

PENGARUH VARIASI UKURAN PENAMPANG *BLUFF BODY* BELAHKETUPAT TERHADAP TEGANGAN LISTRIK YANG DIHASILKAN PIEZOELEKTRIK

Leo Fendi Sadewo^{1,*}, Adhes Gamayel², Sefnath J E Sarwuna³,
Ujiburrohman⁴, Riyan Ariyansah⁵

¹ Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta, Grand Depok City, Jl. Boulevard Raya No. 2, Kota Depok, 16412. Jawa Barat, Indonesia

² Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Patimura, Jl.Ir.M.Putuhena Kampus Poka-Teluk Ambon-Maluku, Indonesia

*E-mail : leofendisadewo@gmail.com¹, Adhes@jgu.ac.id², etwansarwuna19@gmail.com³, ujiburahman@jgu.ac.id⁴, riyanariyansah@jgu.ac.id⁵.

Abstrak Piezoelektrik adalah komponen elektronika yang biasanya digunakan dalam perangkat yang berhubungan dengan bunyi atau bisa juga sebagai transduser yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik ketika menerima getaran. Namun, dimensi piezoelektrik yang kecil dan tipis menyebabkan *defleksi* yang kecil yang dihasilkan oleh piezoelektrik tersebut, itulah kelemahan yang dimiliki oleh piezoelektrik. Oleh karena itu, piezoelektrik digolongkan sebagai penghasil energi listrik untuk tingkatan micro. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar potensi energi listrik yang dihasilkan pada piezoelektrik pemanen energi dengan berdasarkan pola aliran fluida yang melewati penghalang *bluff body* belah ketupat dengan tiga variasi ukuran 5 cm, 7 cm, dan 9 cm. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi ukuran *bluff body* belah ketupat, dan variasi kecepatan aliran angin yaitu 5 m/s, 7 m/s, dan 9 m/s. Dimana variasi *bluff body* belah ketupat dengan berbeda ukurannya, Penelitian dilakukan di dalam terowongan angin dan jarak penampang *bluff body* terhadap piezoelektrik yaitu 80 cm. Hasil dari variabel variasi ukuran penampang *bluff body* belah ketupat yang menghasilkan tegangan listrik tertinggi yaitu pada penampang *bluff body* belah ketupat dengan ukuran 7 cm, dengan variabel kecepatan yang menghasilkan tegangan listrik tertinggi yaitu pada kecepatan 9 m/s menghasilkan tegangan listrik 5,58 volt dengan penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 7 cm. Berdasarkan penelitian tersebut dengan adanya olakan yang diakibatkan oleh fluida yang mengalir, maka sirip bergerak ke atas dan ke bawah menumbuk piezoelektrik. Semakin besar aliran udara dan olakannya, Maka gerakan sirip ke atas dan ke bawah akan semakin besar. Hal ini terbukti dengan besar voltase yang dihasilkan oleh piezoelektrik.

Kata kunci: Piezoelektrik, Pemanen energi listrik, *bluff body*

Abstract Piezoelectric is a tool that can harvest energy in the form of electricity when it is deflected, and can also experience changes in dimensions due to changes in pressure or tensile forces experienced by the piezoelectric (Gamayel. 2019). However, the small and thin dimensions of the piezoelectric cause the small deflection produced by the piezoelectric, which is the weakness of the piezoelectric. Therefore, piezoelectric is classified as a producer of electrical energy for the micro level. The purpose of this study was to determine the potential for electrical energy generated in piezoelectric energy harvesters based on the fluid flow pattern that passes through the rhombus body bluff barrier with three size variations of 5 cm, 7 cm, and 9 cm. The independent variables in this study were variations in the size of the rhombus bluff body, and variations in wind speed, namely 5 m/s, 7 m/s, and 9 m/s. Where the

variation of the rhombus bluff body with different sizes, the study was carried out in a wind tunnel and the cross-sectional distance of the bluff body to the piezoelectric is 80 cm. The results of the variable cross-sectional size of the rhombus bluff body which produces the highest electrical voltage, namely the rhombus bluff body cross-section with a size of 7 cm, with a variable speed that produces the highest electrical voltage, which is at a speed of 9 m/s producing an electric voltage of 5.58 volts with a cross sectional bluff body rhombus size 7 cm. Based on this research, in the presence of turbulence caused by flowing fluid, the fins move up and down to strike the piezoelectric. The greater the air flow and oscillation, then the movement of the fins up and down will be even greater. This is evidenced by the large voltage generated by the piezoelectric.

Keywords: Piezoelectric, Electric energy harvester, bluff body

1. PENDAHULUAN

Piezoelektrik adalah komponen elektronika yang biasanya digunakan dalam perangkat yang berhubungan dengan bunyi atau bisa juga sebagai transduser yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik ketika menerima getaran [1]. Pada perangkat pemanen energi yang dihasilkan yaitu energi listrik berskala mikro, sehingga tidak dapat disalurkan secara langsung. Hasil energi listrik yang dihasilkan pada perangkat pemanen energi disimpan pada alat penyimpanan seperti konduktor, dan baterai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran penampang *bluff body* belah ketupat terhadap tegangan listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik. Penelitian tentang peningkatan tegangan listrik yang dihasilkan pada piezoelektrik terus dikembangkan. Salah satunya adalah pemasangan piezoelektrik dengan mekanisme kantilever yang *defleksi* berulang, dan menghasilkan getaran sehingga timbul tegangan listrik. Metode galloping yang didefinisikan sebagai ketidakstabilan dinamis, akibat aliran turbulen mempengaruhi struktur elastis [2]. Beberapa peneliti yang menggunakan mekanisme penampang *bluff body* seperti, Penelitian pengaruh penambahan

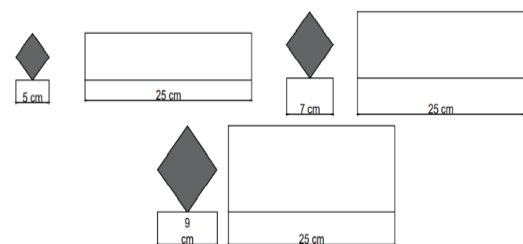
penampang *bluff body* segi enam pada piezoelektrik dengan sistem katiliver, pada penelitian ini dilakukan dalam terowongan mini dengan kecepatan angin konstan 2m/s selama 300 detik dengan *bluff body* dipasang jarak 100 mm dari piezoelektrik [2]. Sistem piezoelektrik ketika menerima getaran maka akan merubahnya menjadi tegangan listrik. dari hasil penelitian ini menunjukkan dengan penambahan penampang *bluff body* dengan bentuk segi enam dapat menghasilkan tegangan rata-rata tertinggi sebesar 0,037 Mv [3]. Penelitian pengaruh penambahan penampang *bluff body* segitiga sistem kantiliver berbasis piezoelektrik. penelitian yang bertujuan untuk pengukuran tegangan listrik dari piezoelektrik dengan penambahan penampang *bluff body* segitiga dengan panjang alas dan tinggi sama yaitu, 1 cm, 2 cm, 3 cm, pengujian dilakukan pada terowongan mini dengan jarak antara piezoelektrik dengan *bluff body* adalah 2250 mm, dan untuk kecepatan angin 3 m/s [3]. Penelitian tersebut menghasilkan tegangan sebesar $5,21 \times 10^{-3}$ Volt. dan pada data ansys diperoleh olakan angin yang menumbuk permukaan piezoelektrik jika warna merah maka nilai efektifitasnya lebih tinggi [4].

Dari penelitian di atas memicu pada penelitian mengenai piezoelektrik pada sistem kantilever dengan penamabahan *bluff body*, dan mengenai piezoelektrik sistem kantilever dengan *bluff body* penampang segitiga. mengenai pemasangan *bluff body* yang menimbulkan pola aliran fluida, untuk penumbukan piezoelektrik masih kecil hasil voltasenya [5,6]. Maka dari itu peneliti ingin mengkaji penggunaan variasi ukuran *bluff body* yang menimbulkan pola aliran fluida, untuk menghasilkan tegangan listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik. Piezoelektrik dipasang pada daerah yang memiliki kecepatan aliran fluida tertinggi, agar dapat menghasilkan tegangan listrik yang maksimal [7]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian mengenai bentuk *bluff body*, dan variasi kecepatan angin yang di timbulkan dari blower untuk mendapatkan tegangan yang maksimal.

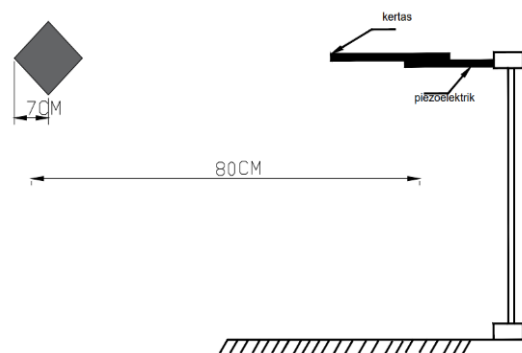
2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode penelitian secara nyata (*true experimental research*). Pada penelitian ini, variabel bebas yang dipakai dalam penelitian ini yaitu, variasi ukuran *bluff body* belah ketupat, dan kecepatan. Untuk bentuk *bluff body* yang dipakai yaitu *bluff body* belah ketupat dengan tiga variasi ukuran yaitu: 5 cm, 7 cm, dan 9 cm, untuk kecepatan yang dipakai yaitu 5 m/s, 7 m/s, dan 9 m/s. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu tegangan listrik. Alat, bahan, dan instalasi yang digunakan sama dengan yang digunakan oleh peneliti sebelumnya [2] yang membedakan variasi ukuran dimana untuk ukuran *bluff body* belah ketupat ada tiga variasi, panjang 25 cm, ukuran terowongan 28 x 100 cm, dan angin yang dihasilkan dari blower ukuran 12 in. Bahan piezoelektrik yang digunakan berbahan keramik berukuran 80 x 30 mm dan tebal 0,5 mm,

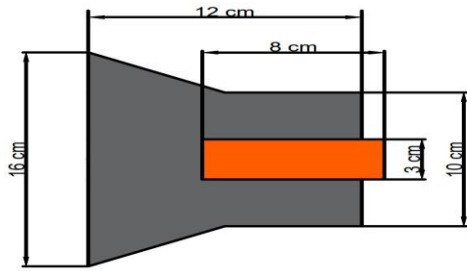
dibagian atas piezoelektrik ditambahkan sirip jenis *polypropylene* dari bahan plastik dengan sistem kantilever tujuan agar lebih besar tumbukan antara piezoelektrik dengan kantiliver, bahan pembuatan terowongan angin yang digunakan berbahan kayu, dan akrilik. Posisi piezoelektrik yang berjarak 80 cm dari *bluff body* penampang *bluff body* belah ketupat. Piezoelektrik yang digunakan berbahan keramik berukuran 8 x 3 cm dan ukuran sirip panjang 12 cm, lebar 10, dan lebar ujung 16 cm. Pada gambar 1 ukuran bentuk penampang *bluff body* belah ketupat tiga variasi ukuran. Gambar 2 jarak pengujian *bluff body* pada piezoelektrik, dan gambar 3. detail piezoelektrik dengan sirip dibawah ini.



Gambar 1. Ukuran penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 5 cm, 7 cm, dan 9 cm



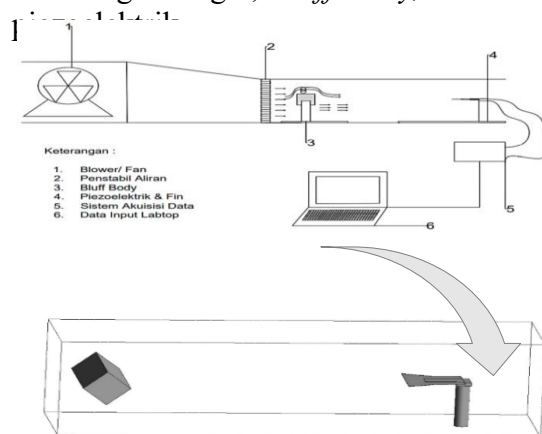
Gambar 2. jarak pengujian antara *bluff body* dengan piezoelektrik



Gambar 3. Detail ukuran piezoelektrik dan sirip (fin)

1. piezoelektrik
2. sirip (fin)

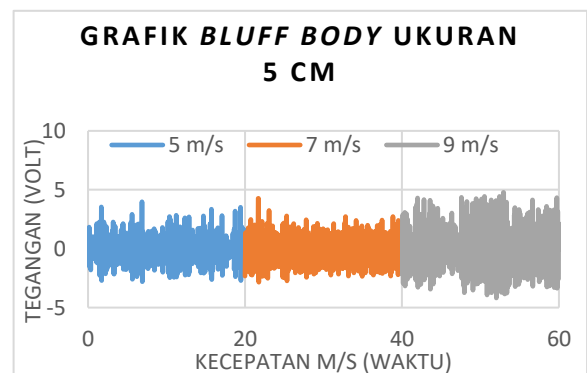
Pengukuran tegangan listrik menggunakan sistem akuisisi data yaitu DATA-Q. Pengukuran dilakukan selama 60 detik dan perekaman data sebanyak 100 data tiap detik. Data yang terkumpul kemudian dikonversi ke dalam format Microsoft Excel agar lebih mudah dalam pembuatan grafik. Piezoelektrik dan *bluff body* diletakkan pada terowongan angin dengan luasan penampang *bluff body* 250 x 250 mm yang dilengkapi penyearah aliran dan blower dengan variasi kecepatan angin 5 m/s, 7 m/s, dan 9 m/s. Gambar instalasi penelitian ditampilkan pada gambar 4, dan gambar 5. terowongan angin, *bluff body*, dan unit



Gambar 4. Instalansi penelitian & terowongan pengujian *bluff body*

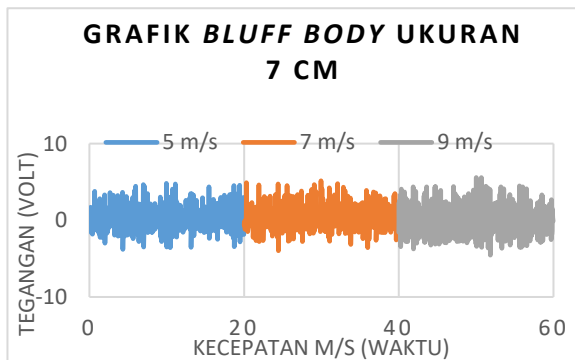
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari grafik hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik pada penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 5 cm, 7 cm, dan 9 cm dengan variasi kecepatan 5 m/s, 7 m/s, dan 9 m/s akan dibahas di bawah ini. Hasil percobaan untuk penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 5 cm dengan kecepatan 5 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 3,98 volt, kecepatan 7 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 4,27 volt, dan kecepatan 9 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 4,77 volt. Hasil tegangan listrik yang terbesar dari penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 5 cm yaitu kecepatan 9 m/s, hal ini terjadi karena kecepatan 9 m/s termasuk yang terbesar diantara yang diuji, sehingga banyak aliran angin yang menumbuk piezoelektrik. Dengan kecepatan besar, maka saat terjadi olakan pada *bluff body* belah ketupat, hasil olakan tersebut sirip menumbuk mengenai piezoelektrik lebih besar. Dapat dilihat gambar 6 grafik hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 5 cm dibawah ini.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 5 cm

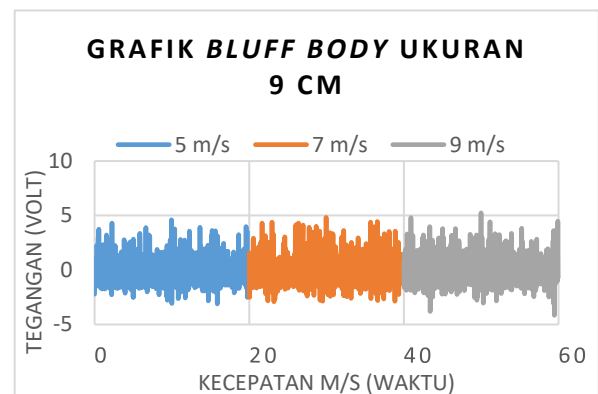
Hasil percobaan untuk penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 7 cm dengan kecepatan 5 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 4,82 volt, kecepatan 7 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 5,15 volt, dan kecepatan 9 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 5,58 volt. Hasil tegangan listrik yang terbesar dari penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 7 cm yaitu kecepatan 9 m/s, hal ini terjadi karena kecepatan 9 m/s termasuk yang terbesar diantara yang diuji, sehingga banyak aliran angin yang menumbuk piezoelektrik. Dengan kecepatan besar, maka saat terjadi olakan pada *bluff body* belah ketupat, hasil olakan tersebut sirip menumbuk mengenai piezoelektrik lebih besar. Dapat dilihat gambar 7 grafik hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik penampang *bluff body* belah ketupat dibawah ini.



Gambar 6. Grafik hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 7 cm

Hasil percobaan untuk penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 9 cm dengan kecepatan 5 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 4,50 volt, kecepatan 7 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 4,83 volt, dan kecepatan 9 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 5,23 volt. Hasil tegangan listrik yang terbesar dari penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 9 cm yaitu

kecepatan 9 m/s, hal ini terjadi karena kecepatan 9 m/s termasuk yang terbesar diantara yang diuji, sehingga banyak aliran angin yang menumbuk piezoelektrik. Dengan kecepatan besar, maka saat terjadi olakan pada *bluff body* belah ketupat, hasil olakan tersebut sirip menumbuk mengenai piezoelektrik lebih besar. Dapat dilihat gambar 8 grafik hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 9 cm dibawah ini.

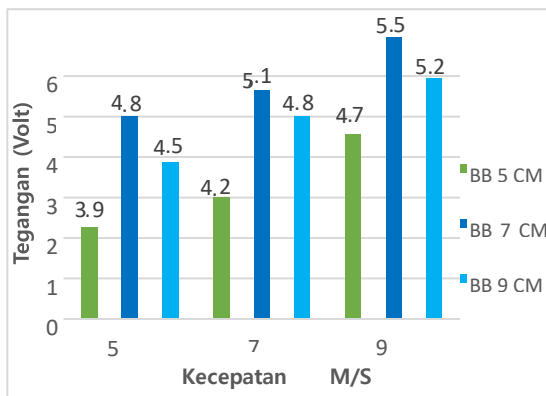


Gambar 7. Grafik hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 9 cm

Berdasarkan hasil dari pengujian bentuk penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 5 cm, 7 cm, dan 9 cm. Hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik pada penampang *bluff body*, didapatkan data tegangan maksimum setiap *bluff body* yang ditampilkan tabel 1, dan bentuk grafik seperti yang terlihat pada gambar 9 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil data pengujian *bluff body* belah ketupat ukuran 5 cm, 7 cm, dan 9 cm.

BluffBody Belah Ketupat	Kecepatan (m/s)	Hasil Tegangan Maksimal (volt)
<i>Bluff Body</i> Ukuran 5 cm	5	3,98
	7	4,27
	9	4,77
<i>Bluff Body</i> Ukuran 7 cm	5	4,82
	7	5,15
	9	5,58
<i>Bluff Body</i> Ukuran 9 cm	5	4,50
	7	4,83
	9	5,53



Gambar 8. Grafik hasil pengujian semua variasi ukuran penampang *bluff body* belah ketupat

Dapat dilihat grafik hasil pengujian dari semua variasi ukuran penampang *bluff body* belah ketupat, hasil tegangan listrik yang paling terbesar yaitu penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 7 cm, mulai dari kecepatan 5 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 4,82 volt, kecepatan 7 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 5,15 volt, dan kecepatan 9 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 5,58 volt.

Penampang *bluff body* belah ketupat hasil tegangan listriknya lebih besar dari *bluff body* yang lainnya, hal ini disebabkan karena permukaan *bluff body* belah ketupat atas dan bawahnya runcing, maka ketika *bluff body* ujungnya runcing yang telah dilintasi aliran angin akan terjadi pusaran aliran angin pembalikan, kemudian setelah terjadinya pembalikan aliran angin itu lebih banyak olakan angin yang mengangkat sirip lebih tinggi dan menumbuk permukaan piezoelektrik. Semakin besar kecepatan yang diuji coba, maka semakin besar olakan yang terjadi dan menumbuk permukaan piezoelektrik sehingga nilai efektifnya menjadi tinggi.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada penelitian ini dari pengaruh variasi ukuran penampang *bluff body* belah ketupat terhadap tegangan listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik, yaitu:

1. Hasil dari variabel variasi ukuran penampang *bluff body* belah ketupat yang menghasilkan tegangan listrik tertinggi yaitu pada penampang *bluff body* belah ketupat ukuran 7 cm.
2. Hasil dari variabel kecepatan yang menghasilkan tegangan listrik tertinggi yaitu pada kecepatan 9 m/s menghasilkan tegangan listrik 5,58 volt penampang *bluff body* belah keupat ukuran 7 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kasum, K., Mulyana, F., & Gamayel, A. "Piezoelektrik sebagai pemanen energi dengan penambahan bluff body segitiga". *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*. 2018, doi: <https://doi.org/10.24176/simet.v9i2.229>

- [2] Gamayel, A. “Panen Energi Menggunakan Piezoelektrik Sistem Kantilever Dengan Penambahan Bluff Body”. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(4), 273, 2017, doi: <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2105>
- [3] Lian, J., Yan, X., Liu, F., & Zhang, J. “Analysis on Flow Induced Motion of Cylinders with Different Cross Sections and the Potential Capacity of Energy Transference from the Flow”. *Shock and Vibration*, 2017(January). doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4356367>
- [4] Sirohi, J., & Mahadik, R. “Harvesting wind energy using a galloping piezoelectric beam”. *Journal of Vibration and Acoustics, Transactions of the ASME*, 134(1), 1–8. 2012, doi: <https://doi.org/10.1115/1.4004674>
- [5] Sivadas, V., & Wickenheiser, A. M. “A study of several vortex-induced vibration techniques for piezoelectric wind energy harvesting”. *Active and Passive Smart Structures and Integrated Systems* 2011, 7977, 79770F. doi: <https://doi.org/10.1117/12.878493>
- [6] Sunard, A., & Gamayel, A. “Pemanfaatan Pantulan Bola Karet sebagai Pemanen Energi pada Piezoelektrik”. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*. 2018, doi: <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2914>
- [7] Weinstein, L. A., Cacan, M. R., So, P. M., & Wright, P. K. “Vortex shedding induced energy harvesting from piezoelectric materials in heating, ventilation and air conditioning flows”. *Smart Materials and Structures*, 21(4). 2012, doi: <https://doi.org/10.1088/0964-1726/21/4/045003>