

KAJI PERFORMA PELUMASAN *PURED SEA WATER* PADA *WAVE ENERGY CONVERTER* (WEC)

Ahnaf Ariq Wibowo¹, Mohammad Tauvquirrahman², Muchammad²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

E-mail: ahnfariq@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis pelumas pada linear sliding bearing berbahan *ultra-high molecular weight polyethylene* (UHMWPE) terhadap koefisien gesek dan distribusi tekanan pada *wave energi converter* (WEC). Metode *computational fluid dynamics* (CFD) digunakan untuk mensimulasikan perilaku gesekan dari *pure sea water*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air laut menampilkan koefisien gesek yang lebih rendah dan distribusi tekanan yang lebih stabil. Analisis ini didukung oleh simulasi CFD yang menunjukkan bahwa tekstur permukaan yang ideal dapat meningkatkan efektivitas pelumasan.

Kata kunci: koefisien gesek; *load carrying capacity*; simulasi cfd

Abstract

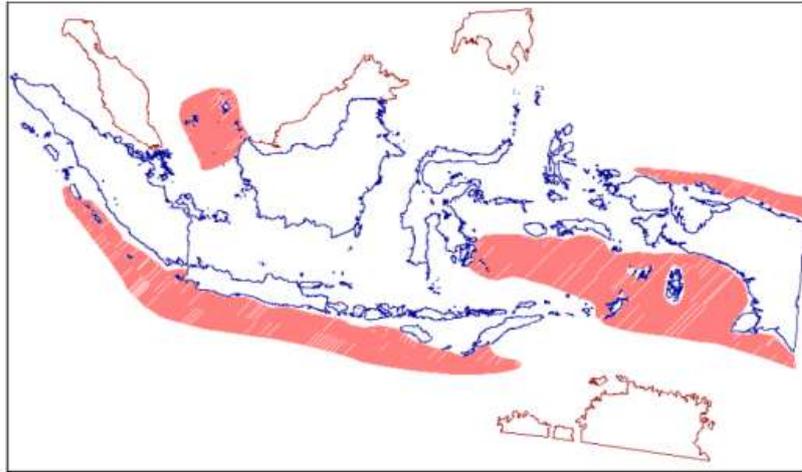
The research aims to analyze the effect of the type of lubricant in linear sliding bearings made from *ultra-high molecular weight polyethylene* (UHMWPE) on the friction coefficient and pressure distribution in the *wave energy converter* (WEC). The *computational fluid dynamics* (CFD) method is used to simulate the friction behavior of *purified sea water*. The results showed that seawater displays a lower coefficient of friction and a more stable pressure distribution. This analysis is supported by CFD simulations which show that an ideal surface texture can increase lubrication effectiveness.

Keywords: *cfd simulation*; *friction coefficient*; *load carrying capacity*; *texturing pattern*

1. Pendahuluan

Potensi energi laut merupakan bidang penelitian dan pengembangan yang penting karena menawarkan sumber energi yang luas dan terbarukan [1]. Potensi energi terbarukan dari laut memiliki jumlah yang cukup besar, yaitu gelombang laut sebagai salah satu yang diakui sebagai sumber daya yang dapat dieksploitasi untuk pembangkit listrik berkelanjutan [2]. Potensi energi gelombang untuk mengatasi krisis energi global disoroti, dengan kemungkinan memenuhi sebagian besar kebutuhan listrik dunia jika dimanfaatkan. Potensi energi laut merupakan bidang penelitian dan pengembangan yang penting, dengan fokus pada pemanfaatan energi gelombang sebagai sarana pembangkit listrik yang adil dan berkelanjutan [3].

Hasil penelitian sebelumnya menyoroti pentingnya memanfaatkan energi gelombang sebagai sarana pembangkit listrik yang adil dan berkelanjutan. Analisis energi potensial gelombang laut di perairan Selatan Malang, Indonesia dengan menggunakan pendekatan sistem informasi geografis (GIS), menekankan pentingnya energi gelombang sebagai sumber energi terbarukan [4]. Kajian menemukan bahwa besaran teoritis energi gelombang di wilayah tersebut berkisar antara 40 kW/m hingga 50 kW/m, dengan nilai potensi energi gelombang teknik tertinggi terjadi pada Agustus 2021 dan Juli 2022 [5]. Pengembangan konsep *Ocean Wave Energy Converter* (OWEC) dengan struktur utama yang dirancang dengan mengadopsi prinsip *Articulated Tower* (AT) dibahas, dengan potensi yang diperkirakan secara teknis hanya pada kisaran 2,0 GW. Pemetaan perairan Indonesia yang mempunyai potensi energi gelombang laut telah dilakukan oleh [6] seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

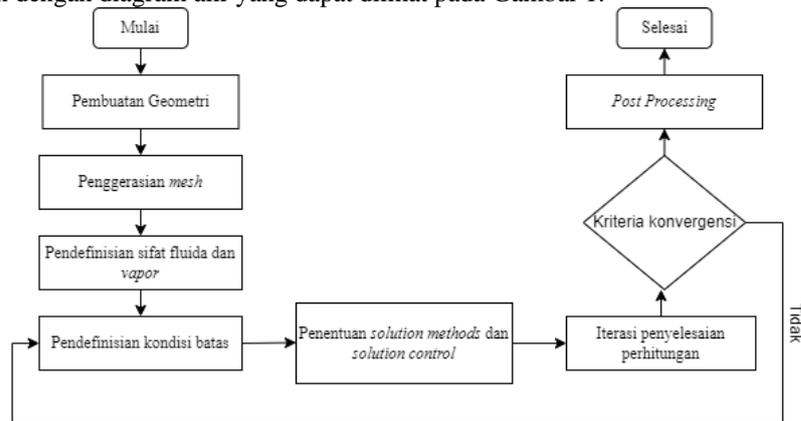


Gambar 1 Peta potensi energi gelombang laut Indonesia [7]

Bagaimanapun, WEC tradisional memiliki tantangan tersendiri yaitu biaya perawatannya yang mahal dan dampak kepada lingkungan yang mana pelumas yang dahulunya memakai minyak pada komponen mekanikal seperti *bearing* sudah tidak boleh dipergunakan pada jaman modern ini [8]. Memberikan keterbatasan yang mana berguna untuk eksplorasi pelumas alternatif yang lebih ramah lingkungan

2. Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian ini dari awal hingga akhir dilakukan mengikuti serangkaian proses. Proses-proses yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan dengan diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



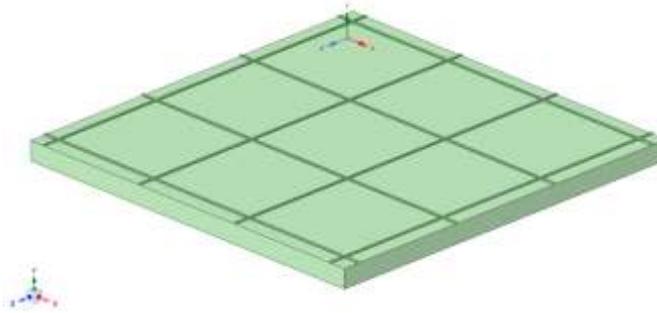
Gambar 2 Diagram Alir

Untuk mensimulasikan proses gerakan translasi pada plat, digunakan model persamaan vektor sinusoidal mengikuti Roithmayr & Hodges... Model ini menggunakan persamaan vektor sinusoidal sebagai persamaan gerakan plat:

$$v(t) = \frac{ds(t)}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \phi) \quad (1)$$

dimana A adalah jarak *sliding* plat yang bergerak, $\omega = 2\pi rad/s$ adalah frekuensi 1 Hz gerakan bolak-balik pada satuan detik, T adalah waktu yang digunakan pada simulasi.

Pola penteksturan memiliki beberapa parameter geometri yang dapat dipelajari. Dalam hal ini parameter yang akan menjadi fokus penelitian adalah sudut penteksturan. Contoh model dan parameternya dapat dilihat pada Gambar 3.



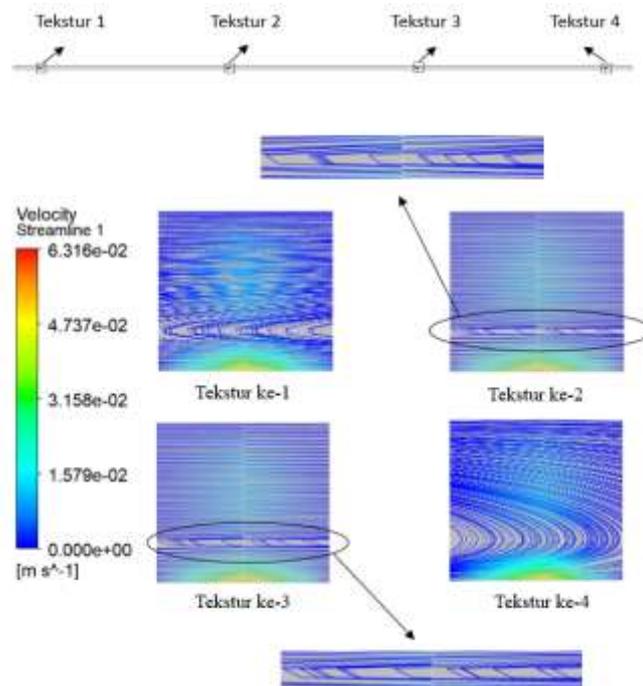
Gambar 3 Pola penteksturan 90°

Validasi dilakukan dengan menggunakan Hadi [9] sebagai referensi. Domain fluida pada proses validasi adalah 10 mm x 10 mm x 45 μm . Studi dalam makalah referensi menyatakan bahwa plat yang bergerak dengan kecepatan 20 mm/s. domain yang tersisa dianggap diam. Dengan karakteristik air laut menggunakan Nie et al., [10]. Data referensi koefisien gesek menunjukkan yaitu 0.17 dan *load carrying capacity* 10 N ditemukan oleh Hadi [9], adalah nilai yang digunakan untuk validasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Validasi dilakukan terlebih dahulu sesuai dengan referensi sebelum dilakukan penambahan modifikasi pada pola penteksturan pada bantalan. Nilai laju aliran massa keadaan tunak yang mengalir merupakan nilai yang berfungsi sebagai validasi. Pembuatan penteksturan pada bantalan sesuai dengan nilai parameter acuan yang telah dibahas sebelumnya merupakan tahap pertama dalam proses validasi. Simulasi validasi dapat dijalankan setelah pola penteksturan diperoleh dan kumpulan yang cukup berukuran 10 mm x 10 mm x 45 μm telah dibuat.

Koefisien gesek yang diperoleh sebesar 0.17927 dan *load carrying capacity* yang diperoleh sebesar 10.4631 N. Nilai yang dijadikan acuan validasi untuk koefisien gesek adalah 0.15 dan untuk *load carrying capacity* 10 N. Terdapat error sebesar 0.4% pada koefisien gesek dan error sebesar 4.6% pada *load carrying capacity*. Karena nilai errornya dibawah 10% maka simulasi dapat dikatakan valid. Plat yang bergerak secara translasi menghasilkan gerakan yang menyebabkan air bergerak pada domain. Hasil simulasi berupa kontur kecepatan pada bidang vertikal dapat dilihat pada Gambar 3.1 sampai Gambar 3.4

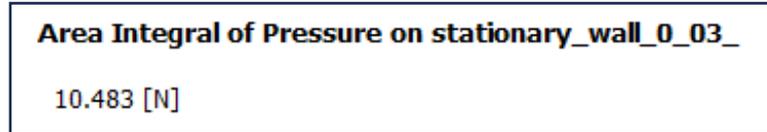


Gambar 4 Streamline diambil dari bidang vertikal sumbu Z pada pelumas *pured sea water*.

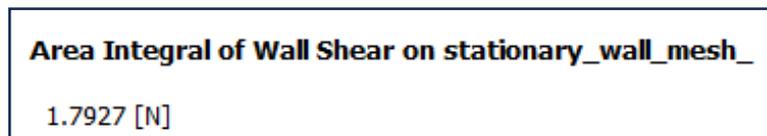
Dari hasil data di atas, pada pola penteksturan 90° mendistribusi kecepatan maksimum secara merata pada setiap sumbu x yaitu 0.06316 m/s. Penelitian ini juga menunjukkan pola penteksturan menghasilkan nilai *load carrying capacity* sehingga mempengaruhi koefisien gesek pada bantalan.

4. Kesimpulan

Pelumas pada fluida mempengaruhi kecepatan aliran, *load carrying capacity*, dan koefisien gesek. Pelumas *pured sea water* mendistribusikan kecepatan maksimum 0.06316 m/s ketika dilihat dari pandangan depan Z pada fluida. Pada pelumas *pured sea water* menghasilkan *load carrying capacity* yaitu 10.483 N dan koefisien gesek yaitu 0.171059 seperti yang tertera integral tekanan pada Gambar 5 dan gaya gesek pada Gambar 6. Pada penelitian kali ini dapat disimpulkan bahwa pada saat ini pelumas yang mana sudah di limitasi penggunaan minyak pada lubrikasi komponen mekanikal seperti *bearing* sudah dapat tergantikan oleh air laut yang lebih ramah lingkungan sehingga tidak mencemari lingkungan yang ada pada alam



Gambar 5 Hasil *load carrying capacity* pada *bearing* yang diambil dari pelumas *pured sea water*.



Gambar 6 Hasil gaya gesek pada *bearing* yang diambil dari pelumas *pured sea water*.

5. Daftar Pustaka

- [1] A. Prof, "WAVE ENERGY CONVERSION SYSTEMS Mukrimin Sevket GUNEY," 2015.
- [2] F. O. Setyawan *et al.*, "ANALYSIS OF POTENTIAL ENERGY OF SEA WAVES IN SOUTHERN WATERS OF MALANG USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS APPROACH," *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology JEEEST*, vol. 10, no. 01, pp. 19–26, 2023, [Online]. Available: <http://jeest.ub.ac.id>
- [3] Hendi Purnata, Sugeng Dwi Riyanto, and Purwiyanto, "Designing a Sea Wave Simulator to Determine the Energy Potential of a Marine Wave Power Plant Using IMU GY-86 Sensor," *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 6, no. 2, pp. 164–173, Dec. 2022, doi: 10.37339/e-komtek.v6i2.1040.
- [4] M. Satriawan, Liliasari, W. Setiawan, and A. G. Abdullah, "Unlimited energy source: a review of ocean wave energy utilization and its impact on the environment," *Indonesian Journal of Science and Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 1–16, 2021, doi: 10.17509/ijost.v6i1.31473.
- [5] B. Triasdian, Y. S. Indartono, and N. S. Ningsih, "Energy capture potential of existing wave energy converters for Indonesian sea," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Jul. 2018. doi: 10.1063/1.5046623.
- [6] E. B. Djatmiko, N. Syahroni, D. T. Putra, and I. F. Farkhani, "CONCEPT DEVELOPMENT OF ARTICULATED TOWER-OCEAN WAVE ENERGY CONVERTER (AT-OWEC)," 2020.
- [7] A. W. B. S. J. M. T. M. I. Eko Sasmito Hadi, "ALAT UNTUK MENGUBAH ENERGI GELOMBANG LAUT MENJADI ENERGI LISTRIK SECARA LANGSUNG MELALUI INTERAKSI ANTARA ALAT APUNGAN DAN PLAT PENGHELA," Apr. 2019.
- [8] A. Ghasemi, M. Anbarsooz, A. Malvandi, A. Ghasemi, and F. Hedayati, "A nonlinear computational modeling of wave energy converters: A tethered point absorber and a bottom-hinged flap device," *Renew Energy*, vol. 103, pp. 774–785, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.11.011>.
- [9] E. Hadi, "Studi Pengaruh Surface Texturing pada Linear Sliding Bearing Berbahan UHMWPE untuk Mengurangi Gaya Gesek pada Wave Energy Converter."
- [10] J. Ding *et al.*, "Insights into friction behavior of textured amorphous carbon and lubricant composite system: Dependence on the lubricant viscosity and textured shape," *Progress in Natural Science: Materials International*, vol. 33, no. 5, pp. 616–624, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.pnsc.2023.11.006.