90 Volt with frequency 123Hz with speed generator 308 RPM and water debit 127 mL / sec. The addition of complement load on the generator greatly affects the output of the generator during loading.

Keywords : Microhydro, Arduino, Load Complement, Generator, Water Debit.

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Mikrohidro atau dikenal sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan suatu sistem pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan ketinggian dan debit air (Anonim, 2008). PLTMH secara teknis terdiri dari tiga komponen utama yaitu air sebagai sumber energi untuk menggerakkan turbin yang disambungkan dengan generator sehingga generator tersebut menghasilkan sumber energi listrik.

Dalam pembuatan mikrohidro diperlukan sebuah perancangan agar mikrohidro tersebut bekerja secara optimal, salah satunya yaitu mengatur putaran motor generator dalam keadaan tetap, agar tegangan dan frekuensi yang dihasilkan dapat stabil. Namun dalam pemakaian beban yang tidak menentu akan membuat tegangan dan frekuensi berubah, maka untuk itu diperlukan pengaturan beban yaitu dengan menambah beban komplemen

(semu), beban pada konsumen ditambah beban komplemen (semu) sama dengan kapasitas nominal generator. Hal ini mengakibatkan putaran generator konstan, sehingga tegangan dan frekuensi yang dihasilkan dapat stabil.

Pada penelitian ini akan dirancang *prototype* pembangkit mikrohidro (PLTMH) yang trintegrasi beban komplemen (semu) sebagai penstabil tegangan dan frekuensi secara manual. Dengan memanfaatkan mesin cuci *front loading* LG *direct drive* sebagai pembangkit (PLTMH). Kemudian output tekanan air atau *flow* meternya ditampilkan memakai arduino.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Micro Hydro-Electric Energy Generation- An Overview (S. O. Anaza, M. S. Abdulazeez, Y. A. Yisah, Y. O. Yusuf, B. U. Salawu, S. U. Momoh, 2017) dalam penelitiannya membuat *review* tentang pembangkit listrik tenaga mikrohidro. *Review* dilakukan terkait dengan komponen komponen dasar yang dibutuhkan untuk

membuat pembangkit listrik tenaga mikrohidro seperti generator dan turbin serta kemungkinan konversinya. Penelitian ini juga membahas tentang estimasi energi potensial dari aliran air serta pembatasannya untuk membuat pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

Design and Construction of Mini Hydropower Plantwith Propeller Turbine (Shpetim Lajqi, Naser Lajqi, Beqir Hamidi, 2016) dalam penelitiannya membuat pembangkit listrik skala mini dengan menggunakan turbin propeller yang mana turbin ini merupakan turbin dengan struktur sederhana dan mudah dibuat. parameter utama dalam perancangan pembangkit mini bertenaga air ini adalah debit air, kecepatan turbin dan piranti keluar air sebagai penggerak utama. Dalam perancangannya, terdapat beberapa parameter yang digunakan sebagai acuan diantaranya adalah daya turbin, diameter pipa air sebagai penggerak turbin, kecepatan turbin.

An Experimental Prototype of Micro Hydro Power Generation (G.Maruthi Prasad Yadav, H. Raghavendra, K. Chakridhar Reddy, K. Vijay Bhasakar Reddy, P S G Chandra Sekhar Reddy, M. Ashok, 2015) dalam penelitiannya mengembangkan pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan memanfaatkan turbin pelton.

Perancangan dan Pengujian Generator Magnet Permanen 1 Fase berbasis Motor Induksi (Surya Dharma, Bambang Sugiyantoro, Avrin Nur Widiastuti, 2010) pada penelitian ini dilakukan pengujian generator putaran rendah sebagai penghasil energi utama dalam pembangkit mikrohidro. Penelitian ini dilakukan dengan mengubah

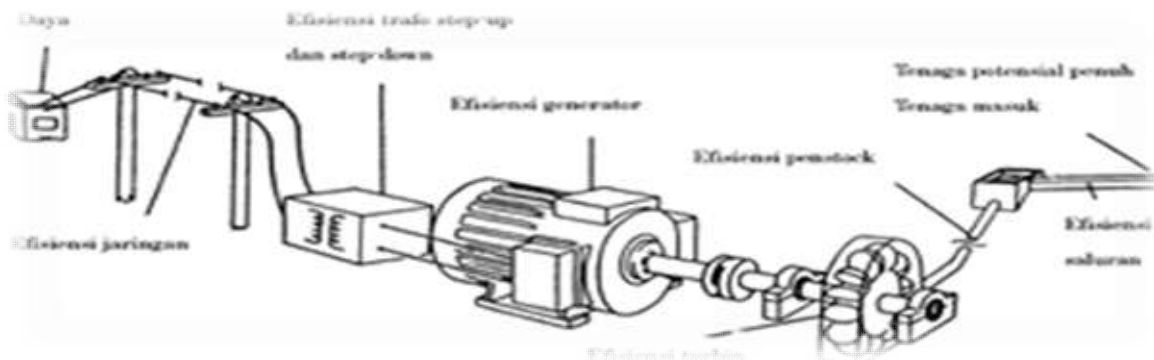
rotor dari suatu motor induksi sehingga didapatkan sebuah generator. Rotor yang digunakan adalah rotor dengan magnet permanen, sehingga generator ini dapat dioperasikan pada putaran rendah.

2.1. Mikrohidro

Pembangkit Listrik Mikrohidro atau dikenal sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan suatu sistem pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan ketinggian dan debit air (Anonim (2008). PLTMH secara teknis terdiri dari tiga komponen utama yaitu :

1. Air sebagai sumber energi.
2. Turbin (pengubah energi potensial menjadi energi gerak / mekanis).
3. Generator (pengubah energi mekanis menjadi energi listrik).

Prinsip dasar mikrohidro adalah memanfaatkan energi potensial yang dimiliki oleh aliran air pada jarak ketinggian tertentu dari tempat instalasi pembangkit listrik. Sebuah skema mikrohidro membutuhkan dua hal yaitu debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan. Hal ini adalah sebuah sistem konversi energi dari bentuk ketinggian dan aliran (energi potensial) ke dalam bentuk energi mekanik dan energi listrik (Donald, 1994). Skema prinsip kerja Mikrohidro (PLTMH) terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Prinsip Kerja Pembangkit Mikrohidro.

2.2. Turbin Pelton

Turbin merupakan bagian penting dari sistem mikrohidro yang menerima energi potensial dari air dan mengubahnya menjadi energi putaran (mekanik). kemudian energi mekanik ini akan memutar sumbu turbin pada generator. Terdapat beberapa jenis turbin menurut teknologinya, diantaranya turbin pelton. Turbin pelton merupakan turbin *impuls*, turbin pelton terdiri dari satu set sudut jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut nosel. Turbin Pelton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien. Turbin Pelton adalah turbin yang cocok digunakan untuk *head* tinggi. Bentuk turbin ditunjukkan pada gambar 2.

2.3. Generator

Generator dalam bentuknya yang sederhana sebuah generator listrik terdiri atas magnet dan kumparan. Bilamana terdapat gerakan relatif antara kedua komponen maka garis - garis gaya magnet memotong belitan - belitan kumparan dan gaya gerak listrik (ggl) akan dibangkitkan. Sebuah generator listrik atau alternator modern terdiri atas sistem elektromagnet dan armatur yang terdiri atas sejumlah kumparan dari konduktor berisolasi yang diletakkan dalam alur (slot) inti besi berlaminasi.

Prinsip kerja generator berdasarkan hukum induksi Faraday yang menyatakan bahwa sebuah magnet yang digerakan dengan cepat melalui suatu konduktor

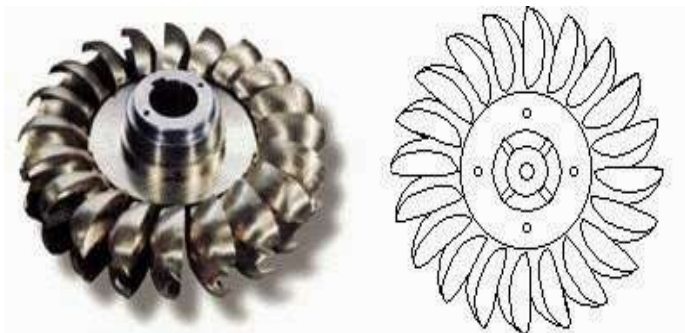
belitan, akan menginduksikan tegangan ke belitan itu, yang besarnya sama dengan kecepatan magnet itu. Bilamana belitan itu merupakan rangkaian tertutup, tegangan induksi itu akan menyebabkan mengalirnya arus listrik. Arah arus listrik itu akan sedemikian rupa, sehingga akan menghasilkan gaya, yang akan berlawanan dengan arah gerakan semula. Hukum Faraday dapat dinyatakan dengan :

$$E = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \dots \dots \dots (1)$$

Tegangan GGL induksi yang dibangkitkan bergantung pada :

1. Jumlah dari lilitan dalam kumparan.
2. Kuat medan magnetik, makin kuat medan makin besar tegangan yang diinduksikan.
3. Kecepatan dari generator itu sendiri.

Berdasar pada keluarannya, terdapat 2 tipe generator yaitu generator tegangan AC dan generator tegangan DC. Generator AC adalah generator yang menghasilkan listrik arus bolak balik. Generator AC termasuk jenis mesin serempak (mesin sikron) dimana frekuensi listrik yang dihasilkan sebanding dengan jumlah kutub dan putaran yang dimilikinya. Generator ini menghasilkan energi listrik bolak - balik (*alternating current, AC*).



Gambar 2. Turbin Pelton.

$$f = \frac{nr \cdot p}{120} \dots \dots \dots (2)$$

Generator DC adalah generator yang menghasilkan arus searah. Prinsip kerja generator DC sama dengan generator AC. Namun, pada generator DC arah arus induksinya tidak berubah. Hal ini disebabkan cincin belah (komutator). Komutator menyebabkan terjadinya komutasi, peristiwa komutasi merubah arus yang dihasilkan generator menjadi searah.

2.4. Beban Komplemen

Beban komplemen digunakan sebagai tempat pengalihan daya dari perubahan yang terjadi pada beban sebenarnya dengan tujuan untuk menjaga agar putaran generator tetap konstan meskipun terjadi perubahan kebutuhan pada beban sebenarnya. Jika beban konsumen berubah maka tegangan generator dan frekuensinya juga berubah pula. Jika beban yang digunakan rendah sedangkan kecepatan generator bertambah akan terjadi keadaan lepas kendali. Pengendalian diperlukan untuk mengatur tegangan generator dan frekuensi pada nilai yang sesuai untuk

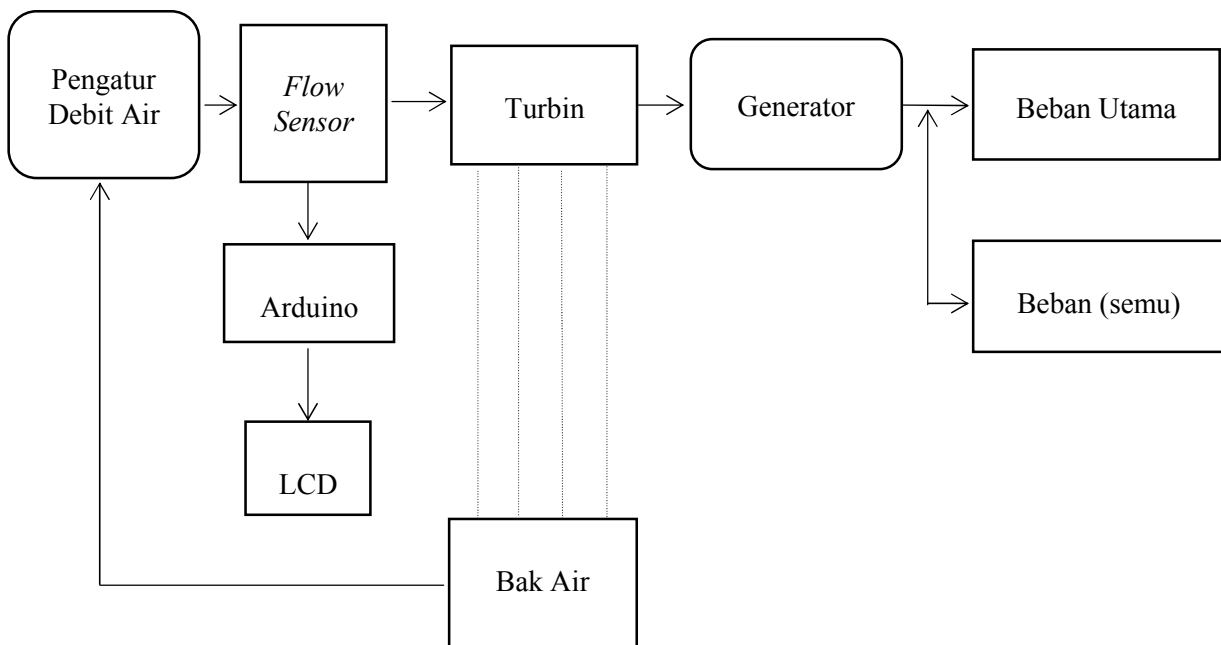
menyesuaikan dengan total beban yang terhubung kepada mesin mendekati konstan dengan menggunakan beban komplemen atau dapat disebut beban ballast. Karena tegangan awal dalam kondisi konstan maka untuk menentukan tegangan dikendalikan dengan beban ballast (Sandy, Ardha. 2009).

2.5. Arduino UNO

Arduino UNO R3 adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega328P. Disebut sebagai papan pengembangan karena *board* ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit mikrokontroler. Arduino UNO memiliki 14 digital *pin input / output* (atau biasa ditulis I/O, dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *pin input* analog, menggunakan *crystal* 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP dan tombol reset.

2.6. Sistem

Secara umum sistem pembangkit mikrohidro dengan terhubung beban komplemen ditunjukkan pada blok diagram gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem.

Komponen utama dari Pembangkit Mikrohidro terdiri dari pengatur debit air yang menggunakan pompa air listrik digunakan untuk memutar turbin yang disambung ke rotor generator yang bekerja ketika terdorong oleh air dimana debit air dibuat secara tetap sehingga tegangan *output* generator dan frekuensi selalu tetap. Dengan beban utama yang bervariasi maka tegangan dan frekuensi generator menjadi berubah ubah, untuk itu perlu untuk diatur frekuensi generatornya dengan mengatur beban komplemen (semu). Sedangkan arduino digunakan untuk membaca *flow* meter air yang ditampilkan melalui LCD.

2.7. Generator

Generator yang digunakan pada penelitian ini dibuat dari motor penggerak mesin cuci bekas merk LG *front loading*.

Tipe dari motor mesin cuci front loading LG *direct drive* adalah motor magnet permanen 3 fasa yang memiliki 36 kumparan dan 48 kutub magnet permanen. Bentuk motor mesin cuci ini dapat dilihat pada gambar 4. Generator dibuat dengan melilit kembali stator dari motor bekas mesin cuci menjadi rangkaian 1 fase dengan bentuk lilitan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5.

Kumparan 1 sampai dengan kumparan 12 dihubungkan dengan cara kumparan 1 awal ke 2 awal, kumparan 2 akhir dengan 3 akhir, kumparan 3 awal dengan 4 awal dan seterusnya sampai kumparan 11 awal dengan 12 awal. Ujung kumparan 1 akhir dan 12 akhir merupakan jalur keluaran dari generator.



Gambar 4. Stator dan Rotor Motor Mesin Cuci LG *Front Loading Direct Drive*.



Gambar 5. Bentuk Lilitan Generator Dari Motor Bekas Mesin Cuci.

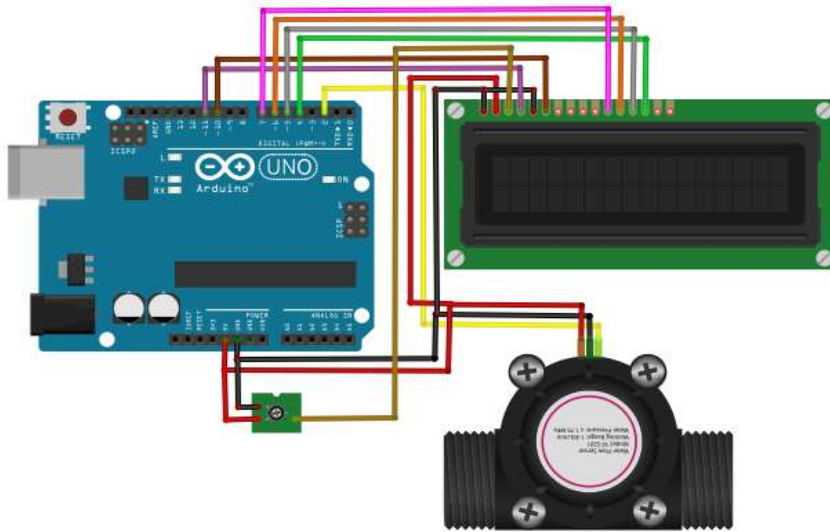
2.8. Rangkaian Sensor Aliran Air dan Arduino

Rangkaian sensor aliran air digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir melalui pipa yang nantinya akan digunakan untuk memutar turbin generator. Sensor aliran yang digunakan pada penelitian ini adalah YF S201. Prinsip kerja sensor ini adalah aliran air akan menggerakkan rotor yang ada di dalam sensor. *Hall effect* sensor akan menangkap perubahan posisi rotor dan akan mengkonversi laju aliran air menjadi gelombang kotak. Arduino akan menghitung jumlah gelombang dan dilakukan perhitungan sehingga didapat

nilai debit air dan akan ditampilkan melalui LCD.

2.9. Simulator Beban Pada Generator

Simulator pembebanan generator dilakukan dengan memberi beban resistif, kapasitif dan induktif pada keluaran generator. Beban yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *RLC Load* yang ada di Laboratorium Sistem Ketenagaan Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Modul beban ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 6. Rangkaian Sensor Aliran dan Penampil LCD.



Gambar 7. Modul Beban yang Digunakan Sebagai Simulator Beban Generator.

Tabel 1. Variasi Nilai Beban Dengan Menggunakan Pensaklaran

Saklar	Beban Resistif (Ω)	Beban Induktif (mH)	Beban Kapasitif (μF)
1	462	51	19
2	231	58	28
3	155	66	31
4	166	77	39
5	93	92	43
6	78	114	47
7	67	152	55
8	59	173	59
9	52	215	67
10	47	240	75

Tabel 2. Pengaruh Debit Air Terhadap Kecepatan dan Tegangan Generator

Flow Air mL / detik	Kecepatan Generator (RPM)	Tegangan Generator (V)	Frekuensi Hz
91	156	45	63
96	172	50	68
98	195	55	76
104	210	60	84
113	226	65	88
116	248	70	96
120	258	75	103
122	270	80	108
124	290	85	114
127	308	90	123

Beban resistif didapat dengan menggunakan komponen hambatan (resistor) yang terhubung seri antara satu dengan yang lain. Beban kapasitif didapat dari komponen kapasitor yang terhubung paralel dengan beban kapasitor lain dan beban induktif didapat dari kumparan yang terpasang pada inti besi seperti transformator dan terpasang paralel antara beban induktif 1 dengan yang lain. Variasi nilai beban dilakukan dengan menggunakan pensaklaran. Variasi nilai beban dengan menggunakan pensaklaran ditunjukkan pada tabel 1.

2.10. Beban Komplemen

Beban komplemen digunakan sebagai tempat pengalihan daya dari perubahan yang terjadi pada beban utama dengan tujuan untuk menjaga agar putaran generator tetap konstan meskipun terjadi perubahan kebutuhan pada beban utama. Pada penelitian ini beban komplemen menggunakan beban induktif dengan beban utama berupa beban resistif.

Tabel 3. Hasil Perbandingan Frekuensi Generator Dengan Perhitungan Teori dan Pengamatan

Kecepatan Generator (RPM)	Frekuensi Teori (Hz)	Frekuensi Pengamatan (Hz)	Perbedaan Frekuensi (%)
156	63	62,4	0.95
172	68	68,8	1.18
195	76	78	2.63
210	84	84	0.00
226	88	90,4	2.73
248	96	99,2	3.33
258	103	103,2	0.19
270	108	108	0.00
290	114	116	1.75
308	123	123,2	0.16

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Pengaruh Debit Air Terhadap Kecepatan, Tegangan dan Frekuensi Generator

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan debit air yang digunakan untuk menggerakkan turbin generator. Variasi debit dilakukan dengan memvariasikan posisi *valve* (kran air) secara manual. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa perubahan debit air yang digunakan untuk memutar turbin sangat berpengaruh terhadap nilai tegangan dan frekuensi generator. Semakin besar debit air yang jatuh pada turbin pemutar generator maka semakin besar pula nilai tegangan dan frekuensi yang dihasilkan generator.

3.2. Perbandingan Frekuensi Generator Hasil Perhitungan Dengan Pengamatan

Perhitungan frekuensi generator dilakukan dengan menggunakan persamaan 2 dimana generator memiliki kutub permanan dengan jumlah kutub adalah 48 buah kutub. Perbandingan nilai frekuensi generator ditunjukkan pada tabel 3.

Dari data yang disajikan pada tabel 3 ditunjukkan bahwa nilai frekuensi generator hasil perhitungan secara teori dan nilai frekuensi generator dari hasil pengamatan memiliki perbedaan yang kecil dengan rata-rata perbedaan adalah 1,3%. Dengan demikian perancangan generator dengan menggunakan motor bekas mesin cuci bisa bekerja.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pembebanan Generator Dengan Beban Resistif

Nilai Beban Resistif (Ω)	Arus beban (mA)	Tegangan (Volt)		Frekuensi (Hz)		Kecepatan Generator RPM	
		Berbeban	Tanpa Beban	Berbeban	Tanpa Beban	Berbeban	Tanpa Beban
59	0,37	61	90	74	123	186	308
67	0,31	48	90	62	123	155	308
78	0,24	36	90	54	123	137	308
93	0,24	33	90	48	123	120	308
155	0,25	30	90	45	123	110	308
166	0,27	27	90	42	123	102	308
231	0,28	25	90	38	123	96	308
462	0,29	22	90	36	123	90	308

Tabel 5. Hasil Pengujian Pembebanan Generator Dengan Beban Induktif

Nilai Beban Induktif (H)	Arus beban (mA)	Tegangan (Volt)		Frekuensi (Hz)		Kecepatan Generator RPM	
		Berbeban	Tanpa Beban	Berbeban	Tanpa Beban	Berbeban	Tanpa Beban
51	0,52	83	90	92	123	233	308
58	0,43	80	90	92	123	230	308
66	0,35	76	90	92	123	230	308
77	0,29	73	90	92	123	230	308
92	0,23	69	90	91	123	228	308
114	0,19	67	90	91	123	228	308
152	0,18	64	90	90	123	225	308
173	0,17	61	90	89	123	223	308

Tabel 6. Hasil Pengujian Pembebanan Generator Dengan Beban Kapasitif

Nilai Beban Kapasitif (μF)	Arus beban (mA)	Tegangan (Volt)		Frekuensi (Hz)		Kecepatan Generator RPM	
		Berbeban	Tanpa Beban	Berbeban	Tanpa Beban	Berbeban	Tanpa Beban
19	0,6	85	90	91	123	229	308
28	0,75	75	90	77	123	195	308
31	0,83	69	90	67	123	170	308
39	0,86	64	90	64	123	162	308
43	0,87	58	90	58	123	146	308
47	0,9	56	90	55	123	139	308
55	0,91	54	90	53	123	134	308
59	0,92	50	90	50	123	124	308

Tabel 7. Hasil Pengamatan Pemberian Beban Komplemen Pada Generator

Nilai Beban		Tegangan (Volt)	Frekuensi (Hz)	Arus beban (mA)	Kecepatan Generator RPM
Utama (Ω)	Komplemen (mH)				
78	0	33	48	0.3	123
	77	33	50	0.35	125
93	77	32	46	0.4	120
	92	32	50	0.42	124
166	92	30	47	0.45	124
	114	30	50	0.5	125

Dari tabel 4 menunjukkan bahwa semakin besar nilai beban resistif pada generator maka tegangan, frekuensi dan kecepatan generator akan turun.

3.3. Pengujian Pengaruh Beban Induktif Pada Tegangan dan Frekuensi Keluaran Generator

Pengujian dilakukan dengan memberi beban induktif dengan menggunakan modul beban yang ditunjukkan pada gambar 7. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 5 menunjukkan bahwa semakin besar nilai beban maka nilai tegangan, frekuensi dan putaran generator juga akan semakin turun.

3.4. Pengujian Pengaruh Beban Kapasitif Pada Tegangan dan Frekuensi Keluaran Generator

Pengujian dilakukan dengan memberi beban kapasitif dengan menggunakan modul beban yang ditunjukkan pada gambar 7. Hasil pengamatan disajikan pada tabel 6 menunjukkan bahwa nilai tegangan dan frekuensi dari generator akan turun saat pembebanan kapasitif bertambah, sedangkan nilai arus beban akan naik. Hal ini disebabkan karena adanya penyimpanan sementara dari tegangan kapasitor sehingga saat pelepasan muatan pada kapasitor maka arus cenderung naik.

3.5. Pengujian Pengaruh Beban Komplemen Pada Tegangan dan Frekuensi Keluaran Generator

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban resistif pada generator selanjutnya generator dengan beban resistif tersebut akan diberi tambahan beban induktif untuk menjaga frekuensi dan tegangan keluaran generator stabil.

Hasil pengamatan ditunjukkan pada tabel 7 menunjukkan bahwa pemberian beban komplemen dapat membuat keluaran tegangan dan frekuensi generator cenderung stabil. Nilai beban komplemen disesuaikan dengan besarnya beban yang terpasang pada generator.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan hasil penelitian sebagaimana disebutkan pada bagian sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Prototype* mikrohidro ini mampu menghasilkan tegangan maksimal sebesar 90V, frekuensi 123 Hz dan kecepatan generator 308 RPM dengan menggunakan debit air sebesar 127 mL / detik.
2. Frekuensi generator yang digunakan cukup tinggi, dikarenakan kutub magnet permanen yang terlalu banyak. Pada saat diberi beban resistif generator mengalami drop tegangan yang cukup tinggi berkisar 30 V, pada saat beban induktif 7 V, dan pada saat beban kapasitif 5 V.
3. Beban komplemen sangat berpengaruh dalam menstabilkan frekuensi dan tegangan, itu terbukti pada percobaan beban resistif dengan nilai 166 Ω , 92 Ω dan 78 Ω dengan memberikan beban komplemen maka frekuensi yang tadinya turun dapat kembali stabil.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung sepenuhnya oleh Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah M. O. et al. “*Renewable Energy Potential from Micro Hydro for Techno-Economic Uplift - A Brief Review*” IJRRAS, Vol. Issue 4., 2011.
- Anaza, S. et al. “*Micro Hydro-Electric Energy Generation- An Overvie*”, American Journal of Engineering Research (AJER), Vol. 6, Issue 2., 2017.
- Dharma. S, Sugiyantoro. B, dan Widiastuti. A, “*Perancangan dan Pengujian Generator Magnet Permanen 1 Fase berbasis Motor Induksi*” Jurnal Penelitian Teknik Elektro, UGM, Vol. 3, No. 4., 2010.
- Lajqi, S. Lajqi, N, and Hamidi, B. “*Design and Construction of Mini Hydropower Plant with Propeller Turbine*” International Jurnal of Contemporary Energy, Vol. 2 No. 1., 2016.
- Yadav, G, et al. ”*An Experimental Prototype of Micro HydroPower Generation*”, International Journal of Mechanical and Industrial Technology, Vol. 3, Issue 1., 2015.