

DESAIN DAN ANALISIS PENGARUH SISTEM BUOYANCY ENGINE TERHADAP PERUBAHAN GAYA APUNG PADA UNDERWATER GLIDER

Asmar Finali^{1*}, Yeddid Yonatan Eka Darma², Agung Fauzi Hanafi³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Banyuwangi
Jalan Raya Jember No.KM13, Kawang, Labanasem, Kec. Kabat, Kabupaten Banyuwangi
^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi

*Corresponding author: asmar@poliwangi.ac.id

Abstract

The vast and deep conditions of the ocean still contain many objects that have not been explored. Based on the type of autonomous underwater vehicle (AUV) device design, it consists of types that can drift, glide, and can propel itself in water. Types of AUV without propellers (nonpropelled, drifter). or glider), can float without thrusters or glide up and down the water by changing its buoyancy. This AUV uses little or no battery power compared to propeller-driven AUVs, but cannot perform as many maneuvers. Variable Buoyancy System used in different types of underwater craft, designed and built for specific rides and applications. Therefore, each system is completely different from the others. This research focuses on systems that raise and lower volume, using components such as diaphragms, bladders, and bellows. It is possible to use a diaphragm for a buoyancy engine to make the vehicle easier to fabricate. The aim of this research is to determine the magnitude of deformation of the diaphragm made from silicon rubber and EPDM (ethylene propylene diene monomer) with varying thickness of 0.5 mm; 1mm and 2mm. Through the Finite Element Method approach to obtain deformation analysis modeling, EPDM material provides higher deformation than using silicon material. However, for pressures of no more than 0.5 bar, using a rubber thickness of 0.5 mm is not suitable. So the appropriate application for Gliders is 1 mm thick..

Keywords: bouyancy, diaphragma, glider.

Abstrak

Kondisi lautan yang luas dan dalam masih terdapat banyak objek yang belum dieksplorasi. Berdasarkan jenis desain perangkat wahana otonom bawah air (autonomous underwater vehicle (AUV), terdiri dari jenis yang dapat melayang (drift), meluncur (glide), dan dapat mendorong (propel) dirinya sendiri di air. Jenis AUV tanpa propeler (nonpropelled, drifter atau glider) dapat melayang tanpa pendorong atau meluncur naik turun pada air dengan mengubah daya apungnya. AUV ini menggunakan sedikit atau bahkan tanpa daya baterai bila dibandingkan dengan AUV yang digerakkan oleh propeler, tetapi tidak dapat melakukan banyak maneuver. Variable Buoyancy System yang digunakan dalam berbagai jenis wahana bawah air, dirancang dan dibangun untuk wahana dan aplikasi tertentu. Oleh karena itu, setiap sistem benar-benar berbeda dari sistem lainnya. Penelitian ini berfokus pada sistem yang menaikkan dan menurunkan volume, menggunakan komponen seperti diaphragms, bladders, dan bellows. Penggunaan diafragma untuk bouyancy engine dimungkinkan dapat membuat wahana lebih mudah difabrikasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besarnya deformasi dari diafragma yang berbahan silikon rubber dan EPDM (ethylene propylene diene monomer) dengan divariasikan ketebalan 0,5 mm; 1 mm dan 2 mm. Melalui pendekatan Metode Elemen Hingga mendapatkan pemodelan tentang analisis deformasi, material EPDM memberikan deformasi lebih tinggi dibanding penggunaan bahan silikon. Namun untuk tekanan tidak lebih dari 0,5 bar, maka penggunaan tebal karet 0,5 mm tidak sesuai. Maka penerapan yang sesuai untuk Glider menggunakan tebal 1 mm.

Kata kunci: diafragma, gaya apung, wahana bawah air.

1. Pendahuluan

Berdasarkan jenis desain perangkat wahana otonom bawah air (*autonomous underwater vehicle* (AUV), terdiri dari jenis yang dapat melayang (*drift*), meluncur (*glide*), dan dapat mendorong (*propel*)

dirinya sendiri di air. Jenis AUV yang digerakkan menggunakan propeler memiliki kecepatan yang lebih tinggi, lebih lincah dibandingkan dengan AUV tanpa propeler. Kekurangannya, AUV dengan propeller mengakibatkan masa pakai baterai yang

lebih singkat. Sehingga secara umum AUV propeler digunakan pada misi-misi yang memerlukan waktu singkat. Sedangkan AUV tanpa propeler (*nonpropelled, drifter* atau *glider*) dapat melayang tanpa pendorong atau meluncur naik turun pada air dengan mengubah daya apungnya. AUV ini menggunakan sedikit atau bahkan tanpa daya baterai bila dibandingkan dengan AUV yang digerakkan oleh propeler, tetapi tidak dapat melakukan banyak manuver [1]. AUV tanpa propeler ini umumnya digunakan pada misi yang berlangsung cukup lama, berminggu-minggu hingga berbulan-bulan.

Agar dapat bernavigasi secara otonom, AUV dapat dilengkapi dengan sensor posisi atau GPS, tantangan pada AUV adalah gelombang radio tidak dapat berjalan melalui air. AUV hanya dapat memperoleh sinyal GPS saat berada di permukaan. Oleh karena itu, AUV juga menggunakan sistem sensor navigasi inersia, yang mengukur kecepatan, akselerasi, dan rotasi AUV. Sistem paling penting dari AUV adalah bouyancy system.

Variable Buoyancy System (VBS) adalah salah satu komponen paling penting pada kendaraan bawah air yang bergantung pada daya apung untuk mengembangkan gerakan, seperti profiler [2]. Kegagalan sistem tersebut dapat menyebabkan hilangnya wahana secara permanen. Variabel dari sistem apung dalam 20 tahun terakhir telah mengalami banyak perubahan untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja wahana. Perbaikan ini telah mempengaruhi pengurangan biaya operasi, pengurangan konsumsi energi, sehingga bisa meningkatkan daya tahan dan jangkauan kendaraan serta meningkatkan kemampuan muatan [3].

Rumusan masalah pada penelitian kali ini yaitu, Bagaimana perbandingan deformasi dari dimensi diafragma untuk bouyancy engine? Dan Bagaimana potensi gaya apung AUV menggunakan bouyancy engine jenis diafragma?.

Tujuan Penelitian, Melakukan modifikasi pada sistem bouyancy engine pada AUV dengan menganalisa material dan

dimensi komponen diafragma. Dan menganalisa pergerakan wahana ketika di dalam air.

2. Metode Penelitian

Perlengkapan utama yang dibutuhkan untuk penelitian bouyancy engine untuk autonomous glider ditampilkan pada Tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Parameter penelitian

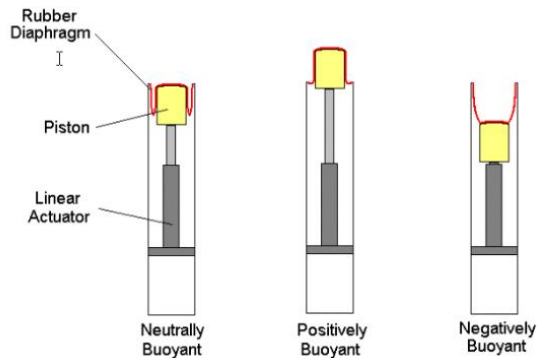
No.	Nama	Spesifikasi
1	Badan wahana	Panjang = 1297 mm Diameter = 152, 4 mm Material = PVC
2	<i>Bouyancy engine</i>	Diafragma yang digunakan Material: EPDM dan Silikon Rubber Tebal: 0,5 mm; 1 mm; 2 mm Tekanan yang digunakan 0,5 bar
3	Sensor	Gyro-accelerometer 3 axis Kompas magnetometer GY273
4	Baterai	24 volt
5	Proses vakum	70%

Mekanisme *buoyancy engine* tersusun atas beberapa komponen diantaranya karet diafragma dan ulir pendorong yang mendorong diafragma keluar dan masuk wahana [4]. Saat diafragma dalam kondisi masuk ke dalam wahana maka wahana akan menyelam. Sedangkan saat wahana diinginkan untuk naik ke permukaan maka diafragma akan didorong untuk keluar wahana [5,6], seperti ditunjukkan Gambar 1. Pada *pitch moving mass* dan *roll moving mass* terdapat sebuah massa pemberat yang digerakkan pada arah aksial dan arah melingkar terhadap sumbu aksial. Massa pemberat ini menggunakan baterai yang sekaligus menjadi sumber tenaga dari wahana [7].

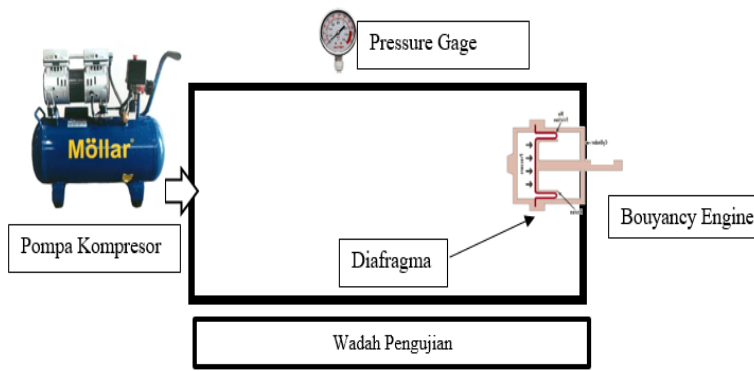
Dari Gambar 2. Dapat dilihat membutuhkan wadah/ kolam uji [8] dengan bagian yang diteliti yaitu penggunaan komponen jenis diafragma pada bouyancy engine AUV dan pengujian dan perhitungan tekanan dari material dan tebal diafragma.

Adapun target penelitian yaitu mendapatkan nilai tekanan yang sesuai

untuk daya apung AUV dan mendapatkan jenis material dan tebal diafragma.



Gambar 1. Sistem *Bouyancy Engine* dengan Diafragma.

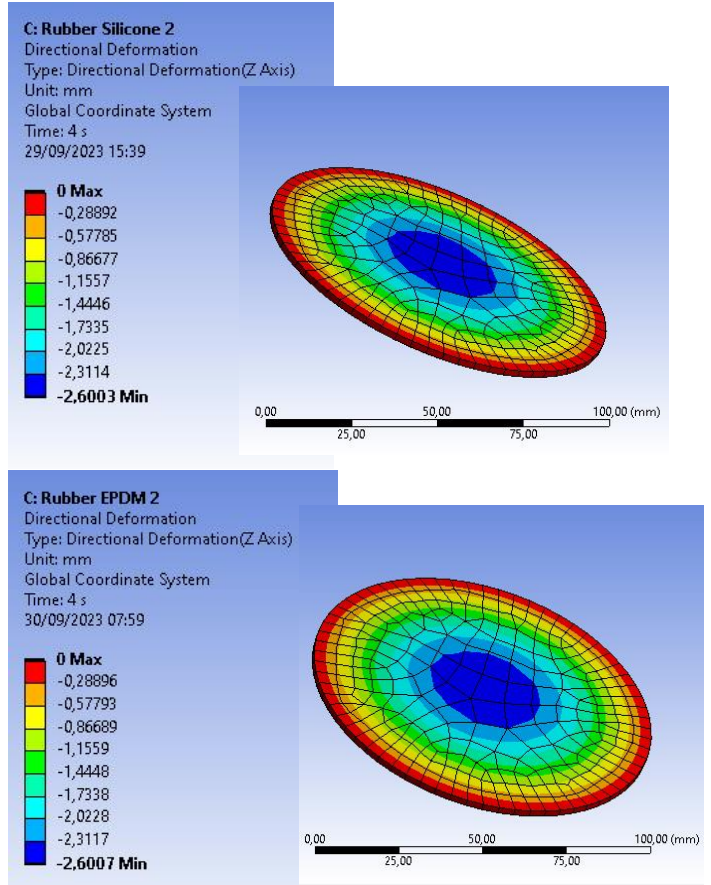


Gambar 2 Pengujian diafragma.

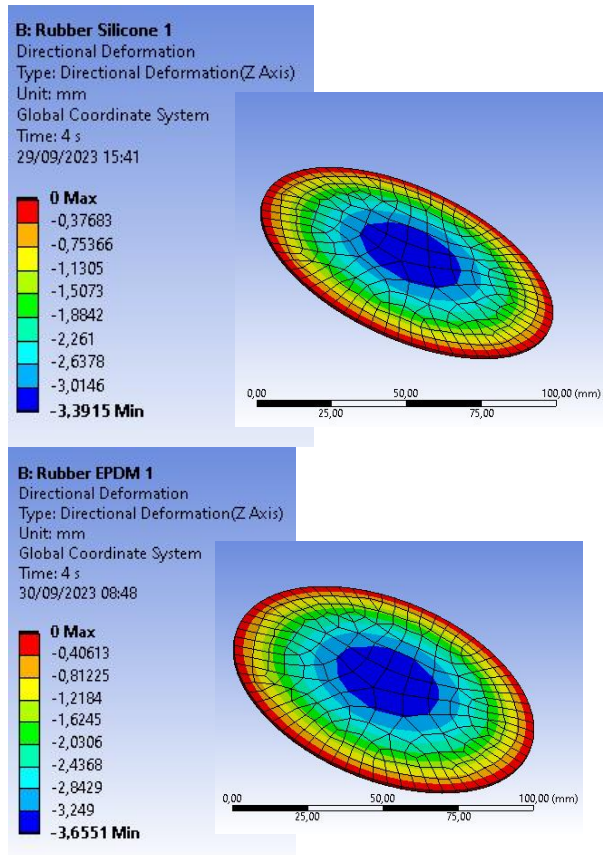
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pendekatan menggunakan perangkat lunak *finite element method*, yang cukup akurat untuk analisa material karet [9,10], untuk mendapatkan perbandingan lembaran karet dari bahan silikon dan EPDM. Material karet yang tipis dan memiliki elastisitas tinggi dan tahan terhadap kembang Kempis yang berulang [11], sebagai diafragma *bouyancy engine* sebagaimana ditunjukkan Gambar 3; Gambar 4 dan Gambar 5.

Dari Gambar 3 menunjukkan material dengan bahan EPDM lebih tinggi nilai defornasinya dari pada berbahan silikon, dengan sama-sama tebal 2 mm. Sedangkan untuk tebal karet 1 mm, hasil perbedaannya ditunjukkan seperti Gambar 4 sebagai berikut: bahan silikon sebesar 3,3915 dan bahan EPDM 3,6551.

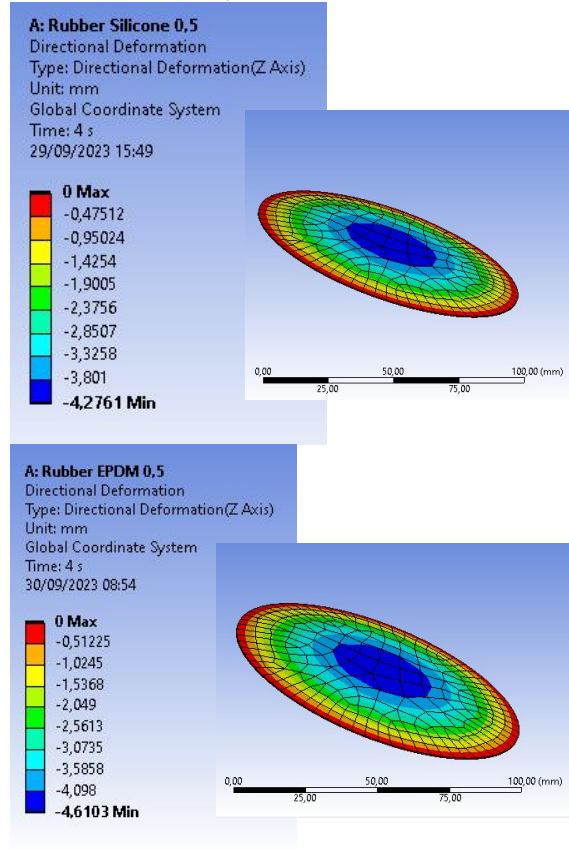


Gambar 3. Hasil Simulasi ketebalan karet 2 mm



Gambar 4. Hasil Simulasi ketebalan karet 1 mm

Sedangkan pada Gambar 5 menunjukkan dengan ketebalan 0,5 mm memberikan nilai deformasi yang lebih tinggi, untuk karet silikon deformasi yang dihasilkan sebesar 4,2761 dari bahan EPDM sebesar 4,6103.



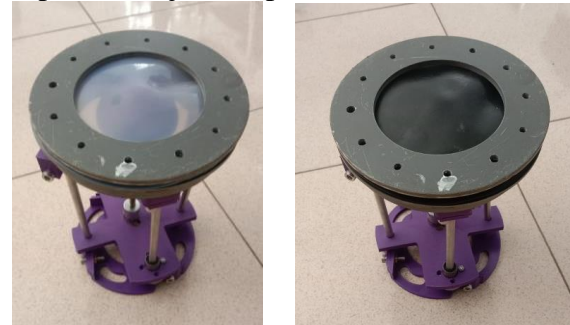
Gambar 5. Hasil Simulasi ketebalan karet 2 mm Poros rangka menggunakan *Stainless steel 304 smooth rod* ukuran 15cm dan disambungkan menggunakan *pitch my frame* [12] yang dibuat menggunakan 3D printing. Terdapat pula *roll moving mass*, yang berfungsi untuk mengatur gerak guling atau gerak putar badan kendaraan [13]. Gerak ini akan digunakan untuk manuver belok. Desain dari *rolling moving mass* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Frame dari mekanisme *Pitch* dan *rolling mass*

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7. merupakan *frame* dari

mekanisme *buoyancy* yang telah dicetak dan dirakit [14]. Frame ini akan digabungkan dengan tutup dan karet diafragma sesuai dengan desain yang direncanakan [15], seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



(a) (b)
 Gambar 7. Pengaplikasian karet silikon(a) dan karet EPDM(b) pada *buoyancy engine*

4. Kesimpulan

Dari pendekatan menggunakan pemodelan perangkat lunak, menunjukkan penggunaan material EPDM untuk diafragma *buoyancy engine* memberikan deformasi lebih dibanding penggunaan bahan silikon. Namun untuk tekanan tidak lebih dari 0,5 bar, jika melebihi tekanan tersebut maka penggunaan tebal 0,5 mm tidak sesuai. Maka untuk penerapan ke Glider menggunakan tebal 1 mm.

Referensi

- [1] P. DIKTI, 2023. Sosialisasi kontes robot bawah air indonesia, BPTI Puspresnas, Jakarta.
- [2] D. R. dkk., 2019. Deep SOLO: Afull-depth profiling float for the Argo program, *Atmos Ocean Technology* 36, 1967-1981.
- [3] A. A.-T. a. A. A. Moustafa Elkolali, 2022. Design and Testing of a Miniature Variable Bouyancy System for Underwater Vehicles, *IEEE Access* 10, 42297-32308.
- [4] B. Y. D. O. Munson, 2002. *Fundamental of Fluid Mechanics*, Hoboken: J. Wiley & Sons, Inc.
- [5] K. T. Y. K. H. d. U. T. Kawaguchi, 1993. Development and sea trials of a shuttle type AUV "ALBAC",

- International Symposium on Unmanned Untethered Submersible Technology.*
- [6] K. N. S. A. P. D. d. F. A. Muljowidodo, 2013. Testing of ITB Hybrid AUV Bouyancy Engine, *ICIUS*.
- [7] C. C. O. T. L. R. D. W. T. L. T. S. P. J. Eriksen, 2001. Seaglider: A long range autonomous underwater vehicle for oceanographic research, *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 424-436.
- [8] Hanafi, A. F., 2019. Perancangan, Pembuatan Dan Pengujian Hybrid AUV ITB, Tesis ITB, 55-56.
- [9] MSCSoftware, 2010. Nonlinear Finite Element Analysis of Elastomers, Santa ana.
- [10] Schaefer, Ronald J., 2005. Mechanical Properties Of Rubber. New york, 33.1-33.16.
- [11] Arizal, R., 2007. Karet Alam Dan Karet Sintetis, Departemen Perdagangan, Jakarta.
- [12] Ramanda, A. dkk, 20015. Rancang Bangun Prototipe Wahana Bawah Air Tipe *Working Class ROV (Remote Operating Vehicle)*, SNIKO,
- [13] Wahab, Faisal. 2019. Desain Awal Pembuatan Glider *Autonomous Underwater Vehicle (AUV)* Parahyangan. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)* 4, 29-36.,
- [13] Herlambang, T., 2016. Desain Dan Analisa Sistem Gerak Autonomous Underwater Vehicle, ITS.
- [14] Rofiq, S. A., 2014. Perancangan Sistem Pengaturan Kestabilan Autonomous Underwater Vehicle (AUV) untuk Gerak Lateral Menggunakan Sliding Mode Control (SMC), *JURNAL TEKNIK POMITS* Vol. 3, 19-24.
- [15] Hanafi, A. F., 2013. Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Bouyancy Engine Hybrid AUV ITB, Skripsi ITB, 60-61.