



Systematic Literature Review of Ocean Wave Renewable Energy

CORRESPONDENCE

Email :
ari.nuryadi@bmk.go.id
Phone : 082211909479

Ari Nuryadi^{1*}, Nofri Yendri Sudiar², Hamdi²

¹ Stasiun Meteorologi Minnangkabau Padang Pariaman, West Sumatera, Indonesia

² Department of Physics, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

DOI :
10.24036/jccs/Vol1-iss2/16
Page : 88 - 97

Received : Nov 21, 2023
Revised : Nov 27, 2023
Accepted : Nov 30, 2023

ABSTRACT

Renewable energy is a concern to overcome the limitations of fossil energy, one type of renewable energy is ocean wave energy. There are various research topics related to the development of the potential of ocean wave energy carried out by countries in the world, for this reason the author conducted a review of journal papers that discuss renewable energy of ocean waves. This research method uses a Systematic Literature Review (SLR) of journal papers published from 2008-2023, totalling 44 journal papers. Three research questions contained in this study so that the research results obtained that the country that conducts the most research related to ocean wave renewable energy is China. There are a total of nine topics discussed related to ocean wave renewable energy with the most discussed topic trends related to the use and modelling of ocean wave renewable energy. It is hoped that this research can contribute to a better understanding of ocean wave energy in various aspects.

KEYWORDS : Renewable Energy, Ocean Waves, Systematic Literature Review



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2023 by author and Universitas Negeri Padang.

INTRODUCTION

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang berasal dari proses alam yang diisi ulang terus menerus sehingga ketersediaannya dapat dimanfaatkan dengan potensi yang tak terbatas. Energi terbarukan dikemukakan sebagai solusi atas potensi keterbatasan sumber energi fosil atau bisa juga disebut energi tak terbarukan. Berbeda dengan energi fosil yang memiliki dampak negatif jika digunakan dalam jangka panjang, energi terbarukan lebih ramah lingkungan karena dapat mengurangi pencemaran udara dan kerusakan lingkungan akibat eksplorasi.

Ada beberapa contoh energi terbarukan yang telah ditemukan hingga saat ini seperti energi surya, panas bumi, bio energi, angin dan air. Energi terbarukan gelombang laut merupakan salah satu energi terbarukan yang banyak diteliti di seluruh dunia, karena merupakan sumber alternatif yang menjanjikan dan inovatif untuk memenuhi kebutuhan energi serta mengurangi konsumsi bahan bakar fosil. Energi gelombang laut ramah lingkungan serta dapat digunakan secara kontinu dan dalam jangka waktu yang panjang. Energi gelombang laut memiliki potensi untuk menjadi peran penting dalam sistem energi masa depan, karena dapat mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan dalam masyarakat yang mandiri energi dan merangsang pertumbuhan ekonomi secara signifikan

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [1] yang berjudul "Ocean Energy Development in Europe: Current Status and Future Perspectives". Penelitian ini menjelaskan beberapa hambatan dalam utama dalam pengembangan energi laut seperti teknologi pembangunan, keuangan dan pasar, masalah lingkungan, administrasi dan ketersediaan jaringan. Kesimpulan yang diperoleh meskipun potensi tinggi terkait energi laut di seluruh dunia, produksi listrik dari energi laut diabaikan. Energi pasang surut dan gelombang laut merupakan teknologi energi yang paling maju, namun belum mencapai tingkat kehandalan, kelayakan dan kelangsungan hidup untuk menjadi sumber energi terbarukan. Saat ini 30 perusahaan pasang surut dan 45 perusahaan energi gelombang sedang dalam tahap pengembangan lanjutan, dan sekitar 170 Megawatt energi laut yang diperkirakan akan beroperasi secara global pada tahun 2020. Untuk mencapai tujuan 100 Gigawatt energi laut pada tahun 2050 dengan hambatan yang ada, diperlukan upaya bersama untuk mempromosikan dan pengembangan teknologi energi laut. [2] dalam penelitiannya yang berjudul *Harnessing Ocean Energy by Tidal Current Technologies* meneliti mengenai teknologi saat ini yang memungkinkan untuk mengeksplorasi arus pasang surut. Ketertarikan semakin besar untuk menggunakan energi pasang surut karena dapat di prediksi dan tidak berdampak buruk terhadap lingkungan. Tujuan dari penelitian ini menyajikan tinjauan komprehensif tentang teknologi arus pasang surut untuk memanfaatkan energi terbarukan yang berasal dari laut. Kesimpulan yang diperoleh adalah Energi laut, terutama melalui teknologi arus pasang, memiliki potensi besar sebagai sumber energi terbarukan. Artikel ini memberikan ikhtisar tentang teknologi arus pasang yang sedang populer, elemen-elemen konstituenya, dan parameter desain yang terkait. Selain itu, artikel ini menyoroti kondisi terkini dalam pengembangan energi laut dan meningkatnya popularitas teknologi arus pasang, khususnya dalam konteks turbin sumbu horizontal. Peran regulator dalam mempromosikan energi bersih dan peran utama negara-negara dalam menerapkan energi laut juga ditekankan dalam pembahasan.

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi dengan cara metode Systematic Literature Review (SLR) untuk me-review terkait energi terbarukan gelombang laut yang telah diteliti para peneliti terdahulu. Berdasarkan penelitian terdahulu diperoleh hasil bahwa terdapat beberapa topik penelitian terkait energi terbarukan gelombang laut. Hasil kajian literatur ini diharapkan mampu menjadi referensi bagi peneliti untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut terkait energi terbarukan gelombang laut.

METHODS

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) yang bertujuan untuk mengenali, meninjau, dan mengevaluasi semua penelitian yang relevan sehingga menjawab pertanyaan suatu penelitian ditetapkan. Penelitian ini terdiri beberapa tahapan yaitu perumusan pertanyaan penelitian, pencarian literature, penetapan kriteria inklusi dan eksklusi, penyeleksian literature, penyajian data, pengolahan data dan penarikan kesimpulan. Penelitian yang menggunakan alat dan bahan, perlu dijelaskan kecanggihan spesifikasi alat dan jenis bahan yang digunakan. Untuk penelitian kualitatif perlu dijelaskan tentang fungsi kehadiran peneliti, subyek, informan, dan metode pengambilan data serta menggambarkan kualitas/keandalan data.

Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan yang sesuai dengan topik penelitian adalah :

- a. Topik penelitian apa saja yang telah diteliti dalam penelitian berkaitan dengan energi terbarukan gelombang laut?
- b. Negara mana yang paling banyak meneliti energi terbarukan gelombang laut?
- c. Bagaimana trend penelitian terkait energi terbarukan gelombang laut dari tahun ke tahun?

Proses Penelitian

Proses penelitian merupakan tahap pencarian untuk mendapatkan sumber yang sesuai dengan pertanyaan penelitian. Proses pencarian sumber dilakukan pada database scopus dengan menggunakan aplikasi Publish or Perish. Kata kunci yang digunakan adalah "Ocean currents renewable energy".

Kriteria Inklusi dan Eklusi

Pada tahap ini yaitu ditentukan kriteria dari data yang ditemukan, apakah data tersebut layak digunakan sebagai sumber data untuk penelitian atau tidak. Berikut ini merupakan kriteria sebuah data dikatakan layak menjadi sumber data penelitian yaitu :

- a. Data yang diperoleh memiliki rentang waktu dari 2008 sampai 2023.
- b. Data diperoleh dari sumber database scopus dengan menggunakan aplikasi Publish or Perish.
- c. Data yang digunakan paper jurnal yang berkaitan dengan ocean currents renewable energy (terdapat 84 artikel) dengan kriteria pengecualian artikel yang terbit di prociding dan IOP (menjadi 44 artikel).

Pengumpulan Data

Pada tahap ini yaitu data-data yang dibutuhkan dalam penelitian dikumpulkan untuk selanjutnya dilakukan proses analisis. Berikut ini merupakan langkah-langkah pengumpulan data :

- a. Buka aplikasi Publish or Perish.
- b. Pilih database scopus.
- c. Pada bagian "Title Words" masukan kata kunci "Ocean currents renewable energy".
- d. Pada bagian "Years", masukan 2008 pada kotak pertama dan 2023 pada kotak kedua. Hal tersebut menandakan rentang paper jurnal yang dipilih adalah dari 2008 – 2023.

Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya akan dianalisis pada tahap ini. Peneliti mendata artikel tersebut ke dalam tabel. Hasil yang telah dianalisa akan menjawab semua pertanyaan penelitian yang sebelumnya telah ditentukan. Pada bagian akhir penelitian, peneliti membandingkan hasil temuan dari beberapa artikel tersebut dan membuat kesimpulan.

RESULTS AND DISCUSSION

Hasil dan Pembahasan Pertanyaan 1

Berdasarkan pertanyaan satu tentang topik penelitian apa saja yang telah diteliti dalam penelitian berkaitan dengan energi terbarukan gelombang laut, maka dihasilkan kategori paper berdasarkan topik penelitian yang berkaitan dengan energi terbarukan gelombang laut. Dari hasil yang terlihat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa saat ini banyak peneliti yang membahas topik mengenai pemanfaatan energi gelombang laut sebanyak 18 penelitian, kemudian topik mengenai pemodelan energi gelombang laut sebanyak 14 penelitian, 4 penelitian terkait peralatan energi gelombang laut, masing-masing 2 penelitian terkait perkembangan dan potensi energi gelombang laut dan sisanya terkait laju desipasi, peta, total energi laut serta pengaruh hidrodinamik dan morfodinamik.

Berdasarkan review pada sejumlah topik penelitian tersebut banyaknya peneliti membahas topik terkait pemanfaatan energi gelombang laut disebabkan oleh masih sangat bergantungnya Dunia dengan bahan bakar fosil, sementara kebutuhan energi semakin hari semakin meningkat karena pertumbuhan populasi. Selain karena bahan bakar fosil tidak ramah lingkungan juga ketersediaannya

terbatas, oleh sebab itu energi terbarukan berupa energi gelombang laut sangat penting untuk memastikan kelangsungan energi masa depan dan ramah lingkungan.

Berdasarkan review pada sejumlah penelitian tersebut nomor dua ditempati topik yang membahas terkait pemodelan energi laut, kondisi ini berdasarkan review disebabkan karena pemodelan energi laut berguna untuk mempelajari dan mengeksplorasi energi gelombang laut. Beberapa jenis model yang terdapat dalam penelitian terkait pemodelan energi gelombang laut antara lain adalah

- a. Model sirkulasi laut berskala besar, Quasi Geostrophic (QG), untuk mempelajari potensi energi gelombang laut yang tersedia dan dapat dimanfaatkan, dengan judul penelitian *Numerical assessments of ocean energy extraction from western boundary currents using a quasi-geostrophic ocean circulation model*.
- b. Model *energy consumption model* (ECM) digunakan untuk efisiensi dan keamanan pengoperasian *underwar gliders* (UGs), dengan judul penelitian *Energy Consumption Modeling for Underwater Gliders Considering Ocean Currents and Seawater Density Variation*.
- c. Model *HYbrid Coordinate Ocean Model* (HYCOM) digunakan untuk mengamati pengaruh arus permukaan laut terhadap variasi *eddy kinetic energy* (EKE), dengan judul penelitian *The Impact Of Ocean Surface Currents On Global eddy Kinetic Energy Via The Wind Stress Formulation dan Utilizing The Hybrid Coordinate Ocean Model For The Assessment Of Florida Current Hydrokinetic Renewable Energy Resource*.

Tabel 1. Pengelompokan Topik Penelitian

No	Topik	Artikel	Jumlah
1	Pemanfaatan energi gelombang laut	[2]–[19]	18
2	Pemodelan energi gelombang laut	[20]–[33]	14
3	Peralatan energi gelombang laut	[34]–[37]	4
4	Perkembangan energi gelombang laut	[1], [38]	2
5	Potensi energi gelombang laut	[39], [40]	2
6	Laju Desipasi energi gelombang laut	[41]	1
7	Peta energi gelombang laut	[42]	1
8	Total Energi Kinetik	[43]	1
9	Pengaruh Hidrodinamik dan Morfodinamik	[44]	1

Hasil dan Pembahasan Pertanyaan 2

Berdasarkan pertanyaan dua tentang negara mana yang paling banyak meneliti energi terbarukan gelombang laut, maka dihasilkan kategori paper berdasarkan negara asal artikel yang berkaitan dengan energi terbarukan gelombang laut. Dari hasil yang terlihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa Cina adalah negara yang paling banyak membahas topik mengenai pemanfaatan energi gelombang laut dengan jumlah 14 artikel, Amerika Serikat dengan 9 artikel, Inggris dan Jepang masing-masing 3 artikel, Kanada dan Meksiko masing-masing 2 artikel dan negara lainnya seperti Afrika Selatan, Belanda, Brazil, Israel, Jerman, Monako, Prancis, Spanyol, Taiwan dan Turki masing-masing dengan 1 artikel.

Berdasarkan SLR diketahui dari 14 artikel yang diteliti oleh negara China, 8 artikel [2], [6]–[9], [13], [17], [18] mengenai pemanfaatan energi gelombang laut, 3 artikel [22], [23], [30], terkait pemodelan energi gelombang laut, 2 artikel [34], [35], terkait peralatan energi gelombang laut dan 1 artikel [38] terkait perkembangan energi gelombang laut. Banyaknya artikel yang terkait pemanfaatan energi gelombang yang dari negara China beberapa diantaranya dipengaruhi oleh naiknya harga minyak dan perubahan iklim global. Sehingga bukan hanya China tapi banyak negara yang menganggap penting terhadap energi gelombang laut untuk sektor energi dimasa depan karena sumber energi yang melimpah dan ramah terhadap lingkungan.

Berdasarkan SLR diketahui Amerika Serikat menduduki posisi nomor dua dalam meneliti artikel terkait energi gelombang laut. Dengan 2 artikel [4], [5], terkait pemanfaatan gelombang laut, 3 artikel [20], [25], [26], terkait pemodelan energi gelombang laut, dan masing-masing 1 artikel [36] terkait peralatan energi gelombang laut, [39] terkait potensi energi gelombang laut, [41] terkait desipasi energi gelombang laut dan [43] terkait total energi kinetik gelombang laut. Berbeda dari China yang lebih banyak meneliti terkait pemanfaatan energi gelombang laut, Amerika Serikat lebih dominan meneliti terkait pemodelan energi gelombang laut. Adapun model yang diteliti seperti model sirkulasi laut berskala besar Quasi Geostropic untuk mempelajari potensi energi arus laut tersedia yang bisa dimanfaatkan dan *Hybrid Coordinate Ocean Model* (HYCOM) untuk mengamati pengaruh untuk mengamati pengaruh arus permukaan laut terhadap variasi *Eddy Kinetic Energy* (EKE).

Tabel 2. Pengelompokan Tahun Penelitian

No	Negara	Artikel	Jumlah
1	Afrika Selatan	[3]	1
2	Amerika Serikat	[4], [5], [20], [25], [26], [36], [39], [41], [43]	9
3	Belanda	[1]	1
4	Brazil	[44]	1
5	Cina	[2], [6]–[9], [13], [17], [18], [22], [23], [30], [34], [35], [38]	14
6	Inggris	[19], [32], [37]	3
7	Israel	[29]	1
8	Jepang	[10], [11], [28]	3
9	Jerman	[44]	1
10	Kanada	[16], [27]	2
11	Meksiko	[15], [31]	2
12	Monako	[14]	1
13	Prancis	[21]	1
14	Spanyol	[24]	1
15	Taiwan	[42]	1
16	Turki	[12]	1

Hasil dan Pembahasan Pertanyaan 3

Berdasarkan pertanyaan tiga tentang trend penelitian terkait energi terbarukan gelombang laut dari tahun ke tahun, maka dihasilkan kategori paper berdasarkan trend artikel yang berkaitan dengan

energi terbarukan gelombang laut dari tahun ke tahun. Tabel 3 menunjukkan pengelompokan trend penelitian mengenai energi gelombang laut dari tahun 2008 sampai tahun 2023.

Topik penelitian yang dianalisis adalah:

- a. Pemanfaatan energi gelombang laut
- b. Pemodelan energi gelombang laut
- c. Peralatan energi gelombang laut
- d. Perkembangan energi gelombang laut
- e. Potensi energi gelombang laut
- f. Laju Desipasi energi gelombang laut
- g. Peta energi gelombang laut
- h. Total Energi Kinetik
- i. Pengaruh Hidrodinamik dan Morfodinamik

Tabel 3. Pengelompokan Trend Penelitian

No	Tahun	Topik									Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	2008	-	1	-	-	1	1	-	-	-	3
2	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3	2010	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
4	2011	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
5	2012	2	1	-	1	-	-	-	-	-	4
6	2013	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
7	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
8	2015	2	-	-	1	1	-	-	-	-	4
9	2016	1	2	-	-	-	-	1	-	-	4
10	2017	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2
11	2018	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12	2019	2	3	-	-	-	-	-	-	-	5
13	2020	2	1	1	-	-	-	-	-	-	4
14	2021	2	2	2	-	-	-	-	-	-	6
15	2022	3	2	-	-	-	-	-	-	1	6
16	2023	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Berdasarkan tabel data pengelompokan trend penelitian diketahui bahwa topik dengan trend tertinggi yaitu pemanfaatan [2]–[19] dan pemodelan energi gelombang laut [20]–[33], diikuti dengan topik peralatan [34]–[37], perkembangan [1], [38], potensi [39], [40] dan masing-masing dengan 1 artikel dalam kurun waktu 15 tahun terkait, laju desipasi [41], peta [42], total energi [43] dan pengaruh hidrodinamik dan morfodinamik [44]. Dari tahun 2008 hingga 2023 topik pemanfaatan energi gelombang laut terbit 18 artikel, pemodelan energi gelombang laut 14 artikel, peralatan energi gelombang laut 4 artikel dan masing-masing 2 artikel terkait perkembangan dan potensi energi arus laut. Tahun 2021 dan 2022 menjadi tahun dengan jumlah artikel paling banyak terbit dengan total 6 artikel terkait energi terbarukan gelombang laut. Pada tahun 2009 dan 2014 tidak ada satupun artikel yang terbit terkait energi terbarukan gelombang laut.

CONCLUSION

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa berdasarkan hasil Systematic Literature Review atau SLR, terdapat sembilan topik penelitian yang dibahas berkaitan dengan energi terbarukan gelombang laut yaitu pemanfaatan energi gelombang laut, pemodelan energi gelombang laut, peralatan energi gelombang laut, perkembangan energi gelombang laut, potensi energi gelombang laut, laju desipasi energi gelombang laut, peta energi gelombang laut, total energi kinetik, dan pengaruh hidrodinamik dan morfodinamik. Negara yang paling banyak meneliti energi terbarukan gelombang laut adalah Cina dengan 14 artikel dari tahun 2008 – 2023. Untuk trend topik penelitian dari tahun ke tahun, peneliti paling sering meneliti mengenai pemanfaatan energi terbarukan gelombang laut dengan 18 artikel dan pemodelan energi terbarukan gelombang laut dengan 14 artikel.

REFERENCES

- [1] D. Magagna and A. Uihlein, "Ocean energy development in Europe: Current status and future perspectives," *International Journal of Marine Energy*, vol. 11, pp. 84–104, 2015, doi: 10.1016/j.ijome.2015.05.001.
- [2] N. Mehmood, Z. Liang, and J. Khan, "Harnessing Ocean Energy by Tidal Current Technologies," *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, vol. 4, no. 18, pp. 3476–3487, 2012.
- [3] I. Meyer and J. L. Van Niekerk, "Towards a practical resource assessment of the extractable energy in the Agulhas ocean current," *International Journal of Marine Energy*, vol. 16, pp. 116–132, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.ijome.2016.05.010.
- [4] A. U. T. H. O. R. S. X. Yang, K. A. Haas, and H. M. Fritz, "Theoretical Assessment of Ocean Current Energy Potential for the Gulf Stream System."
- [5] A. Kabir, I. Lemongo-Tchamba, and A. Fernandez, "An assessment of available ocean current hydrokinetic energy near the North Carolina shore," *Renew Energy*, vol. 80, pp. 301–307, Aug. 2015, doi: 10.1016/j.renene.2015.02.011.
- [6] X. Yin, X. Zhao, and W. Zhang, "A novel hydro-kite like energy converter for harnessing both ocean wave and current energy," *Energy*, vol. 158, pp. 1204–1212, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.03.121.
- [7] L. Huang and F. Lyu, "Compact low-velocity ocean current energy harvester using magnetic couplings for long-term scientific seafloor observation," *J Mar Sci Eng*, vol. 8, no. 6, Jun. 2020, doi: 10.3390/JMSE8060410.
- [8] W. Su *et al.*, "Research on hydraulic conversion technology of small ocean current turbines for low-flow current energy generation," *Energies (Basel)*, vol. 14, no. 20, Oct. 2021, doi: 10.3390/en14206499.
- [9] H. Wei, W. Su, and J. Shi, "Research on variable speed constant frequency energy generation based on deep learning for disordered ocean current energy," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 13824–13836, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.egyr.2022.10.300.
- [10] H. Mutsuda, S. Rahmawati, N. Taniguchi, T. Nakashima, and Y. Doi, "Harvesting ocean energy with a small-scale tidal-current turbine and fish aggregating device in the Indonesian

- Archipelagos," *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 35, pp. 160–171, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.seta.2019.07.001.
- [11] H. Akimoto, K. Tanaka, and K. Uzawa, "A conceptual study of floating axis water current turbine for low-cost energy capturing from river, tide and ocean currents," *Renew Energy*, vol. 57, pp. 283–288, Sep. 2013, doi: 10.1016/j.renene.2013.02.002.
- [12] Z. Şen, "Energy generation possibility from ocean currents: Bosphorus, Istanbul," *Ocean Engineering*, vol. 50, pp. 31–37, Aug. 2012, doi: 10.1016/j.oceaneng.2012.04.005.
- [13] G. Bai, Y. chen, X. Hu, Y. Shi, W. Jiang, and X. Zhang, "Multi-AUV dynamic trajectory optimization and collaborative search combined with task urgency and energy consumption scheduling in 3-D underwater environment with random ocean currents and uncertain obstacles," *Ocean Engineering*, vol. 275, May 2023, doi: 10.1016/j.oceaneng.2023.113841.
- [14] Z. Zeng, H. Zhou, and L. Lian, "Exploiting ocean energy for improved AUV persistent presence: path planning based on spatiotemporal current forecasts," *Journal of Marine Science and Technology (Japan)*, vol. 25, no. 1, pp. 26–47, Mar. 2020, doi: 10.1007/s00773-019-00629-0.
- [15] J. C. Alcérrecá-Huerta *et al.*, "Energy yield assessment from ocean currents in the insular shelf of Cozumel Island," *J Mar Sci Eng*, vol. 7, no. 5, May 2019, doi: 10.3390/jmse7050147.
- [16] S. McDonald and D. L. VanderZwaag, "Renewable Ocean Energy and the International Law and Policy Seascape: Global Currents, Regional Surges," *Ocean Yearbook Online*, vol. 29, no. 1, pp. 299–326, 2015, doi: 10.1163/22116001-02901013.
- [17] X. Bai, M. Sun, J. Niu, H. Sun, and L. Sun, "Energy-harvesting Efficiency Analysis of Ocean Currents: Proposing a Flow-induced Vibration Power-Generation System with Linear Generator Damping," *J Coast Res*, vol. 39, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.2112/JCOASTRES-D-22-00021.1.
- [18] Xu Bai, Meng Sun, Jianjie Niu, Hai Sun, and Liping Sun, "Energy-optimal three-dimensional path planning for AUV under changing ocean current environment," *J Coast Res*, vol. 39, no. 1, pp. 73–82, 2022.
- [19] B. Sun, W. Zhang, S. Li, and X. Zhu, "Energy optimised D* AUV path planning with obstacle avoidance and ocean current environment," *Journal of Navigation*, vol. 75, no. 3, pp. 685–703, May 2022, doi: 10.1017/S0373463322000091.
- [20] O. San, "Numerical assessments of ocean energy extraction from western boundary currents using a quasi-geostrophic ocean circulation model," *International Journal of Marine Energy*, vol. 16, pp. 12–29, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.ijome.2016.05.002.
- [21] B. Barnier *et al.*, "Modelling the impact of flow-driven turbine power plants on great wind-driven ocean currents and the assessment of their energy potential," *Nat Energy*, vol. 5, no. 3, pp. 240–249, Mar. 2020, doi: 10.1038/s41560-020-0580-2.
- [22] Y. Song, H. Ye, Y. Wang, W. Niu, X. Wan, and W. Ma, "Energy consumption modeling for underwater gliders considering ocean currents and seawater density variation," *J Mar Sci Eng*, vol. 9, no. 11, Nov. 2021, doi: 10.3390/jmse9111164.
- [23] J. Deng, S. Wang, P. Kandel, and L. Teng, "Effects of free surface on a flapping-foil based ocean current energy extractor," *Renew Energy*, vol. 181, pp. 933–944, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.renene.2021.09.098.

- [24] A. López, J. A. Somolinos, L. R. Núñez, and M. Santamaría, "MODELLING AND SIMULATION OF MOORED DEVICES FOR OCEAN CURRENTS ENERGY HARNESSING INTRODUCTION. INTEREST OF MARINE RENEWABLE ENERGY USE," *Journal of Maritime Research*, vol. 1, pp. 19–34, 2011.
- [25] Z. Yu and E. J. Metzger, "The impact of ocean surface currents on global eddy kinetic energy via the wind stress formulation," *Ocean Model (Oxf)*, vol. 139, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.oceanmod.2019.05.003.
- [26] A. E. S. Duerr, M. R. Dhanak, and J. H. Van Zwieten, "Utilizing the Hybrid Coordinate Ocean Model for the Assessment of Florida Current's Hydrokinetic Renewable Energy Resource." [Online]. Available: www.ingentaconnect.com/content/mts/mts/2012/00000046/00000005.
- [27] S. Attarsharghi and V. Masek, "ENERGY EFFICIENT ARCHITECTURE DESIGNS OF AN UNDER-WATER ACOUSTIC SENSOR NETWORK FOR OCEAN CURRENT MONITORING," 2016.
- [28] H. Tamura, T. Waseda, Y. Miyazawa, and K. Komatsu, "Current-induced modulation of the ocean wave spectrum and the role of nonlinear energy transfer," *J Phys Oceanogr*, vol. 38, no. 12, pp. 2662–2684, 2008, doi: 10.1175/2008JPO4000.1.
- [29] Y. Ashkenazy, "Energy transfer of surface wind-induced currents to the deep ocean via resonance with the Coriolis force," *Journal of Marine Systems*, vol. 167, pp. 93–104, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.jmarsys.2016.11.019.
- [30] X. Bai, Y. Chen, H. Sun, and M. Sun, "Numerical study on ocean current energy converter by tandem cylinder with different diameter using flow-induced vibration," *Ocean Engineering*, vol. 257, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.oceaneng.2022.111539.
- [31] D. Balam-Tamayo, C. Málaga, and B. Figueroa-Espinoza, "Numerical study of an oscillating-wing wingmill for ocean current energy harvesting: Fluid-solid-body interaction with feedback control," *J Mar Sci Eng*, vol. 9, no. 1, pp. 1–22, Jan. 2021, doi: 10.3390/jmse9010023.
- [32] R. A. Hall, B. Berx, and G. M. Damerell, "Internal tide energy flux over a ridge measured by a co-located ocean glider and moored acoustic Doppler current profiler," *Ocean Science*, vol. 15, no. 6, pp. 1439–1453, Nov. 2019, doi: 10.5194/os-15-1439-2019.
- [33] G. Mannarini and L. Carelli, "VISIR-1.b: ocean surface gravity waves and currents for energy-efficient navigation," *Geosci Model Dev*, vol. 12, no. 8, pp. 3449–3480, Aug. 2019, doi: 10.5194/gmd-12-3449-2019.
- [34] W. Su, H. Wei, P. Guo, and R. Guo, "Remote monitoring and fault diagnosis of ocean current energy hydraulic transmission and control power generation system," *Energies (Basel)*, vol. 14, no. 13, Jul. 2021, doi: 10.3390/en14134047.
- [35] Y. Wang *et al.*, "An underwater flag-like triboelectric nanogenerator for harvesting ocean current energy under extremely low velocity condition," *Nano Energy*, vol. 90, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.nanoen.2021.106503.
- [36] B. Jiang *et al.*, "Performance analysis and tank test validation of a hybrid ocean wave-current energy converter with a single power takeoff," *Energy Convers Manag*, vol. 224, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.enconman.2020.113268.
- [37] D. R. J. Sutherland, D. R. Noble, J. Steynor, T. Davey, and T. Bruce, "Characterisation of current and turbulence in the FloWave Ocean Energy Research Facility," *Ocean Engineering*, vol. 139, pp. 103–115, 2017, doi: 10.1016/j.oceaneng.2017.02.028.

- [38] M. Esteban and D. Leary, "Current developments and future prospects of offshore wind and ocean energy," *Appl Energy*, vol. 90, no. 1, pp. 128–136, 2012, doi: 10.1016/j.apenergy.2011.06.011.
- [39] A. Mulcan, D. Mitsova, T. Hindle, H. Hanson, and C. Coley, "Marine benthic habitats and seabed suitability mapping for potential ocean current energy siting offshore southeast florida," *J Mar Sci Eng*, vol. 3, no. 2, pp. 276–298, Jun. 2015, doi: 10.3390/jmse3020276.
- [40] "Energy Potential of the Oceans in Europe and North America: Tidal, Wave, Currents, OTEC and Offshore Wind 153 X Energy Potential of the Oceans in Europe and North America: Tidal, Wave, Currents, OTEC and Offshore Wind." [Online]. Available: www.intechopen.com
- [41] A. Sen, R. B. Scott, and B. K. Arbic, "Global energy dissipation rate of deep-ocean low-frequency flows by quadratic bottom boundary layer drag: Computations from current-meter data," *Geophys Res Lett*, vol. 35, no. 9, May 2008, doi: 10.1029/2008GL033407.
- [42] Y. C. Chang, R. S. Tseng, P. C. Chu, and H. J. Shao, "Global Energy-saving Map of Strong Ocean Currents," *Journal of Navigation*, vol. 69, no. 1, pp. 75–92, Jan. 2016, doi: 10.1017/S0373463315000466.
- [43] R. B. Scott *et al.*, "Total kinetic energy in four global eddying ocean circulation models and over 5000 current meter records," *Ocean Model (Oxf)*, vol. 32, no. 3–4, pp. 157–169, 2010, doi: 10.1016/j.ocemod.2010.01.005.
- [44] E. de P. Kirinus, P. H. Oleinik, and W. C. Marques, "Hydrodynamic and Morphodynamic Influences from Ocean Current Energy Conversion Sites in the South–Southeastern Brazilian Inner Shelf," *Processes*, vol. 10, no. 2, Feb. 2022, doi: 10.3390/pr10020340.