

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MAGNET SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN UNTUK PENGUSAHA TAMBAK IKAN DI MUARA BADAK KUTAI KARTANEGARA

Suwarto¹⁾, Rohadi²⁾, Muhammad Risky Angga³⁾

^{1),2)} Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Samarinda

³⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Samarinda

ABSTRACT

For certain areas, the supply of electrical energy sources in Indonesia is currently experiencing limitations. At certain times the existing power plants are no longer able to supply electrical energy. Electricity blackouts were also carried out for the need to fulfill electrical energy from generating sources and the impact was felt on the community, especially in the Kutai Kartanegara area, the need for nuclear-powered power plants still experienced pros and cons. In Kutai Kartanegara, the need for electrical energy continues to increase in line with the fulfillment of the needs for fish pond entrepreneurs. The purpose of this research is to assist fish pond entrepreneurs in the use of environmentally friendly electricity, electricity in the pond area is a basic need that must be met in order for lighting and fish preservation. The method used in this study uses the experimental method and from the test results it is found that the average thrust pressure resulting from the above test is 3,615 kg and a thrust force of 3.80 kg where this magnetic condition indicates that it can be used to rotate the generator and the voltage. The lowest is obtained when the rotating speed of 100 rpm is 2.67 V. When the speed is increased by 50 rpm for each data taken, the voltage value increases. The highest increase is seen when testing at a speed of 300 rpm the voltage obtained is 6.460 V.

Keywords: *Energy, Electricity, Magnetism, Power, Voltage*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era globalisasi saat ini berimbas pada peningkatan kebutuhan energi listrik yang sangat besar, baik itu di negara maju maupun negara berkembang seperti Indonesia. Pembangkit listrik terbarukan atau energi alternatif merupakan pilihan terbaik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dunia mengingat mahal dan langkanya energi minyak bumi yang selama ini selalu menjadi pilihan utama pada sistem pembangkitan energi listrik. [1]

Problem pengembangan listrik pedesaan baik dari biomassa maupun tenaga air skala kecil adalah kurang berkembang karena terbatasnya kredit berbunga rendah untuk program tersebut (kurangnya keberpihakan pemerintah). LPG (Liquified Petroleum Gas) dan CNG (*Compressed Natural Gas*) serta ethanol (biomas) juga tidak berkembang secara signifikan. Berdasarkan hal inilah diperlukan model diversifikasi pembangkit yang tidak memiliki ketergantungan dengan sumber energi lain. [2]

Kecamatan Muara Badak merupakan salah satu kecamatan pesisir yang berada di Kabupaten Kutai Kartanegara yang memiliki luas wilayah 939,09 Km². Selain memiliki potensi migas, Kecamatan Muara Badak memiliki potensi perikanan dan prospek yang baik bagi pengembangan usaha perikanan khususnya usaha pertambakan, karena desa ini banyak di tumbuhi oleh jenis-jenis hutan bakau (*mangrove*) dan terletak di pesisir pantai. Pemanfaatan potensi tersebut diperlukan teknologi tepat guna untuk mengoptimalkan hasil produksi tambak yang akan diusahakan (Badan Pusat Statistik Kutai Kartanegara, 2014)

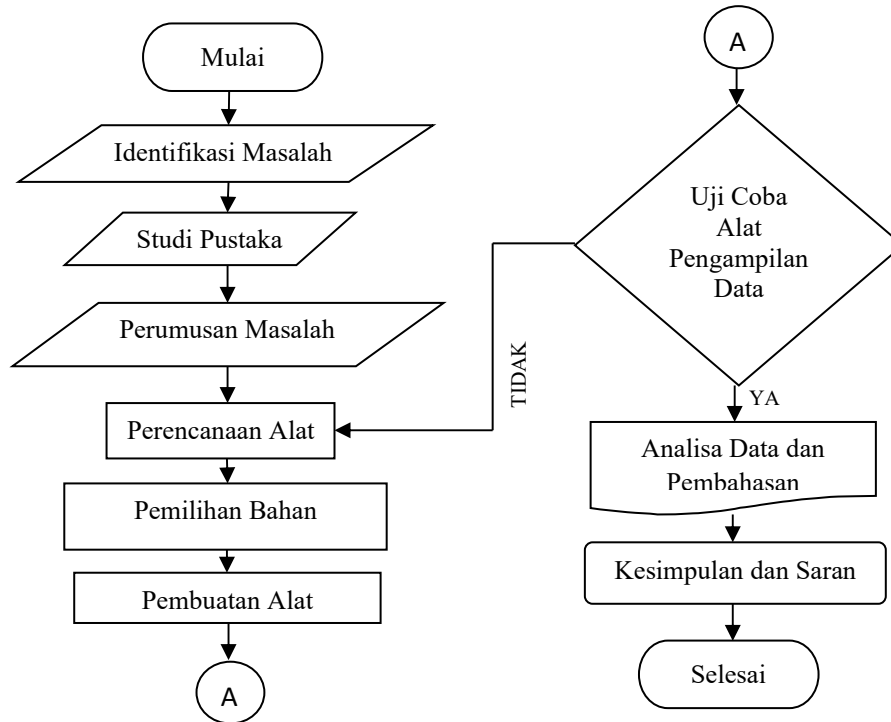
Banyak permasalahan yang di hadapi masyarakat dalam penggunaan listrik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari di antaranya penerangan area tambak, pengawetan ikan maupun produksi ikan yang akan di lakukan ekspor, yang meliputi aspek teknis, ekonomi, dan keselamatan lingkungan hidup. Sehingga dalam operasionalnya dapat dijadikan sebagai solusi energi alternatif dalam mengatasi krisis listrik di area tambak

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu cara yang di pergunakan dalam kegiatan penelitian sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian dapat di pertanggung jawab kan secara ilmiah. pada penelitian ini menggunakan eksperimen. Metode experiment merupakan salah satu metode penelitian yang mengadakan kegiatan percobaan untuk melihat suatu hasil dan hasil ini menegaskan kedudukan hubungan (sebab-akibat) antara variable-variabel yang di teliti (*Suharsimi;1997*)

¹ Korespondensi penulis: Suwarto, suwartopoltek78@gmail.com

Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah: (1) Observasi, yakni pengumpulan data dengan pengamatan langsung pada objek penelitian; (2) *Browser*, yakni mencari inspirasi dan pengumpulan data-data dari internet; dan (3) *Library reseach*, yakni proses pengumpulan data – data yang berasal dari buku–buku pendukung yang ada serta mendapatkan keterangan lain sebagai referensi. Peralatan yang digunakan untuk penelitian adalah Pembangkit Listrik Tenaga Magnet yang akan di gunakan di area tambak ikan di muara badak kutai kartanegara.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Poros

Daya Rencana (P_d)

$$P_d = f_c \cdot P = 1,0 \cdot 0,37 = 0,37 \text{ kW}$$

Moment Rencana (T)

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{P_d}{N_z} \right) = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{2,23}{1400} = 1551,4 \text{ kg.mm}$$

Menentukan gaya poros (F_2)

$$F_2 = \frac{T}{r_z} = \frac{1551,4}{19} = 81,65 \text{ kg}$$

Tegangan lentur izin poros (τ_a)

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{S_{f1} \cdot S_{f2}} = \frac{58}{6 \cdot 2} = 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

Putaran yang dihasilkan oleh pulley

$$n_2 = \frac{n_1 d_1}{d_2} = \frac{1400 \cdot 76,2}{76,2} = 1400 \text{ Rpm}$$

B. Perhitungan Bantalan

Menentukan gaya radial

$$F_r = R_B = 132,3 \text{ kg}$$

Menentukan beban ekuivalen dinamis (P_r)

$$P_r = 0,56 \text{ maka } X \cdot V \cdot F_r = 1 \cdot 0,56 \cdot 132,3 = 74,08 \text{ kg}$$

Menentukan beban ekuival enstatis (P_o)

Karena gaya aksial $F_a = 0$, maka : Berdasarkan lampiran 5, faktor X_o , maka :

$$P_o = X_o \cdot F_r = 0,6 \times 132,3 = 79,38 \text{ kg}$$

Menentukan faktor kecepatan (f_n)

$$f_n = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{1/3} = \left[\frac{33,3}{388,8} \right]^{1/3} = 0,44$$

Menentukan faktor umur (fh)

$$f_h = f_n \cdot \frac{C}{P} = 0,44 \cdot \frac{1100}{79,38} = 6,1$$

Menentukan umur bantalan (Lh)

$$L_h = 500 \cdot (f_h)^3 = 500 \cdot (6,1)^3 = 113490,5 \text{ jam} : 312 : 26 : 8 = 1,7 \text{ tahun}$$

C. Perhitungan Sabuk

Daya Rencana (Pd)

$$Pd = Fc \cdot P = 1,2 \cdot 0,37 = 0,044 \text{ Kw}$$

Momen Rencana T

$$T_1 = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n_1} = 9,74 \cdot 10^5 \frac{0,0444}{1400} = 30,888 \text{ kg.mm}$$

$$T_2 = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n_2} = 9,74 \cdot 10^5 \frac{0,0444}{1400} = 30,888 \text{ kg.mm}$$

$$T_3 = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n_3} = 9,74 \cdot 10^5 \frac{0,0444}{1400} = 30,888 \text{ kg.mm}$$

$$T_4 = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n_4} = 9,74 \cdot 10^5 \frac{0,0444}{3000} = 14,415 \text{ kg.mm}$$

Tegangan Geser yang di izinkan ($\tau\alpha$)

Bahan poros SNC 22, dengan kekuatan tarik $\sigma_B = 100 \text{ kg/mm}^2$

$$\tau\alpha = \frac{\sigma_B}{S_{F1} \cdot S_{F2}} = \frac{100}{6 \cdot 1,3} = 12,8 \text{ kg/mm}^2 \quad K_t = 1,2 \quad C_b = 1,3$$

Kecepatan Sabuk (v)

$$v_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 76,2 \cdot 1400}{60 \cdot 1000} = 5,5 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 152,4 \cdot 1400}{60 \cdot 1000} = 11,16 \text{ m/s}$$

Koefisien Gesek Sabuk (μ)

$$\mu = 0,54 - \frac{4,26}{152,6 + v_1} = 0,54 - \frac{4,26}{152,6 + 5,5} = 0,513$$

Perhitungan panjang keliling sabuk

$$\begin{aligned} L_1 &= 2 \cdot 159 + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{1}{4,6} (d_{p1} + d_{p2})^2 \\ &= 2 \cdot 159 + \frac{3,14}{2} (76,2 + 76,2) + \frac{1}{4,159} (76,2 + 76,2)^2 \\ &= 318 + 1,57(152,4) + \frac{1}{4,159} (0)^2 = 318 + 239,27 + 0 = 557,27 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka panjang keliling sabuk yang diperlukan adalah $L_1 = 557,27 \text{ mm}$, mengikuti acuan standar nominal maka di pakai sabuk dengan nominal $L_1 = 559 \text{ mm}$ dengan nomer 22

$$\begin{aligned} L_2 &= 2 \cdot c_2 + \frac{\pi}{2} (d_{p3} + d_{p4}) + \frac{1}{4,6} (d_{p3} - d_{p4})^2 \\ &= 2 \cdot 149,9 + \frac{3,14}{2} (152,4 + 76,2) + \frac{1}{4,149,9} (152,4 - 76,2)^2 \\ &= 299,8 + 1,57(228,6) + \frac{1}{4,149,9} (76,2)^2 = 299,8 + 239,27 + 7,186 = 546 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka panjang keliling sabuk yang diperlukan adalah $L_2 = 546 \text{ mm}$, mengikuti acuan standar nominal maka di pakai sabuk dengan nominal $L_2 = 559 \text{ mm}$ dengan nomer 22

Jarak sumbu poros (C)

$$\begin{aligned} b_1 &= 2 \cdot L_1 - 3,14 (d_{p1} + d_{p2}) = 2 \cdot 559 - 3,14 (76,2 + 76,2) = 639,46 \\ b_2 &= 2 \cdot L_2 - 3,14 (d_{p3} + d_{p4}) = 2 \cdot 546 - 3,14 (152,4 + 76,2) = 602,196 \end{aligned}$$

$$c_1 = \frac{b_1 + \sqrt{b_1^2 - (D_{p1} - D_{p2})^2}}{8} = \frac{639,46 + \sqrt{639,46^2 - (76,2 - 76,2)^2}}{8} = 159,865 \text{ mm}$$

$$c_2 = \frac{b_2 + \sqrt{b_2^2 - (D_{p3} - D_{p4})^2}}{8} = \frac{602,196 + \sqrt{602,196^2 - (152,4 - 76,2)^2}}{8} = 149,9 \text{ mm}$$

Prinsip Kerja alat pembangkit listrik tenaga magnet

Prinsip kerja alat ini dengan memanfaatkan gaya putar dari gaya tolak magnet itu sendiri. Memanfaatkan gaya dari arah flux megnetik yang berlawanan sebagai sumber energi yang dapat membuat magnet lainnya bergerak, jika flux magnet yang berlawanan tersebut disusun dari beberapa magnet sedemikian rupa sehingga magnet magnet yang berfungsi sebagai stator memicu pergerakan dari magnet magnet lainnya. Gaya putaran ini yang menggerakkan generator sebagai pembangkit listriknya.

Hasil Pengujian1

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dalam tiga percobaan, berikut adalah hasil pengukuran tekanan yang dihasilkan oleh magnet :

Tabel1 Hasil Pengujian1

No	Variabel Pengukuran	
	Kecepatan Dorong	Tekanan Dorong
1	7.468 cm/s	2.680 kg
2	6.874 cm/s	1.734 kg
3	6.978 cm/s	1.834 kg
Rata-rata	7.107 cm/s	2.083 kg

Rata-rata untuk tekanan dorong yang dihasilkan dari pengujian di atas adalah 2.083 kg dengan kekuatan dorong 3,80 kg dimana kondisi magnet ini tidak mengindikasikan mampu untuk dipakai memutar generator.

Hasil Pengujian2

Pada pengujian magnetik yang pertama terjadi kegagalan karena nilai tekanan dorong sangat rendah dan untuk pengujian kedua ini penggerak awal menggunakan motor listrik yang di hubungkan dengan reducer untuk mengatur kecepatan putar. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dalam tiga percobaan, berikut adalah hasil pengukuran tekanan yang dihasilkan oleh magnet :

Tabel 2 Hasil Pengujian2

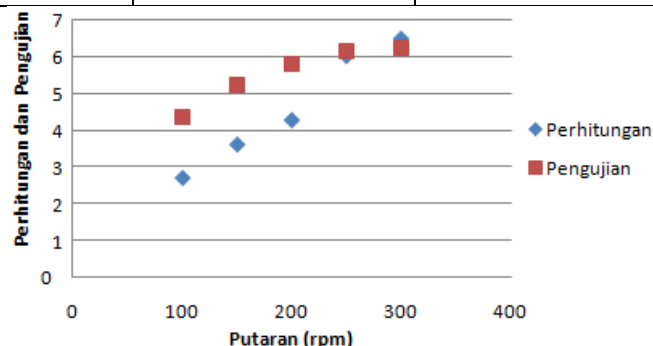
No	Variabel Pengukuran	
	Kecepatan Dorong	Tekanan Dorong
1	11.246 cm/s	3.680 kg
2	12.325 cm/s	3.589 kg
3	11.115 cm/s	3.576 kg
Rata-rata	11.562 cm/s	3.615 kg

Rata-rata untuk tekanan dorong yang dihasilkan dari pengujian di atas adalah 3.615 kg dan kekuatan dorong 3,80 kg dimana kondisi magnet ini mengindikasikan mampu untuk dipakai memutar generator

Hasil Pengujian Tegangan

Tabel 3 Hasil Pengujian Tanpa Beban

rpm	Tegangan (V)	
	Perhitungan	Pengujian
100	2.670	4.362
150	3.580	5.210
200	4.245	5.792
250	5.987	6.125
300	6.460	6.213
Rata-rata	4.588	5.540



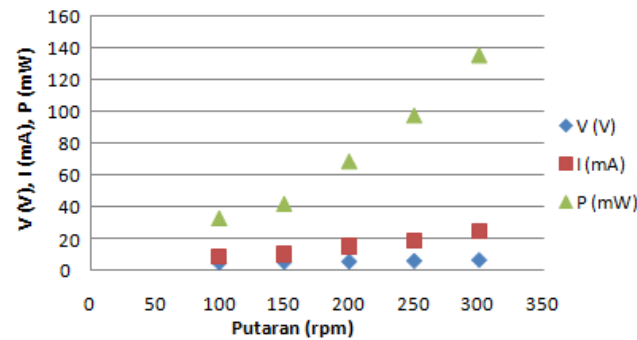
Gambar1 Hasil pengujian tanpa beban

Pada Gambar 1 yang menunjukkan tabel dan grafik hasil pengujian generator tanpa beban,dapat dilihat peningkatan tegangan berbanding lurus dengan kecepatan putar motor yang dipakai.Tegangan terendah

diperoleh ketika pada kecepatan putar 100 rpm yaitu 2.670v. Saat kecepatan dinaikan 50 rpm untuk setiap data yang diambil, nilai tegangan mengalami kenaikan. Kenaikan paling tinggi terlihat saat pengujian pada kecepatan 300 rpm tegangan yang diperoleh 6.460v.

Tabel 4 Hasil Pengujian Dengan Beban

rpm	V (V)	I (mA)	P (mW)
100	4.213	8.310	32.145
150	4.723	9.412	41.350
200	4.978	14.641	68.210
250	5.432	18.257	97.256
300	5.986	23.769	135.418
Rata-rata	5.066	14.878	74.876



Gambar 2 Daya hasil pengujian dengan beban

Dari grafik hasil pengujian generator linier yang ditunjukkan pada gambar 6.2, dengan beban 4 buah led 5 mm berdaya 100 mW yang dihubung paralel, didapat daya yang selalu mengalami kenaikan sebanding dengan kecepatan rotor. Dari tabel pengujian dengan beban, didapat nilai tegangan yang lebih rendah dari pengujian tanpa beban dengan kecepatan yang sama. Hal ini disebabkan sebagian tegangan yang dihasilkan mengalami loses tegangan pada beban.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan dan analisa data tentang pembangkit listrik tenaga magnet didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Bahwa dari perhitungan daya rencana yang di butuhkan sebesar 0,37 kW, Moment Rencana (T) 1551,4 kg.mm, gayaporos (F_2) 81,65 kg, Tegangan lentur izin poros (τ_a) 4,83 kg/mm²
- 2) Pada perhitungan bantalan di dapat gaya radial 132,3 kg, beban ekuivalen dinamis (P_r) 74,08 kg, beban ekuivalen statis (P_o) 79,38 kg dan umur bantalan (L_n) 1,7 tahun.
- 3) Untuk Perhitungan Sabuk di dapat Momen Rencana T 14,415 kg.mm, Tegangan Geser yang di izinkan (τ_a) 12,8 kg/mm², Kecepatan Sabuk (v) 11,16 m/s, Koefisien Gesek Sabuk (μ) 0,513, panjang keliling sabuk 557,27 mm, Jarak sumbu poros (C) 149,9 mm.
- 4) Berdasarkan pengujian pertama Rata-rata untuk tekanan dorong yang dihasilkan dari pengujian di atas adalah 2.083 kg dan kekuatan dorong 3,80 kg dimana kondisi magnet ini tidak mengindikasikan mampu untuk dipakai memutar generator.
- 5) Untuk pengujian kedua Rata-rata untuk tekanan dorong yang dihasilkan dari pengujian di atas adalah 3.615 kg dan kekuatan dorong 3,80 kg dimana kondisi magnet ini mengindikasikan mampu untuk dipakai memutar generator.
- 6) Hasil Pengujian Tanpa Beban Tegangan terendah diperoleh ketika pada kecepatan putar 100 rpm yaitu 2.670v. Saat kecepatan dinaikan 50 rpm untuk setiap data yang diambil, nilai tegangan mengalami kenaikan. Kenaikan paling tinggi terlihat saat pengujian pada kecepatan 300 rpm tegangan yang diperoleh 6.460v.
- 7) Dari hasil pengujian generator dengan beban 4 buah led 5 mm berdaya 100 mW yang dihubung paralel, didapat daya yang selalu mengalami kenaikan sebanding dengan kecepatan rotor. Dari tabel pengujian dengan beban, didapat nilai tegangan yang lebih rendah dari pengujian tanpa beban dengan kecepatan yang sama. Hal ini disebabkan sebagian tegangan yang dihasilkan mengalami loses tegangan pada beban.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sumarno, *Analisa rancang bangun turbin tenaga magnet sederhana sebagai sumber listrik skala rumah tangga*, jurnal teknik: universitas muhammadiyah tangerang, vol. 8, no. 2, juli – desember, tahun 2019: hlm. 22-32
- [2] Yusuf mahesa, *Bausuku pawitra gayuh: model diversifikasi pembangkit listrik tenaga magnet sebagai strategi pemerataan energi bersih dan terjangkau*, universitas negeri malang malang , 2018
- [3] Asy'ari, Hasyim, Jatmiko, and Azis Ardiyatmoko. 2012. "Desain Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah" Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012(Snati): 15–16.
- [4] Adi, Dwi Suputera. 2015. *Pemanfaatan Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak (Magnetic Propulsion) Pada Kapal*. [skripsi] Jember: FT UNEJ.
- [5] Anzip, Arino. 2006. *Analisis Sifat Mekanik Paduan Aluminium A356.2 Material Velg-Racing*, Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- [6] Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). 2017. *Indonesia Energy Outlook 2017*. Jakarta: KDT Perpustakaan Nasional RI.
- [7] Boehm, B. 1988. *A Spiral model of software development and enhancement*. *IEEE Computer*, pp. 61–72.
- [8] Christman, J. R., 1988, *Fundamental of Solid State Physics*, John Willey & Sons, New York.
- [9] Dirjen Ketenagalistrikan (DJK). 2017. *Buku Statistik Ketenagalistrikan 2017*. Jakarta: Kementerian Energi, Sumberdaya dan Mineral (ESDM)
- [10] Drak, M. 2008. *Manufacturing of Hard Magnetic Composite Materials Nd-FeB*. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 31(1) 91-96.
- [11] Grover, Mayank, B Lohith Kumar, and Isaac Ramalla. 2014. "The Free Energy Generator." *International Journal of Scientific and Research Publications* 4(12): 4–7.
- [12] Hsiao, Chun-Yu, Sheng-Nian Yeh, and Jonq-Chin Hwang. 2014. "Design of High Performance Permanent-Magnet Synchronous Wind Generators." *Energies* 7(11): 7105–24.
- [13] Nugroho, Wahyudianto Bagus, Indra Ranu Kusuma, and Sardono Sarwitto. 2014. "Kajian Teknis Gejala Magnetisasi Pada Linear Generator Untuk Alternatif Pembangkit Listrik." *Jurnal Teknik Pomits* 3(1): 95–98.
- [14] Polinder, H, M a Mueller, M Scuotto, and M Goden De Sousa Prado. 2007. "Linear Generator Systems for Wave Energy Conversion." *European Wave and Tidal Energy Conference*: 1–8.
- [15] Sharma, Phawan, T.S. Batthi, And K.S.S. Ramakrishnan. 2011. "Permanent-Magnet Induction Generators : An Overview 2 . Classification of Permanent-Magnet Machines." *Journal of Engineering Science and Technology* 6(3): 332–38.
- [16] Singh, Himank Pratap et al. 2015. "Free Energy Generator." *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)* 2(1): 1–5
- [17] Erwan sulistianto, *Potensi ekonomi pengembangan usaha budidaya tambak udang windu di kecamatan muara badak kabupaten kutai kartanegara*, *Jurnal Harpodon Borneo* Vol.9. No.1. April. 2016 ISSN : 2087-121X

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Pelaksana kegiatan ini menyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktur, Pembantu Direktur , Ka. P3M dan Kajur Teknik mesin Polnes atas terlaksananya kegiatan ini dan tak lupa saya ucapkan terimakasih banyak kepada pengusaha tambak ikan di muara badak kutai kartanegara yang terlibat dalam percobaan alat ataupun pada saat pengambilan data di lokasi.