


# Pembimbingan Dalam Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (WAYVE) Kepada SMP Kristen Gloria 2 Surabaya

<sup>1)</sup> Demas Sabatino, <sup>2)</sup> Maria Enggar Santika

<sup>1,2,3)</sup> Fakultas Teknik Elektronika Dan Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia  
Email Corresponding: [demas.sabatino@uksw.edu](mailto:demas.sabatino@uksw.edu)

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<b>Kata Kunci:</b> IDEX 2024 SMP Kristen Gloria 2 Surabaya PLTGL dc-to-dc converter	Kebutuhan listrik di desa-desa pesisir dengan kemiskinan tinggi dapat dijawab dengan pembangkit listrik alternatif yang mudah dibuat dan murah. Oleh karena itu SMP Kristen Gloria 2 Surabaya bekerja sama, melalui proses pembimbingan, dengan FTEK UKSW, untuk pembuatan prototipe pembangkit listrik tenaga gelombang laut. Ide dari Jessica Ivana Oeidjaja, Vanessa Janice, dan Tavia Conchietta Widjojo ini berupa prototipe yang kami namakan dengan wayve untuk berpartisipasi dalam lomba inovasi IDEX 2024. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe dapat menghasilkan energi listrik namun masih sangat kecil, sehingga belum dapat dikonversi menjadi tegangan yang lebih tinggi menggunakan <i>dc-dc converter</i> . Sebagai rencana pengembangannya yaitu dengan menambah jumlah pelampung dan motor listrik sehingga dapat menghasilkan listrik yang lebih besar dan dapat dikonversi dengan <i>dc-dc converter</i> . Prototipe ini berhasil lolos menjadi salah satu penampil dalam pameran yang diselenggarakan, sebagai salah satu rangkaian lomba IDEX 2024, di Anglo-Chinese School (Independent) Singapore.
<b>Keywords:</b> IDEX 2024 SMP Kristen Gloria 2 Surabaya PLTGL dc-to-dc converter	The need for electricity in coastal villages with high poverty can be answered with alternative power plants that are easy to make and cheap. Therefore, SMP Kristen Gloria 2 Surabaya collaborated, through a mentoring process, with FTEK UKSW, to create a prototype of a wave power plant. The idea from Jessica Ivana Oeidjaja, Vanessa Janice, and Tavia Conchietta Widjojo is in the form of a prototype that we named wayve to participate in the IDEX 2024 innovation competition. The test results showed that the prototype could produce electrical energy but it was still very small, so it could not be converted to a higher voltage using a dc-dc converter. As a development plan, it is to increase the number of buoys and electric motors so that it can produce more electricity and can be converted with a dc-dc converter. This prototype successfully qualified to become one of the performers in the exhibition held, as part of the IDEX 2024 competition series, at the Anglo-Chinese School (Independent) Singapore.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan garis pantai kedua terpanjang di dunia, namun kondisi penduduk di pesisir pantai cukup mengkhawatirkan. Menurut statistik, pada tahun 2021 terdapat 1,3 juta jiwa penduduk pesisir dengan kondisi miskin ekstrim (Sekretariat Wakil Presiden, 2021). Dimana penduduk daerah tersebut umumnya menjadi nelayan dengan penangkapan ikan skala kecil sebagai mata pencarian, seperti di Buleleng (Negara, 2020). Meskipun demikian daerah pesisir tetap membutuhkan listrik untuk berbagai keperluan hidup, namun sayangnya masih terdapat desa-desa di pesisir pantai yang belum sepenuhnya dijangkau oleh listrik dari PLN, sehingga memerlukan sumber energi alternatif (M Pradila Kandi, 2023; Prabowo, 2022). Salah satunya yaitu potensi konversi energi listrik dari gelombang laut yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat di pesisir pantai untuk penerangan atau bahkan navigasi. Karena kebutuhan energi listrik di desa-desa pesisir

masih dalam skala rumah tangga, maka pengembangan akan pembangkit listrik tenaga gelombang laut cukup dengan skala mikro hingga menengah.

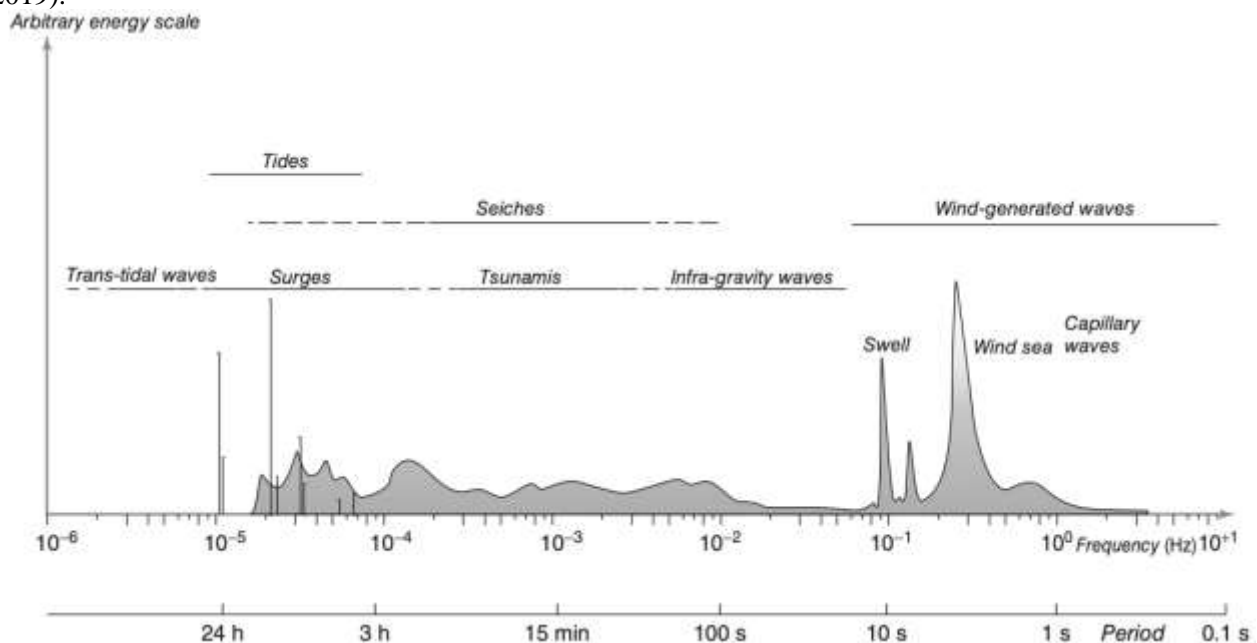
Untuk menjawab masalah ini siswi-siswi dari SMP Kristen Gloria 2 Surabaya, yaitu Jessica Ivana Oeidjaja, Vanessa Janice, dan Tavia Conchietta Widjojo, bekerja sama dengan FTEK UKSW, mengusulkan untuk membuat prototipe pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan skala mikro dengan bahan-bahan yang murah dan mudah ditemui oleh masyarakat di desa pesisir pantai. Sekolah Menengah Pertama (SMP) Kristen Gloria 2 Surabaya merupakan rekan kerja sama dari Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana (FTEK UKSW) Salatiga terkait konsultasi dan pengembangan ide inovasi bagi siswa siswinya. Salah satu kegiatan yang telah diimplementasikan adalah pembimbingan dalam lomba inovasi bernama IDEX 2024 yang diselenggarakan oleh *Anglo-Chinese School (Independent) Singapore*.

IDEX merupakan kompetisi inovasi sains dengan kategori umur peserta 13-18 tahun, dan diselenggarakan rutin setiap tahun dengan focus dan tema yang beragam. Pada IDEX 2024, mengangkat tentang teknologi yang tidak hanya untuk memperbaiki kehidupan namun juga perlu membawa kebaikan bagi sesama manusia, sehingga diangkatlah tema tahun ini "*Technology for Humanity*". Inovasi yang dikembangkan sesuai tema tersebut dapat mencakup 3 hal yaitu: pengembangan teknologi yang dapat membantu orang-orang rentan dan kurang beruntung, pengembangan teknologi terkait mobilitas orang, dan teknologi untuk membantu pengasuh atau perawat bagi orang-orang sakit dan rentan (*Anglo-Chinese School (Independent), n.d.*).

SMP Kristen Gloria 2 Surabaya merupakan sekolah yang rutin mengirim peserta dalam setiap ajang IDEX, dengan minimal 3 tim dalam kompetisi inovasi ini. Kompetisi IDEX merupakan salah satu implementasi dari *Core value* SMP Kristen Gloria 2 Surabaya yaitu *Godliness, life long learning, obedience, responsibility, integrity, adaptability* dan sejalan dengan pilar-pilar pendidikan yaitu *academic, character, life skill, dan physical* (Yayasan Pendidikan Kristen Gloria, n.d.).

## II. MASALAH

Gelombang laut merupakan salah satu energi alternatif yang memiliki potensi besar, bahkan diperkirakan dapat menghasilkan energi listrik hingga 32.000 TWh per tahun (Reguero, Losada, & Méndez, 2015). Potensi yang besar tersebut masih terkendala dengan metode konversi energi dengan efisiensi tinggi untuk diimplementasikan pada skala besar. Meskipun demikian, konversi energi dalam skala besar telah banyak diimplementasikan, salah satunya pada pembangkit listrik tenaga gelombang laut di Mutriku, Spanyol dengan estimasi energi yang dihasilkan sebesar 600.000 kWh per tahun (Torre-Enciso, Ortubia, López De Aguilera, & Marqués, 2009). Sedangkan pada skala kecil konversi energi gelombang laut cukup untuk mentenagai pelampung pintar yang dapat mentransmisikan data-data kelautan dari pelampung pintar tersebut (Xi et al., 2019).



Gambar 1. Klasifikasi gelombang laut dan sebaran frekuensinya (Toffoli & Bitner-Gregersen, 2017).

Untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga gelombang laut, kita perlu mengetahui klasifikasi dari gelombang laut serta potensi energinya. Gelombang laut dapat diklasifikasikan dari gaya pembuatnya yaitu angin, tekanan atmosfer, gempa bumi, gravitasi, badai, dll (Holthuijsen, 2007). Masing-masing klasifikasi pembentuk gelombang laut memiliki karakteristik masing-masing seperti frekuensi dan energi yang berbeda seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Untuk mendapatkan hasil konversi energi yang maksimal, kita dapat menggunakan gelombang laut dengan frekuensi 0,1-0,5 Hz dimana secara relatif memiliki energi yang lebih tinggi dari klasifikasi gelombang lain pada Gambar 1.

Prototipe pembangkit listrik tenaga gelombang laut ini kami namakan dengan WAYVE, *the wave gives us the way*. Ide dan hasil pembuatan prototipe ini kemudian dipamerkan dalam kompetisi inovasi bernama IDEX 2024 yang diselenggarakan oleh *Anglo-Chinese School (Independent) Singapore*. Sebelum mempresentasikan prototipe dalam pameran inovasi yang digelar pada tanggal 25 dan 26 Maret 2024, peserta perlu melalui seleksi proposal yang ketat adapun alur tahapan kompetisi IDEX 2024 ditunjukkan pada Gambar 2 (Anglo-Chinese School (Independent), n.d.).



Gambar 2 Tahapan Kompetisi IDEX 2024

### III. METODE

Ide awal datang dari siswi-siswi untuk membuat pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan skala mikro sehingga dapat menyalakan perangkat elektronik dengan input tegangan 5V. Sebelumnya telah terdapat penelitian tentang pembangkit listrik tenaga gelombang laut dengan keluaran tegangan antara 4,5 – 6V dengan menggunakan *gyroscope* (Agustina, Yusup, Dwijayanti, Otong, & Suprpto, 2022). Namun pada penelitian tersebut untuk menghasilkan tegangan yang stabil, *gyroscope* perlu mempertahankan putaran yang konstan dengan cara diberi gaya dari luar (diputar dengan motor). Berangkat dari itu kami memulai proses pengumpulan materi dan diskusi tentang desain yang memungkinkan untuk dibuat dan sesuai tujuan kami.

Diskusi tentang pencarian desain menemukan gambaran dari perusahaan asal Cyprus bernama *Sea Wave Energy Ltd.* (SWEL) dengan produknya *The "Wave Line Magnet"* seperti ditunjukkan pada Gambar 3 (swel.eu, 2024). Desain produk tersebut menarik perhatian kami karena memiliki beberapa kelebihan yang sesuai dengan tujuan kami yaitu murah, ringan, perawatan mudah, kuat, dan dibuat dengan bahan daur-ulang.

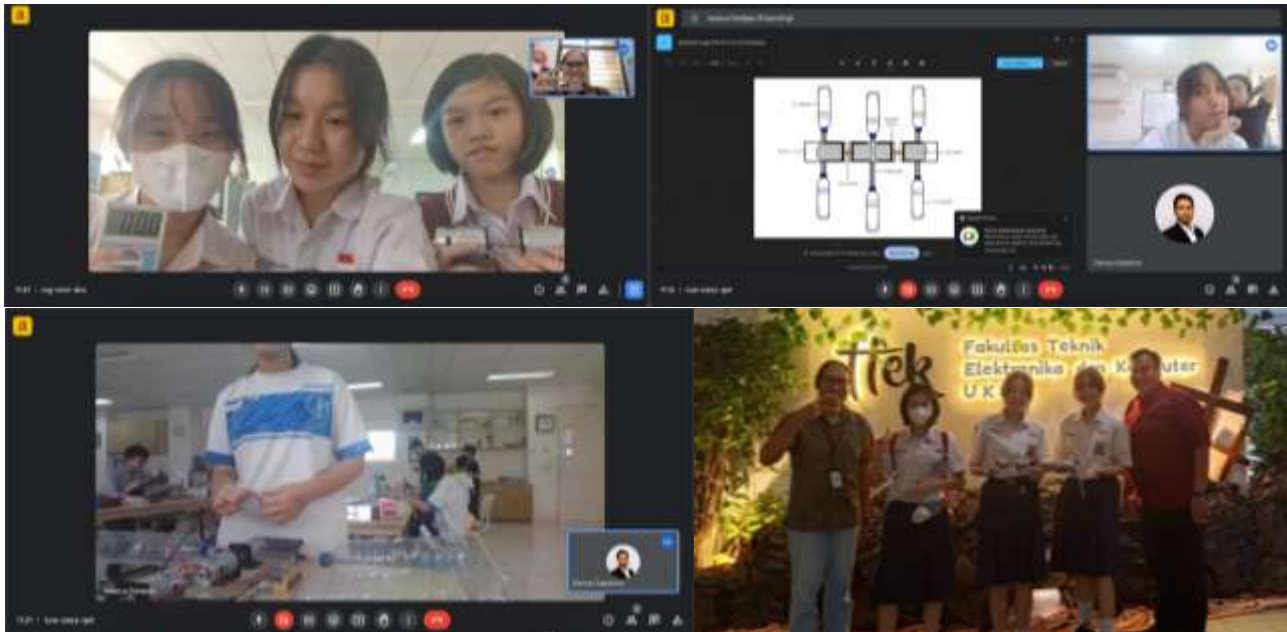


Gambar 3. *The "Wave Line Magnet"* dari SWEL (Proto Atlantik, 2019).

Proses pembimbingan dilakukan secara daring untuk mengatasi permasalahan jarak (Surabaya-Salatiga) melalui aplikasi Google Meet dan grup *WhatsApp*. Selanjutnya untuk finalisasi prototipe dilakukan secara luring di Laboratorium Elektronika FTEK UKSW Salatiga. Adapun detail dan tema pembahasan bimbingan setiap pertemuan ditunjukkan pada Tabel 1. Gambar 4 menunjukkan proses diskusi dan konsultasi yang dilakukan daring dan luring

Tabel 1. Tema Bimbingan

Tanggal	Metode	Tema Bimbingan	Peserta
21 Februari 2024	Daring	Menggali ide awal dan tujuan dari prototipe	7
25 Februari 2024	Daring	Pengembangan ide terinspirasi dari SWEL	7
12 Maret 2024	Daring	Penjelasan tentang klasifikasi gelombang laut	7
15 Maret 2024	Daring	Penjelasan tentang modul <i>dc-dc converter</i>	7
16 Maret 2024	Daring	Percobaan prototipe pada kolam	7
20 Maret 2024	Luring	Pengukuran akhir, finalisasi prototipe dan strategi presentasi	5

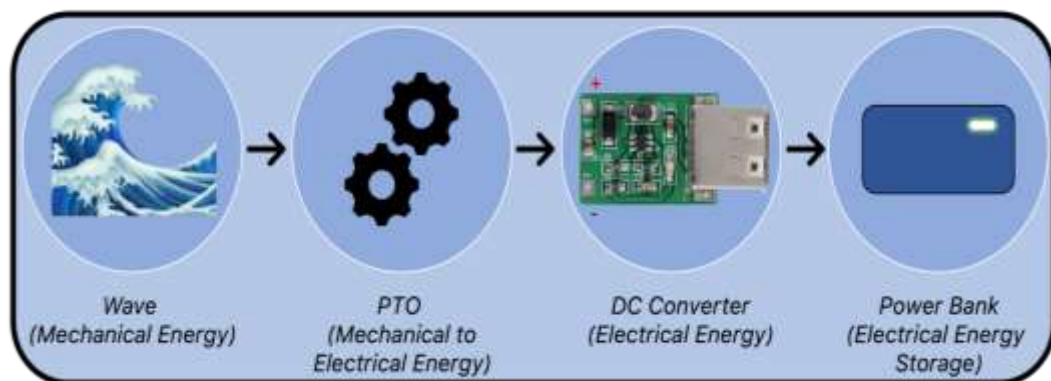


Gambar 4. Kegiatan pembimbingan dalam dan luar jaringan.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### a. Cara Kerja dan Blok Diagram

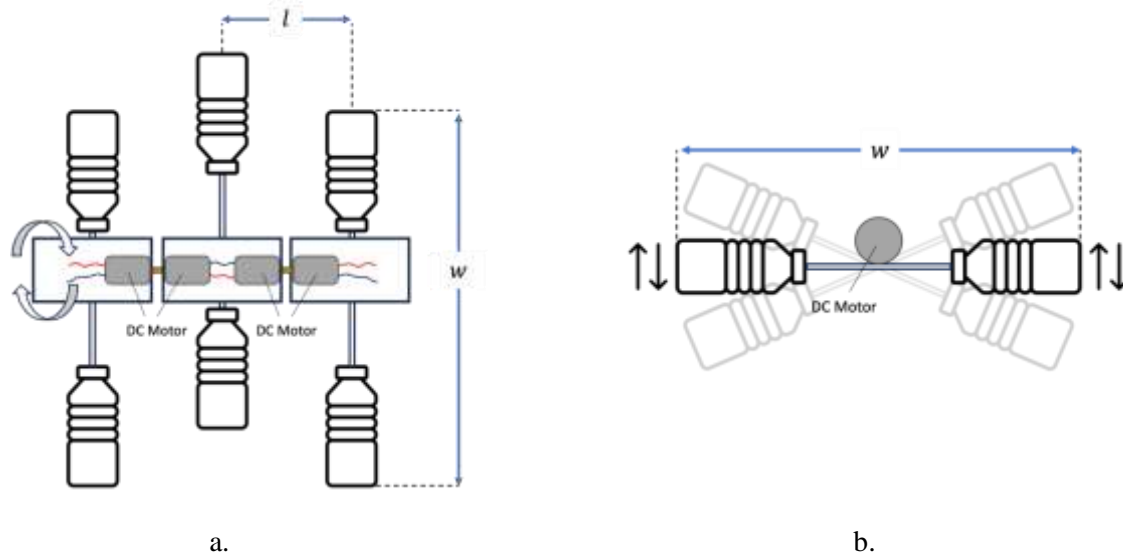
Cara kerja Wayve secara singkat adalah dengan mengubah energi gelombang laut menjadi energi listrik dengan suatu mekanisme. Mekanisme untuk menangkap energi dari gelombang laut dan mengubahnya menjadi energi lain disebut sebagai *power take-off* / PTO (Sheng, 2019). Energi listrik yang ditangkap tersebut kemudian distabilkan dengan *dc-dc converter* sehingga keluaran dari Wayve dapat mencapai tegangan 5VDC. Setelah mengeluarkan tegangan yang diharapkan, energi listrik yang dihasilkan disimpan pada *power bank*. Blok diagram dari Wayve ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5 Cara kerja prototipe.

b. Desain PTO

Mengambil ide dari SWEL, kami membuat desain PTO dengan memanfaatkan posisi relatif permukaan air laut yang bergelombang. Desain ini menggunakan pelampung dari botol plastik dan motor listrik dengan ilustrasi ditampilkan pada Gambar 5. Dengan desain tersebut diharapkan gelombang laut dapat menaikkan pelampung sehingga menggerakkan motor DC dan dapat menghasilkan energi listrik.

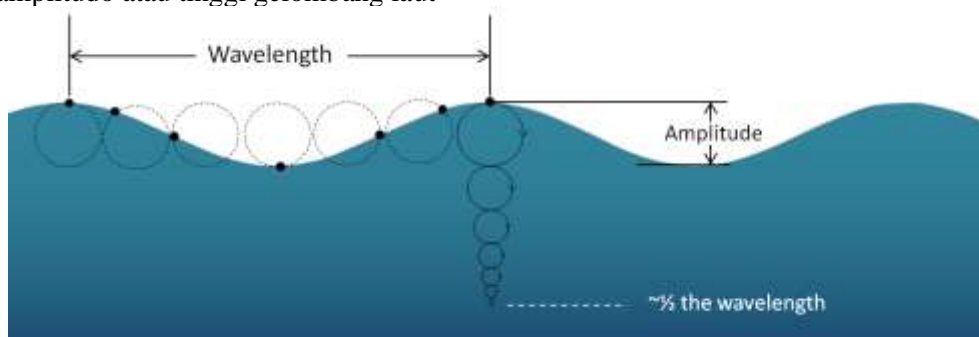


Gambar 6. Desain Prototipe a. Tampak atas, b. tampak samping.

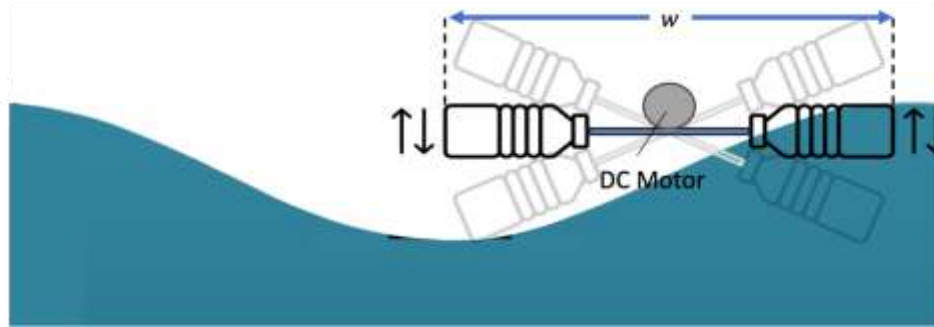
Untuk mendapatkan hasil yang maksimal lebar ( $w$ ) dan panjang ( $l$ ) jarak antar pelampung perlu mempertimbangkan panjang gelombang (*wavelength/  $\lambda$* ) dari gelombang laut. Dimana panjang gelombang dari gelombang laut tergantung dari kecepatan angin, dengan asumsi kecepatan angin 19 km/jam maka menurut (Earle, 2015) dapat menghasilkan amplitudo 0,27 m dan panjang gelombang 8,5 m dengan frekuensi gelombang laut 0,33 Hz. Ilustrasi dari panjang gelombang dan amplitudo dari gelombang laut ditunjukkan pada Gambar 6. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka dipilih

$$w = 0,5\lambda = 4,25 \text{ m}$$

Gerak pelampung Wayve jika dipilih lebar antar pelampung ( $w$ ) sebesar setengah panjang gelombang ( $0,5\lambda$ ) diilustrasikan pada Gambar 7. Sehingga keluaran dari motor listrik bisa diuji coba dengan memvariasikan amplitudo atau tinggi gelombang laut



Gambar 7. Ilustrasi panjang gelombang dan amplitudo dari gelombang laut.



Gambar 8 Ilustrasi gerak Wayve jika digunakan lebar ( $w$ ) = setengah panjang gelombang.

c. Hasil Akhir Desain dan Pengujian Prototipe

Gerakan naik-turun dari pelampung akan membuat tegangan yang dihasilkan oleh motor listrik berupa arus ac (bolak-balik) sehingga perhitungan keluarannya akan menggunakan satuan tegangan puncak ( $V$ -peak). Gelombang laut kita simulasikan dengan gerak naik turun dengan ketinggian tertentu dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2 Tegangan puncak Wayve dengan variasi ketinggian ombak.

Ketinggian ombak (cm)	Tegangan puncak PTO (mV)
5	15
15	30
30	54
40	80

Oleh karena *dc-dc converter* yang kami gunakan memiliki masukan minimal 0,9V maka keluaran dari motor listrik pada Tabel 2 belum dapat menyalakannya. Namun karena wayve adalah prototipe yang modular, maka rencana pengembangannya berupa penambahan jumlah pelampung dan motor listrik.

d. Pameran Prototipe IDEX 2024

Sesuai dengan tahapan kompetisi IDEX 2024 pada Gambar 2, setelah proposal kami disetujui dan dipilih oleh dewan juri untuk maju ke fase lomba selanjutnya yaitu pameran atau peragaan prototipe. Pameran ini dilakukan pada tanggal 25 Maret 2024 di aula sekolah *Anglo-Chinese School (Independent)*, Singapura. Selama pameran ini para peserta akan memperagakan prototipe dan menjelaskan cara kerja serta tujuan dari prototipe. Gambar 8 menunjukan antusiasme dan ketertarikan pengunjung dengan wayve, selain dikunjungi oleh peserta lain, pameran prototipe akan dikunjungi oleh juri untuk menentukan apakah tim tersebut dapat maju ke fase presentasi akhir dari lomba IDEX 2024 ini.



Gambar 9. Tahap pameran prototipe di aula sekolah *Anglo-Chinese School (Independent)*, Singapura.

## V. KESIMPULAN

Melalui proses bimbingan dari FTEK UKSW, dan ide dari SMP Kristen Gloria 2, kami berhasil membuat prototipe pembangkit listrik tenaga gelombang laut skala mikro yang kami namakan dengan WAYVE. Wayve berhasil membawa tim dari SMP Kristen Gloria 2 Surabaya hingga tahap pameran prototipe dalam lomba inovasi bernama IDEX 2024 yang diselenggarakan oleh *Anglo-Chinese School (Independent)*, Singapura. Wayve diharapkan dapat menyelesaikan masalah krisis energi yang terjadi di desa-desa pesisir yang belum mendapatkan jaringan listrik negara. Untuk rencana pengembangan wayve berupa penambahan jumlah pelampung dan motor listrik sehingga dapat menghasilkan energi listrik yang lebih besar dan dapat dimanfaatkan secara langsung oleh masyarakat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Kristen Satya Wacana atas hibah internal dengan Nomor 068/RIK-RPM/08/2024. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kepala SMP Kristen Gloria 2 Surabaya atas kesempatan dan kerja samanya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., Yusup, M., Dwijayanti, S., Otong, M., & Suprpto, B. Y. (2022). Desain Pengembangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Berbasis Keseimbangan Gyroscope. *JURNAL SURYA ENERGY*, 5(2). <https://doi.org/10.32502/jse.v5i2.3328>
- Anglo-Chinese School (Independent). (n.d.). Welcome to IDEX 2023. Retrieved March 31, 2023, from <https://idex.acsindp.edu.sg/index.html>
- Earle, S. (2015). *Physical Geology*. Retrieved from <https://opentextbc.ca/geology/>
- Holthuijsen, L. H. (2007). *Waves in Oceanic and Coastal Waters*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511618536>
- M Pradila Kandi. (2023). PLTS Alternatif Penuhi Kebutuhan Listrik Wilayah Pesisir. Retrieved July 16, 2024, from [www.borneonews.co.id](http://www.borneonews.co.id) website: <https://www.borneonews.co.id/berita/305312-plts-alternatif-penuhi-kebutuhan-listrik-wilayah-pesisir>
- Negara, I. K. W. (2020). Social Economic Condition of Coastal Communities and Development Strategy of Capture Fisheries Potentials in Buleleng Regency. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 27(2). <https://doi.org/10.22146/jml.56523>
- Prabowo, S. A. (2022). Analisis Potensi Ketersediaan Energi Terbarukan di Daerah Maritim dan Pengaruhnya terhadap Jaringan Kelistrikan Utilitas Tegangan Menengah di Pesisir. Retrieved from <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20528765&lokasi=lokal>
- Proto Atlantik. (2019). SWEL Test at LiR as part of ProtoAtlantic's Fast Tracked Product Development. Retrieved July 17, 2024, from <http://www.protoatlantic.eu/blog-item/swel-test-lir-part-protoatlantic%E2%80%99s-fast-tracked-product-development>
- Reguero, B. G., Losada, I. J., & Méndez, F. J. (2015). A global wave power resource and its seasonal, interannual and long-term variability. *Applied Energy*, 148, 366–380. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.03.114>
- Sekretariat Wakil Presiden. (2021, December 21). Pimpin Rapat Kemiskinan Ekstrem, Wapres Sebut Wilayah Pesisir Angkanya Lebih Tinggi dan Lebih Kompleks. Retrieved September 9, 2024, from <https://www.wapresri.go.id/pimpin-rapat-kemiskinan-ekstrem-wapres-sebut-wilayah-pesisir-angkanya-lebih-tinggi-dan-lebih-kompleks/>
- Sheng, W. (2019). Wave energy conversion and hydrodynamics modelling technologies: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 109, 482–498. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.04.030>
- swel.eu. (2024). Sea Wave Energy Ltd. Retrieved July 17, 2024, from <https://swel.eu/>
- Toffoli, A., & Bitner-Gregersen, E. M. (2017). Types of Ocean Surface Waves, Wave Classification. In *Encyclopedia of Maritime and Offshore Engineering* (pp. 1–8). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118476406.emoe077>
- Torre-Enciso, Y., Ortubia, I., López De Aguilera, L. I., & Marqués, J. (2009). *Mutriku Wave Power Plant: from the thinking out to the reality*.
- Xi, F., Pang, Y., Liu, G., Wang, S., Li, W., Zhang, C., & Wang, Z. L. (2019). Self-powered intelligent buoy system by water wave energy for sustainable and autonomous wireless sensing and data transmission. *Nano Energy*, 61, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2019.04.026>
- Yayasan Pendidikan Kristen Gloria. (n.d.). Yayasan Pendidikan Kristen Gloria. Retrieved March 31, 2023, from <https://www.gloriaschool.org/>