

## PENGARUH BENTUK PENAMPANG *BLUFF BODY* PERSEGI, BELAH KETUPAT, DAN SEGITIGA TERHADAP TEGANGAN LISTRIK YANG DIHASILKAN OLEH PIEZOELEKTRIK

Asep Supriadi<sup>1\*</sup>, Adhes Gamayel<sup>2</sup>, Murtalim<sup>3</sup>, Ujiburrohman<sup>4</sup>, Riyan Ariyansah<sup>5</sup>

<sup>1,2,4,5</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta, Grand Depok City, Jl. Boulevard Raya No. 2, Depok, 16412. Jawa Barat, Indonesia

<sup>3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Buana Perjuangan Karawang, Jl. Ronggo Waluyo Sirnabaya, Puseurjaya, Kec. Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361

Email: [asep.ujfc.com](mailto:asep.ujfc.com)<sup>1</sup>, [adhes@jgu.ac.id](mailto:adhes@jgu.ac.id)<sup>2</sup>, [murtalim@ubpkarawang.ac.id](mailto:murtalim@ubpkarawang.ac.id)<sup>3</sup>, [ujiburrohman@jgu.ac.id](mailto:ujiburrohman@jgu.ac.id)<sup>4</sup>, [riyanariyansah@jgu.ac.id](mailto:riyanariyansah@jgu.ac.id)<sup>5</sup>

### ABSTRAK

Piezoelektrik adalah perangkat pemanen energi skala mikro yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Ketika ada tumbukan pada material piezoelektrik maka akan menyebabkan terjadinya getaran serta menghasilkan tegangan dan defleksi. Metode penelitian ini yaitu dengan mengamati piezoelektrik yang bergetar akibat aliran udara yang melewati penampang *bluff body* untuk menghasilkan tegangan listrik. Dimana dimensi dan tinggi dalam satu penampang *bluff body* persegi, belah ketupat, dan segitiga memiliki ukuran yang sama yaitu 7 cm. Kecepatan aliran angin yang dipakai yaitu 5 m/s, 7 m/s, dan 9m/s. Penelitian dilakukan di dalam terowongan angin dan jarak penampang *bluff body* terhadap piezoelektrik yaitu 80 cm. Hasil dari variabel bentuk penampang *bluff body* yang menghasilkan tegangan listrik tertinggi yaitu pada penampang *bluff body* belah ketupat. 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. Akibat adanya olakan maka sirip bergerak keatas dan kebawah menumbuk piezoelektrik.

**Kata kunci:** Piezoelektrik, Panen Energi, *Bluff Body*, Kecepatan, Olakan.

### ABSTRACT

*Piezoelectric is a micro-scale energy harvesting device that converts mechanical energy into electrical energy. When there is a collision with the piezoelectric material, it will cause vibration and produce stress and deflection. This study aims to determine the effect of the shape of the cross section of the bluff body on the electric voltage generated by the piezoelectric. This research method is to observe the piezoelectric vibrating due to the flow of air that passes through the cross section of the bluff body to produce an electric voltage. The independent variables in this study were the shape of the bluff body, and the speed of the wind flow. Where the dimensions and height in one cross-section of the square bluff body, rhombus, and triangle have the same size, which is 7 cm. The wind speed used is 5 m/s, 7 m/s, and 9m/s. The research was conducted in a wind tunnel and the cross-sectional distance between the bluff body to the piezoelectric is 80 cm. The result of the variable cross-sectional shape of the bluff body that produces the highest electrical voltage is the rhombic bluff body cross-section. The result of the speed variable that produces the highest electrical voltage, which is at a speed of 9 m/s, produces an electric voltage of 5.58 volts across the body of the kept cliff. Due to the oscillations, the fins move up and down to hit the piezoelectric.*

**Keywords:** Piezoelectricity, Energy Harvest, *Bluff Body*, Speed, Repulsion.

## PENDAHULUAN

Piezoelektrik adalah perangkat pemanen energi skala mikro yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Ketika ada tumbukan pada material piezoelektrik maka akan menyebabkan terjadinya getaran serta menghasilkan tegangan dan defleksi [1]. Pada perangkat pemanen energi yang dihasilkan yaitu energi listrik berskala mikro, sehingga tidak dapat disalurkan secara langsung. 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].

Ada beberapa peneliti yang menggunakan mekanisme kantilever dan metode galloping seperti, menggunakan *gallop* bentuk prisma yang hasilnya 50 mW dengan menggunakan kecepatan aliran udara 11 mph [3], menggunakan balok dengan weak galloping energi yang diperoleh 1,7 Watt pada aliran angin 15 m/s. [4], pada kecepatan aliran angin 2,5 m/s dengan menggunakan silinder hasil yang diperoleh 100 sampai 3000 mikrowatt [5], piezoelektrik pada sistem kantilever dengan penamabahan *bluff body* diperoleh energi listrik yang terbesar 0,034 mV dengan kecepatan aliran udara 2 m/s [7], dan piezoelektrik sistem kantilever dengan *bluff body* penampang segitiga menghasilkan energi listrik maksimal  $5,21 \times 10^{-3}$  volt pada kecepatan angina 3 m/s [8]. Pada *bluff body* ujungnya diruncingkan bertujuan untuk meningkatkan kecepatan saat melewati penampang, maka ketika *bluff body* ujungnya runcing yang telah dilintasi aliran angin akan terjadi pusaran aliran angin pembalikan.

Berdasarkan dari penelitian diatas mengenai pemasangan *bluff body* yang menimbulkan pola aliran fluida, untuk penumbukan piezoelektrik masih jarang diteliti. Peneliti memicu pada penelitian mengenai piezoelektrik pada sistem kantilever dengan penamabahan *bluff body*, dan mengenai piezoelektrik sistem kantilever dengan *bluff body* penampang segitiga. Peneliti ingin mengkaji penggunaan bentuk *bluff body* yang menimbulkan pola aliran fluida, untuk menghasilkan tegangan listrik yang dihasilkan oleh piezoelektrik, peneliti ingin mendapatkan hasil voltase yang lebih tinggi dari peneliti sebelumnya. Piezoelektrik dipasang pada daerah yang memiliki kecepatan aliran fluida tertinggi, agar dapat menghasilkan tegangan listrik yang maksimal.

Pengelasan cukup signifikan dalam Industri manufaktur [1]. Kualitas pengelasan sangat dicirikan oleh geometri manik las dan mikrostruktur pengelasan yang terkait [2]

Kecepatan rotasi, tekanan dan durasi gesekan, adalah variabel penting dalam pengelasan gesekan karena menentukan kualitas dan hasil *friction welding* [3]. Waktu merupakan salah satu parameter penting pada berbagai aplikasi pengelasan, seperti pada proses *resistance spot welding* (RSW) [4][5], pengelasan SMAW [6] dan metode pengelasan lainnya.

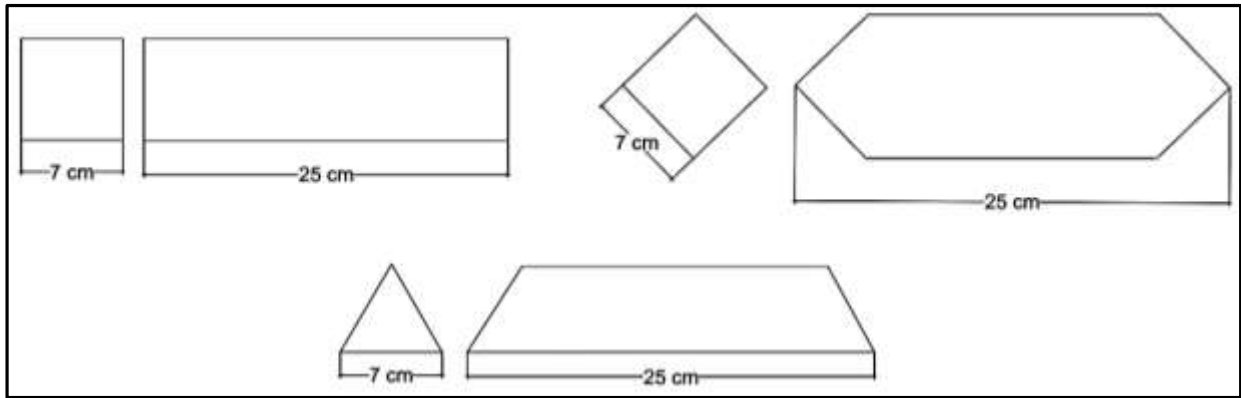
Banyak penelitian yang dilakukan dalam rangka meningkatkan efisiensi yang bertujuan untuk mendapatkan hasil dengan kualitas yang lebih baik di dalam pada aplikasi ilmu teknik pengelasan [7]. Penelitian tentang *friction welding* juga dilakukan oleh [8] dan [9].

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian *friction welding* ini menggunakan material ST-60 dengan menggunakan variable input berupa kecepatan putaran, tekanan dan waktu, yang kemudian diproses *quenching* dengan menggunakan variasi berbagai fluida. Proses proses pendinginan menggunakan oli air garam, udara dan air dimana setelah proses pengelasan *friction* yang langsung didinginkan. Metode penelitian ini untuk menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan media pendingin yang berbeda.

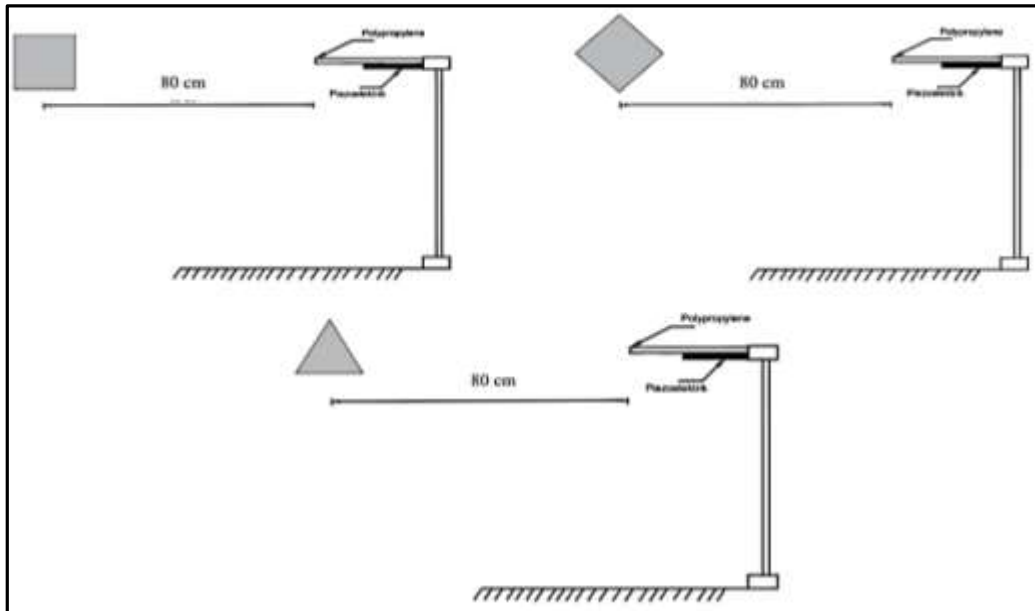
## METODE PENELITIAN

Untuk bentuk *bluff body* yang dipakai yaitu *bluff body* persegi, belah ketupat, dan segitiga. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu tegangan listrik.

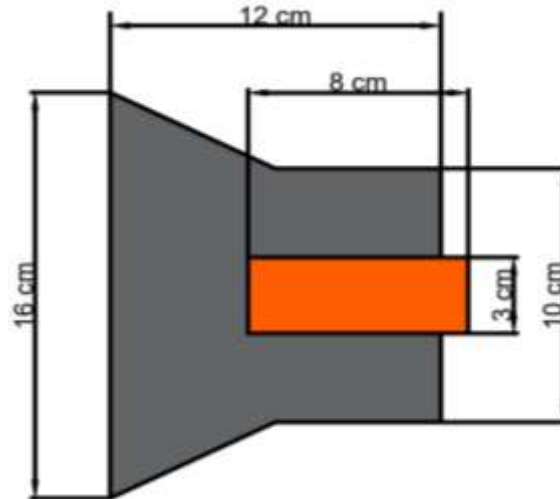
Bahan piezoelektrik yang digunakan berbahan keramik berukuran 80 x 30 mm dan tebal 0,5 mm, dibagian atas piezoelektrik ditambahkan sirip jenis *polypropylene* dari bahan plastik dengan sistem kantilever tujuan agar lebih yang menumbuk pada area piezoelektrik, bahan pembuatan terowongan angin yang digunakan berbahan kayu, dan akrilik. 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* persegi, belah ketupat, dan segitiga. Gambar 2 jarak pengujian *bluff body* pada piezoelektrik, dan gambar 3. detail piezoelektrik dengan sirip dibawah ini.



**Gambar 1.** Ukuran Penampang *Bluff Body* Persegi, Belah Ketupat, dan Segitiga

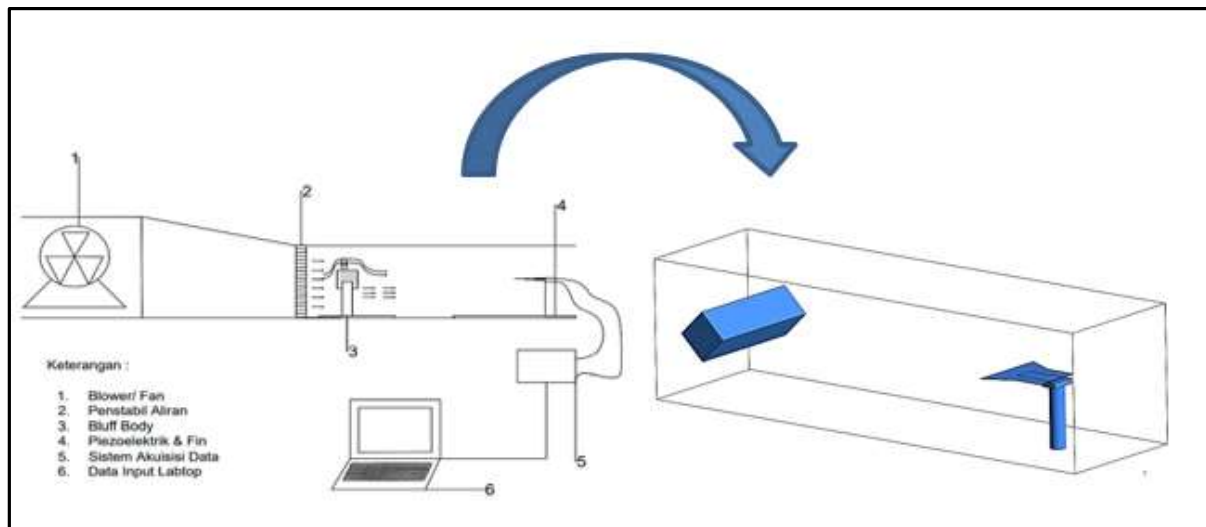


**Gambar 2.** Jarak Pengujian antara *Bluff Body* dengan Piezoelektrik



**Gambar 3.** Detail Ukuran Piezoelektrik dan Sirip (pin)

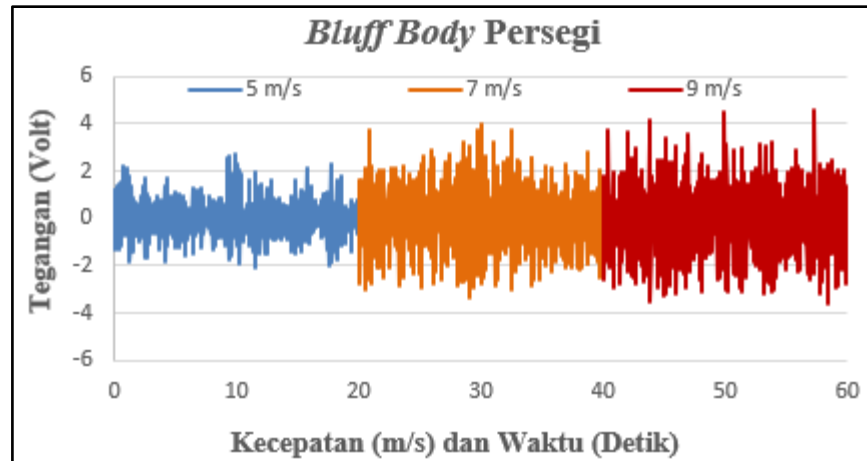
Pengukuran tegangan listrik menggunakan sistem akuisisi data yaitu DATA-Q. Gambar instalasi penelitian ditampilkan pada gambar 4, terowongan angin, *bluff body*, dan unit piezoelektrik.



**Gambar 4.** Instalasi Penelitian dan Terowongan Angin, *Bluff Body*, dan Unit Piezoelektrik

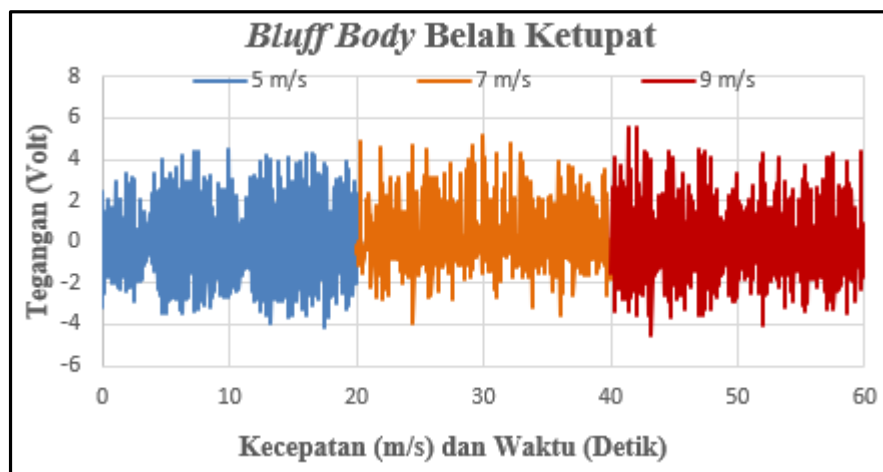
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan untuk penampang *bluff body* persegi dengan kecepatan 5 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 2,26 volt, kecepatan 7 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 3,98 volt, dan kecepatan 9 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 4,55. Dapat dilihat gambar 5 grafik hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik penampang *bluff body* persegi dibawah ini.



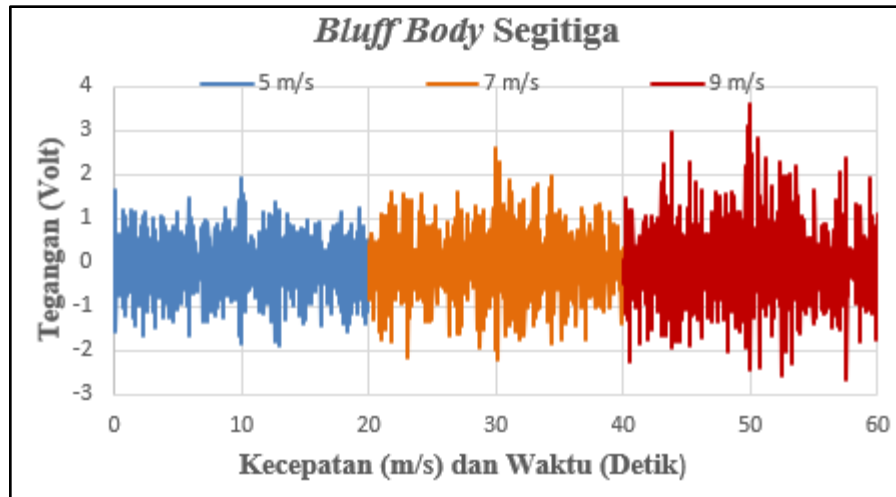
**Gambar 5.** Hubungan antara Kecepatan dan Tegangan Listrik Penampang *Bluff Body* Persegi

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 dibawah ini.



**Gambar 6.** Grafik Hubungan antara Kecepatan dengan Tegangan Listrik Penampang *Bluff Body* Persegi

Hasil percobaan untuk penampang *bluff body* segi tiga dengan kecepatan 5 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 1,95 volt, kecepatan 7 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 2,60 volt, dan kecepatan 9 m/s menghasilkan tegangan listrik maksimal 3,59. Dengan kecepatan besar, maka saat terjadi olakan pada *bluff body* segi tiga, hasil olakan tersebut sirip menumbuk mengenai piezoelektrik lebih besar. Dapat dilihat gambar 7 grafik hubungan antara kecepatan dengan tegangan listrik penampang *bluff body* segitiga dibawah ini.

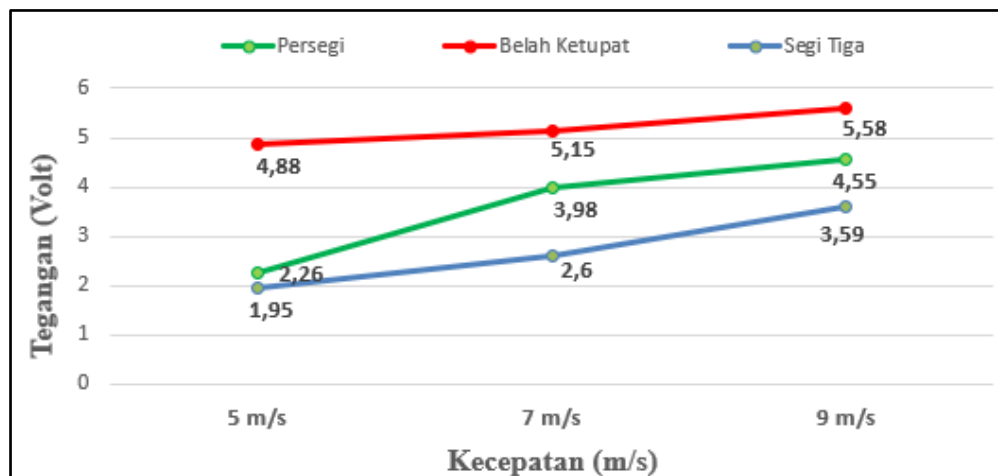


**Gambar 7.** Hubungan antara Kecepatan dan Tegangan Listrik Penampang *Bluff Body* Segitiga

Berdasarkan hasil dari pengujian bentuk penampang *bluff body* persegi, belah ketupat, dan segitiga. Didapatkan data tegangan maksimum setiap *bluff body* yang ditampilkan tabel 1, dan bentuk grafik seperti pada gambar 8 dibawah ini.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian *Bluff Body* Persegi, Belah Ketupat, dan Segitiga

Bentuk <i>Bluff Body</i>	Kecepatan (m/s)	Hasil Tegangan Maksimal (volt)
<i>Bluff Body</i> Persegi	5	2,26
	7	3,98
	9	4,55
<i>Bluff Body</i> Belah Kteupat	5	4,88
	7	5,15
	9	5,58
<i>Bluff Body</i> Segitiga	5	1,95
	7	2,60
	9	3,59



**Gambar 8.** Grafik Hasil Pengujian Semua Bentuk Penampang *Bluff Body*

Dapat dilihat grafik hasil pengujian dari semua bentuk penampang *bluff body*, hasil tegangan listrik yang paling terbesar yaitu penampang *bluff body* belah ketupat. 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.

#### KESIMPULAN

1. Hasil dari variabel bentuk penampang *bluff body* yang menghasilkan tegangan listrik tertinggi yaitu pada penampang *bluff body* belah ketupat.
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 ketupat

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih untuk Universitas Buana Perjuangan Karawang yang telah luar biasa memberikan kami kesempatan dalam berkarya

#### REFERENSI

- [1] Abdelkefi, A., Hajj, M. R., & Nayfeh, A. H. (2012). Power harvesting from transverse galloping of square cylinder. *Nonlinear Dynamics*, 70(2), 1355–1363. <https://doi.org/10.1007/s11071-012-0538-4>
- [2] Gamayel, A. (2017). Panen Energi Menggunakan Piezoelektrik Sistem Kantilever Dengan Penambahan Bluff Body. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(4), 273. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2105>
- [3] Kasum, K., Mulyana, F., & Gamayel, A. (2018). Piezoelektrik sebagai pemanen energi dengan penambahan bluff body segitiga. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i2.229>
- [4] Lian, J., Yan, X., Liu, F., & Zhang, J. (2017). 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). <https://doi.org/10.1155/2017/4356367>
- [5] Sirohi, J., & Mahadik, R. (2012). Harvesting wind energy using a galloping piezoelectric beam. *Journal of Vibration and Acoustics, Transactions of the ASME*, 134(1), 1–8. <https://doi.org/10.1115/1.4004674>
- [6] Sivadas, V., & Wickenheiser, A. M. (2011). A study of several vortex-induced vibration techniques for piezoelectric wind energy harvesting. *Active and Passive Smart Structures and Integrated Systems 2011*, 7977, 79770F. <https://doi.org/10.1117/12.878493>
- [7] Sunard, A., & Gamayel, A. (2018). Pemanfaatan Pantulan Bola Karet sebagai Pemanen Energi pada Piezoelektrik. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2914>
- [8] Weinstein, L. A., Cacan, M. R., So, P. M., & Wright, P. K. (2012). Vortex shedding induced energy harvesting from piezoelectric materials in heating, ventilation and air conditioning flows. *Smart Materials and Structures*, 21(4). <https://doi.org/10.1088/0964-1726/21/4/045003>