

PEMBUATAN DAN UJI KERJA GENERATOR AC GERAK TRANSLASI DAN ROTASI UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI TERBARUKAN

Hendra¹, Yenni Suhartini², Anizar Indriani³, FAD Hanuary⁴, Hernadewita⁵, Frengki Hardian⁶, dan Hermiyetti⁷

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, 42435 Telp 0254 376712

^{2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu
Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu 38119 Telp 0736 342584

⁵Magister Teknik Industri, Universitas Mercubuana Jakarta
Jl. Meruya Jakarta 11650

⁶Magister Notariat, Universitas Yarsi Jakarta
Jl. Letjen. Suprpto Jakarta Pusat 10510 Telp 021 4206674

⁷Fakultas Ekonomi, Universitas Bakrie Jakarta
Jl. HR Rasuna Said Kuningan 12940 Telp 021 5261448
Email: hendra@untirta.ac.id

Abstrak

Generator merupakan alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Sumber gerak generator diperoleh sumber energi seperti fosil, angin, air, gelombang laut, panas bumi dan lainnya. Untuk sumber energi fosil saat ini sudah mulai menipis ketersediaannya sehingga sistem pembangkit listrik mulai dikembangkan dari penggunaan sumber energi terbarukan seperti angin, gelombang laut dan lainnya. Pengembangan generator untuk pembangkit listrik energi terbarukan dapat dilihat pada penggunaan berbagai macam jenis generator seperti pada pembangkit listrik energi gelombang laut menggunakan sistem pelamis, WTC, gerak pneumatis dan lainnya. Generator terdiri atas komponen mekanik dan elektrik meliputi rangka dudukan generator, sistem gerak generator, poros/shaft, roda gigi, bantalan, pulley, rotor dan stator yang memiliki lilitan kumparan dan magnet sebagai media penghasil listrik berdasarkan gaya gerak listrik [1-3]. Dalam penelitian ini dibuat generator AC dengan mekanisme gerak translasi dan rotasi yang memiliki beberapa komponen utama yaitu rumah/body generator, rangka dudukan generator, torak/piston untuk gerak translasi, roda gigi untuk kopel gerak translasi dan rotasi, stator dan rotor yang terbuat dari lilitan kumparan tembaga dan magnet neodimium. Rumah atau body generator dibuat dari material PVC, rangka dudukan dari terdiri besi dan stainless steel, lilitan kumparan dari tembaga sebanyak 5440 lilitan, magnet neodimium tipe trapesium 8 magnet. Variabel uji kerja generator AC gerak translasi dan rotasi ini adalah variasi putaran generator dan beban. Output kerja generator berupa tegangan dan daya. Dari hasil pengujian menggunakan variasi putaran 100-200 rpm dengan tanpa beban didapatkan tegangan maksimal sebesar 26,33 Volt. Dengan penggunaan beban sebesar 10 k Ω didapatkan tegangan 26,2 Volt dan arus 1,83mA.

Kata kunci: generator AC; gerak translasi; gerak rotasi; beban; tegangan

Pendahuluan

Generator merupakan alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik merupakan energi yang dapat diperoleh dari energi kinetik dan potensial. Energi mekanik yang diperoleh dari energi kinetik dan potensial akan menggerakkan generator berisi stator dan rotor sehingga menghasilkan induksi listrik akibat adanya gaya gerak listrik (hukum Faraday) yang timbul akibat adanya hubungan rotor dan stator [1-3]. Gerakan ini akan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang mengalir sepanjang generator tersebut bergerak. Sumber energi mekanik untuk penggerak generator diperoleh dari bahan bakar fosil (sumber energi tidak terbarukan), angin, air, gelombang laut, panas bumi dan lainnya (sumber energi terbarukan) [3-17]. Untuk sumber energi fosil saat ini sudah mulai menipis ketersediaannya sehingga sistem pembangkit listrik mulai dikembangkan dari penggunaan sumber energi terbarukan.

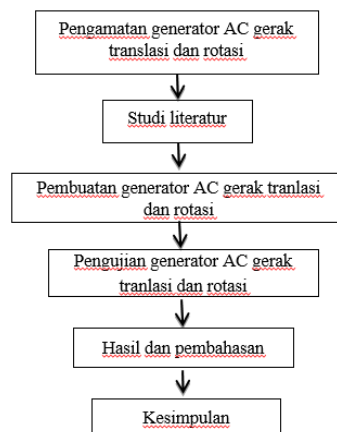
Generator dapat ditemukan pada pembangkit listrik dan saat ini dikembangkan untuk sumber energi pada kendaraan listrik. Generator terdiri dari beberapa jenis yaitu berdasarkan putaran, gerak, luaran dan lainnya. Jenis generator terdiri berdasarkan kecepatan putarannya terdiri atas generator sinkron dan asinkron. Berdasarkan luarannya terdiri dari generator AC dan DC. Untuk sistem gerak generator terdiri atas generator gerak linear dan rotasi [9-15].

Pengembangan generator untuk pembangkit listrik energi terbarukan dapat dilihat pada penggunaan berbagai macam jenis generator seperti pada pembangkit listrik energi gelombang laut [5-8] menggunakan sistem pelamis, WCW [7], gerak pneumatis [4, 9-13] dan lainnya. Generator terdiri atas komponen mekanik dan elektrik [9-13]. Komponen mekanik meliputi rangka dudukan generator, sistem gerak generator, poros/shaft, roda gigi, pulley, dan lainnya. Komponen elektrik terdiri atas rotor dan stator yang memiliki lilitan kumparan dan magnet sebagai media penghasil listrik berdasarkan hukum Faraday.

Dalam penelitian ini dibuat generator AC dengan mekanisme gerak translasi dan rotasi. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator arus bolak-balik (AC) memiliki kumparan jangkar terletak pada stator dan rotor. Kinerja generator dipengaruhi oleh material lilitan kumparan, dimensi lilitan kumparan, jumlah lilitan, tipe dan material magnet, jarak gap rotor dan stator dan lainnya [10]. Penelitian ini menitikberatkan pada pembuatan dan uji kinerja generator AC gerak translasi dan rotasi dengan variasi putaran mesin. Generator AC gerak translasi dan rotasi memiliki komponen utama yaitu rumah/body generator, rangka dudukan generator, torak/piston untuk gerak translasi, roda gigi untuk kopel gerak translasi dan rotasi, stator dan rotor yang terbuat dari lilitan kumparan tembaga dan magnet neodimium. Rumah atau body generator dibuat dari material PVC, rangka dudukan dari terdidi besi dan stainless steel, lilitan kumparan dari tembaga sebanyak 5440 lilitan, magnet neodimium tiper trapesium. Variabel uji kerja generator AC gerak translasi dan rotasi ini adalah variasi putaran generator dan beban.

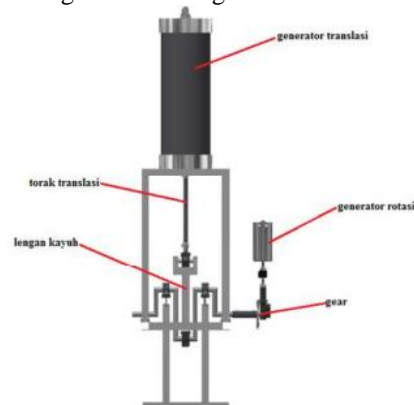
Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara pembuatan generator dan menggunakan metode eksperimental untuk uji kinerja generator. Urutan proses penelitian ini meliputi pengamatan generator gerak translasi dan rotasi, studi literatur tentang generator dan komponennya, pembuatan generator AC gerak translasi dan rotasi, pengujian kerja generator AC gerak translasi dan rotasi, analisis data dan pembahasan serta kesimpulan. Urutan kerja dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Pembuatan generator dilakukan dengan proses konvensional menggunakan mesin gerinda, gergaji, mesin bubut, mesin bor dan mesin lainnya. Komponen generator terdiri atas body/rumah generator, rangka dudukan body/rumah generator, komponen gerak seperti roda gigi, torak/piston, shaft, bantalan dan pulley, komponen elektrik terdiri atas rotor dan stator. Komponen generator AC gerak translasi dan rotasi dapat dilihat pada Gambar 2.

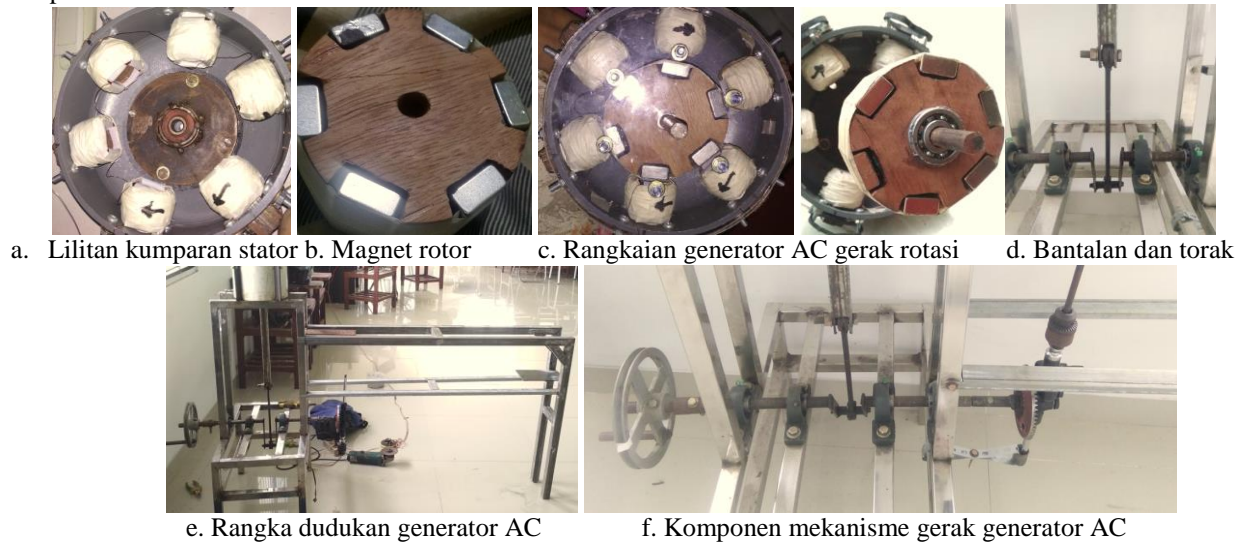


Gambar 2. Desain generator AC gerak translasi dan rotasi

Material yang digunakan adalah PVC untuk rumah/body generator, besi dan stainless steel untuk rangka dudukan rumah/body generator, poros/shaft untuk komponen penghubung system penggerak, piston sebagai

komponen mekanisme gerak generator, roda gigi untuk kopel gerak translasi dan rotasi, magnet dan lilitan kumparan sebagai komponen stator dan rotor untuk pengubah energy mekanik menjadi energy listrik. Bentuk generator gerak translasi dan rotasi dapat dilihat pada Gambar 3. Jumlah lilitan kumparan yang digunakan adalah 920 lilitan x 2 sisi untuk generator AC gerak translasi dan 600 lilitan x 6 sisi untuk generator AC rotasi. Total lilitan kumparan pada generator AC gerak translasi dan rotasi adalah 5440 lilitan. Jumlah magnet neodmium yang digunakan dengan tipe trapezium adalah 8 magnet.

Uji kerja generator dilakukan dengan memvariasikan putaran dan beban sehingga diperoleh luaran berupa tegangan dan arus. Variasi putaran yang digunakan adalah 100-200 rpm dan beban yang digunakan adalah beban lampu 10k Ω .



Gambar 3. Komponen generator AC gerak translasi dan rotasi

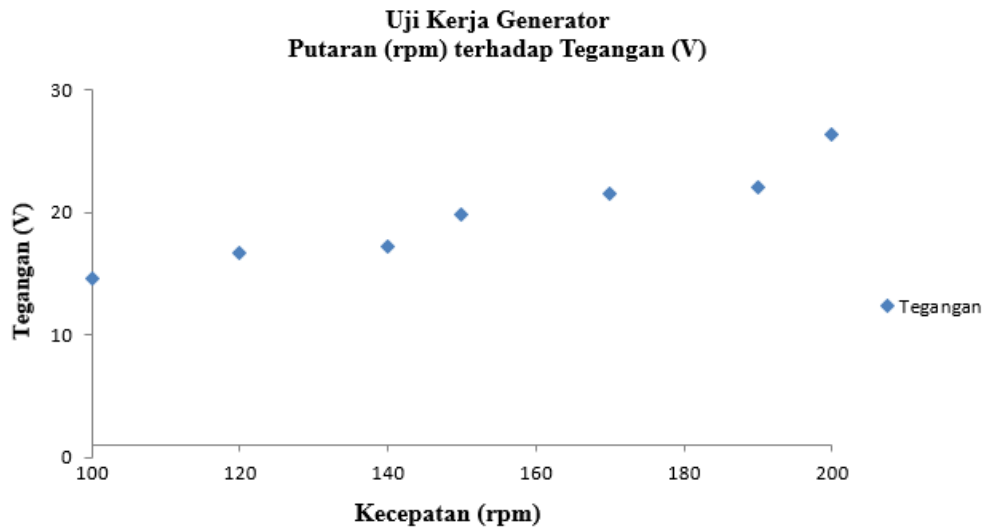
Hasil dan Pembahasan

Hasil pembuatan generator AC gerak translasi dan rotasi dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Hasil pengujian tanpa beban dengan variasi putaran dapat dilihat pada Gambar 5. Dari Gambar 5 terlihat bahwa semakin tinggi putaran maka tegangan listrik yang dihasilkan akan semakin tinggi.



Gambar 4. Hasil pembuatan generator AC gerak translasi dan rotasi

Besarnya tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator AC gerak translasi dan rotasi tanpa beban adalah 14,66 Volt pada putaran 100 rpm. Pada putaran 120 rpm terjadi peningkatan tegangan sebesar 16,74 Volt dan pada putaran 200 rpm tegangan generator AC gerak translasi dan rotasi tanpa beban sebesar 26,33 Volt. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar putaran yang diberi maka tegangan yang dihasilkan akan semakin meningkat seperti terlihat pada Gambar 5.

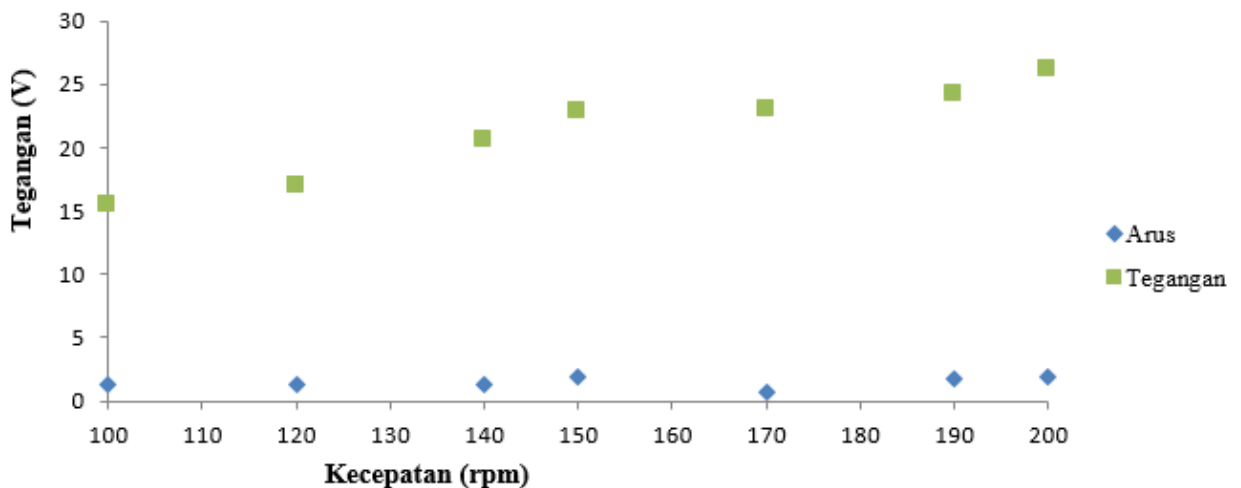


Gambar 5. Hasil uji kerja generator AC gerak translasi dan rotasi tanpa beban

Pengujian generator AC gerak translasi dan rotasi berbeban dengan lampu 10kΩ didapatkan tegangan yang dihasilkan sebesar 15,5 Volt pada putaran 100 rpm. Pada putaran 120 rpm tegangan keluaran generator AC gerak translasi dan rotasi meningkat sebesar 17,0 Volt. Untuk putaran 200 rpm tegangan luaran generator AC gerak translasi dan rotasi adalah 26,2. Arus keluaran generator AC gerak translasi dan rotasi mengalami fluktuasi seiring dengan peningkatan putaran generator. Arus yang dihasilkan berkisar antara 0,67 mA pada putaran 170 rpm dan maksimal pada 1,9 mA pada putaran 150 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa arus yang dihasilkan masih kurang stabil dengan adanya peningkatan putaran dan tegangan listrik dari generator AC gerak translasi dan rotasi. Ini disebabkan oleh kondisi kopel antara generator AC gerak translasi dan rotasi masih memiliki kelemahan dalam system gerak yang kurang mulus.

Dalam pengujian generator AC gerak translasi dan rotasi ini terlihat bahwa pengujian generator AC gerak translasi dan rotasi tanpa beban memiliki peningkatan tegangan luaran generator seiring dengan bertambahnya putaran seperti terlihat pada Gambar 6 tetapi memiliki nilai arus luaran yang berfluktuasi,. Dibandingkan dengan pengujian generator AC gerak translasi dan rotasi tanpa beban terlihat pemberian beban menunjukkan adanya peningkatan tegangan yang dihasilkan sebesar 0,26 Volt hingga 3,38 Volt kecuali pada putaran 200 rpm yang menunjukkan adanya penurunan tegangan sebesar 0,13 Volt seperti ditunjukkan oleh Tabel 1.

Grafik Perbandingan Arus dan Tegangan Terhadap Kecepatan pada kopel Generator Translasi dan Generator Rotasi Berbeban

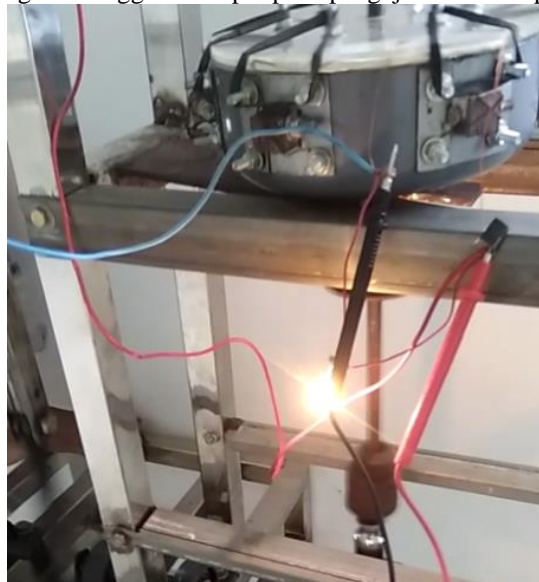


Gambar 6. Hasil uji kerja generator AC gerak translasi dan rotasi berbeban

Tabel 1. Hasil uji generator AC gerak translasi dan rotasi tanpa beban dan berbeban

Kondisi generator	Tanpa Beban	Berbeban 10k Ω		Selisih tanpa beban dan berbeban 10k Ω (Volt)
		Tegangan (Volt)	Arus (mA)	
Putaran (Rpm)	Tegangan (Volt)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	
100	14,66	15,5	1,27	0,84
120	16,74	17	1,23	0,26
140	17,22	20,6	1,28	3,38
150	19,83	22,8	1,9	2,97
170	21,55	23	0,67	1,45
190	22,06	24,2	1,78	2,14
200	26,33	26,2	1,83	0,13

Hasil uji kerja generator AC gerak translasi dan rotasi berbeban 10k Ω menunjukkan bahwa generator AC ini dapat digunakan untuk menghidupkan lampu seperti terlihat pada Gambar 7. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang semakin besar dapat dilakukan dengan meningkatkan putaran generator. Yang mana pada pengujian terdahulu generator AC gerak translasi dapat bergerak hingga 1400 rpm pada pengujian di laut lepas.



Gambar 7. Hasil uji kerja generator AC gerak translasi dan rotasi berbeban menggunakan lampu 10k Ω

Kesimpulan

Dari hasil pembuatan dan uji kerja generator AC gerak translasi dan rotasi didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Generator AC gerak translasi dan rotasi ini dapat menghasilkan tegangan listrik pada putaran 100 hingga 200 rpm sebesar 14,66 hingga 26,33 Volt saat tanpa diberi beban. Dengan pemberian beban generator AC gerak translasi dan rotasi ini pada putaran yang sama menghasilkan tegangan sebesar 15,5 Volt hingga 26,2 Volt dan arus 0,67 mA hingga 1,9 mA dengan beban 10k Ω .
2. Dari hasil pengujian uji kerja generator terlihat bahwa semakin tinggi putaran generator maka tegangan luaran yang dihasilkan semakin besar baik untuk generator AC gerak translasi dan rotasi tanpa beban dan berbeban.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai dari hibah Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, *Hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi* (PDUPT) 12 Juli 2021 2021 No. 022/E4.1/AK.04PT/2021 dan N0.2182/YN30.15/PG/2021 13 Juli 2021 dan lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat Universitas Bengkulu.

Daftar Pustaka

1. Suryatmo, Garis-Garis Gaya Magnet dari Beberapa Bentuk Magnet, *Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA, UNY*, 118-120, (1995).
2. Ezrailson, C. D., Electricity and Magnetism, *Washington D.C National Geographic*, 2005.
3. Purba, N. P., Variabilitas Angin dan Gelombang Laut Sebagai Energi Terbarukan di Pantai Selatan Jawa Barat. *Noir Primadona Purba* , 8-15, 2014.
4. Indriani, A., Yenni S., Hendra, Hernadewita, and Rispani, Performance of Generator Translation and Rotation Motion on Vertical Direction for Sea Wave Power Plant, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 1007 (2020) 012044 doi:10.1088/1757-899X/1007/1/012044.
5. Anand, S., Turbines for Wave Energy Plants, *Proceedings of the 8th International Symposium on Experimental and Computational Aerothermodynamics of Internal Flows*, Lyon, 2007.
6. Amundarain, M., Alberdi, M., Garrido, J., and Garido, I., Modeling and Simulation of Wave Energy Generation Plants: Output Power Control, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 58, and No.1, 2011.
7. Falcao, A. F., Wave Energy Utilization: A Review of the Technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, pp. 899-918, 2010.
8. Casman, D. P., Sullivan, D. L., Egan, M.,M., and Hayes, J. G., Modeling and Analysis of an Offshore Oscillating Water Column Wave Energy Converter, *Proceedings of the 8th European Wave and Tidal Energy Conference*, 2009, pp. 924-933, Sweden.
9. Hendra, Indriani, A., Hernadewita, Applying of Piston Mechanism Design In The Wavelength Electrical Generating of Ocean For Fishing Community, *Advanced Materials Research*, Vol. 918, 2014-01-01.
10. Indriani, A., Dimas, S., Hendra, Effect of Dimension and Shape of Magnet on the Performance AC Generator with Translation Motion, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 307, issue: 1, 2018-02-19.
11. Indriani, A., Hendra, Suhartini, Y., Tanjung, A., Performance of Ocean Wave Power Plant Using Pneumatic System With Variety Of Position Of Exhaust Valves Tube Piston And The Number Of Buoys, *Proceeding of International Symposium on Material Science and Engineering*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2017 .
12. Indriani, A., Jonianto, H., Hendra, Optimasi Desain Piston Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Pneumatik Untuk Output Daya Listrik, Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin XV, ITB Bandung, 2016
13. Indriani, A., Hendra, Suhartini, Y., Tanjung, A., Performance of Generator Pneumatic for Power Plant of Ocean Wave, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 505, issue: 1, 2019-07-04.
14. Wahyudianto Bagus Nugroho, Indra Ranu Kusuma, dan Sardono Sarwitto, Kajian Teknis Gejala Magnetisasi pada Linear Generator untuk Alternatif Pembangkit Listrik, *Jurnal Teknik POMITS* Vol. 3, No. 1, (2014) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print).
15. Indriani, A., Darmana, I., Hernadewita, Setiawan, A., Hendra, Control Output of Generator Translation and Rotation Using Buck Boost Converter for Sea Wave Power Plant, *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, Volume 11, Issue 5, May 2020, pp. 61-74.
16. Higuchi, K., Guan Y., Yokomizu Y., and Matsumura T., Observation of Transient Behavior of Magnetic Flux in Inductive-type Fault Current Limiter with YBCO Thin Film Disc, *Physics Procedia* 36 (2012) 1254 – 1257.
17. Eka Putri R. L., Sarwoko, M., Rusdinar, A., Adam, K. B., Perancangan Dan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Laut Menggunakan Sistem Generator DC Untuk Pengisian Baterai Di Perahu Nelayan, *e-Proceeding of Engineering* : Vol.3, No.1 April 2016.