

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI KINERJA PERANGKAT KONVERTER ENERGI GELOMBANG
TERKAIT NILAI KONSTANTA PEGAS AKIBAT PITCHING
DENGAN BEBAN 150 KG



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Disusun Oleh :
MERCU BUANA

Nama : Kurnia Sandy
NIM : 41319120043
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JAKARTA 2024


HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Kurnia Sandy
NIM : 41319120043
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Studi Kinerja Perangkat Konverter Energi Gelombang Terkait Nilai Konstanta Pegas Akibat Pitching Dengan Beban 150 Kg

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D ()
NIDN : 0310029004
Penguji 1 : Dr. Nanang Ruhyat, S.T., M.T ()
NIDN : 0323027301
Penguji 2 : Subekti, S.T., M.T ()
NIDN : 0323117307

Jakarta, 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T
NIDN. 0307037202

Kaprodi Teknik Mesin



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T
NIDN. 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Kurnia Sandy
NIM : 41319120043
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Studi Kinerja Perangkat Konverter Energi Gelombang Terkait Nilai Konstanta Pegas Akibat Pitching Dengan Beban 150 Kg

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Juni 2024



(Kurnia Sandy)

PENGHARGAAN

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“STUDI KINERJA PERANGKAT KONVERTER ENERGI GELOMBANG TERKAIT NILAI KONSTANTA PEGAS AKIBAT PITCHING DENGAN BEBAN 150 KG”**. Laporan Tugas Akhir ini saya susun untuk memenuhi salah satu syarat dalam dalam mencapai gelar sarjana strata satu (S1) yang tertuang dalam kurikulum Universitas Mercu Buana. Dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan banyak terima kasih dan penghargaan khusus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Joni Hardi, ST, MT selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr.Eng. Imam Hidayat, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir
6. Bapak Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan penulis hingga menyelesaikan laporan tugas akhir.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam Laporan Tugas Akhir ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap agar Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, Juni 2024

(Kurnia Sandy)

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat setiap tahunnya. Untuk memenuhi kebutuhan itu, pemanfaatan sumber daya konvensional seperti minyak dan batu bara masih menjadi usaha utama sedangkan sumber energi tidak terbarukan tersebut pada akhirnya akan habis. Untuk itu pemanfaatan energi terbarukan diperlukan untuk menanggulangi masalah yang dihadapi. Indonesia sendiri memiliki wilayah maritim yang sangat luas maka potensi pembangkit listrik menggunakan tenaga gelombang air laut sangat potensial dilakukan di Indonesia. Dengan kondisi ini, energi gelombang laut dapat menjadi sebuah sumber energi terbarukan yang potensial, tetapi memerlukan teknologi yang efisien untuk mengekstraknya. Mekanisme perubahan energi pada perangkat Konverter Energi Gelombang yang terdiri dari tiga bagian: struktur bangunan laut, *PTO (Power Take Off)*, *gearbox* dan ponton tipe H beam. Prinsip kerja pada sistem ini yaitu dengan cara mengakumulasi energi gelombang untuk memutar generator dan menghasilkan energi listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk analisis hasil performa terhadap gerak *pitching* dari perangkat konverter energi gelombang dengan beban massa 150 kg. Dalam hal ini, ketinggian gelombang memiliki pengaruh terhadap besaran listrik yang dihasilkan serta berpengaruh juga terhadap besaran nilai efisiensi. Uji lapangan dilakukan di laut pantai Tanjung Pasir Tangerang menggunakan metode eksperimen. Dari hasil uji lapangan didapatkan energi *power take off* maksimal sebesar 534,29 *Joule* serta efisiensi maksimal perangkat KEG sebesar 73,96 %. Tegangan listrik maksimal yang mampu dihasilkan yaitu 34,00 V dan arus listrik maksimal yaitu 3,14 A.

Kata kunci: Konverter Energi Gelombang; *Pitching*; *Power Take Off (PTO)*; *gearbox*; Efisiensi.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

FIELD TEST STUDY OF WAVE ENERGY CONVERTER MACHINE PITCHING MOTION PERFORMANCE AT 150 KG MASS LOAD CONDITIONS

ABSTRACT

The need for electrical energy is increasing every year. To meet these needs, the use of conventional resources such as oil and coal is still the main business, while these non-renewable energy sources will eventually run out. For this reason, the use of renewable energy is necessary to overcome the problems faced. Indonesia itself has a very large maritime area, so the potential for generating electricity using sea wave power is very potential in Indonesia. Under these conditions, ocean wave energy can be a potential renewable energy source, but requires efficient technology to extract it. The energy change mechanism in the Wave Energy Converter device consists of three parts: marine structure, PTO (Power Take Off), gearbox and H beam type pontoon. The working principle of this system is by accumulating wave energy to rotate a generator and produce electrical energy. The aim of this research is to analyze the performance results of the pitching motion of a wave energy converter device with a mass load of 150 kg. In this case, the wave height has an influence on the amount of electricity produced and also influences the efficiency value. Field tests were carried out on the sea coast of Tanjung Pasir Tangerang using experimental methods. From the field test results, it was found that the maximum power take off energy was 534.29 Joules and the maximum efficiency of the KEG device was 73.96%. The maximum electric voltage that can be generated is 34,00 V and the maximum electric current is 3,14 A.

Keywords: *Wave Energy Converter; pitching; Power Take Off (PTO); gearbox; Efficiency*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SIMBOL	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 <i>WAVE ENERGY CONVERTER (WEC)</i>	10
2.1.1 Penempatan <i>Wave Energy Converter (WEC)</i>	11
2.1.2 Klasifikasi <i>Wave Energy Converter (WEC)</i>	12
2.3 <i>GERAK PITCHING</i>	14
2.4 GELOMBANG LAUT	15
2.4.1 Energi Gelombang pada Air Laut	17
2.4.2 Prinsip Kerja Perangkat Konverter Energi Gelombang	18
2.4.3 Azas <i>Damped Forced Vibration System</i> Pada Konverter Energi Gelombang	18
2.4.4 Gerak Ponton Terhadap Gelombang Laut	19
2.4.5 Konstanta Pegas	21
2.4.6 Energi Mekanik Pegas	22
2.4.7 Efisiensi Perangkat Konverter Energi Gelombang	22

BAB III METODOLOGI	23
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	23
3.2 ALAT DAN BAHAN	25
3.3 METODE PENELITIAN	30
3.4 PROSEDUR PENELITIAN	30
3.5 PROSES LANGKAH-LANGKAH PENGAMBILAN DATA	31
3.5.1 Pengukuran Kostanta Pegas	31
3.5.2 Pengukuran Kecepatan Angin	32
3.5.3 Pengukuran Besaran Tegangan dan Arus	32
3.6 PENGOLAHAN DATA	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 HASIL UJI LAPANGAN MESIN KEG	34
4.2 DATA HASIL UJI LAPANGAN	35
4.2.1. Perhitungan Konstanta Pegas	35
4.2.2. Data Hasil Pengujian Sesi Pertama	36
4.2.3. Data Hasil Pengujian Sesi Kedua	37
4.2.4. Data Hasil Pengujian Sesi Ketiga	38
4.3. PENGOLAHAN DATA MESIN KEG	39
4.3.1. Hasil Perhitungan Tinggi Gelombang	39
4.3.2. Hasil Perhitungan Daya PTO	53
4.3.2. Hasil Perhitungan Energi Gelombang	55
4.3.3. Hasil Perhitungan Efisiensi Mesin KEG	57
4.4. HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	59
4.4.1. Hubungan Ketinggian Gelombang Terhadap Tegangan	59
4.4.2. Hubungan Ketinggian Gelombang Terhadap Arus	60
4.4.3. Hubungan Ketinggian Gelombang Terhadap Daya PTO	61
4.4.4. Hubungan Ketinggian Gelombang Terhadap Energi Gelombang	61
4.4.5. Hubungan Ketinggian Gelombang Terhadap Efisiensi Mesin KEG	62
4.4.6 Pembahasan	63
BAB V PENUTUP	65
5.1. KESIMPULAN	65
5.2. SARAN	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penempatan WEC di Laut (Farrok et al., 2020)	11
Gambar 2. 2 Sistem OWC (Farrok et al., 2020)	13
Gambar 2. 3 Sistem Oscillating Bodies (Altinkili, 2018)	13
Gambar 2. 4 Sistem Tapered Channel (Bevilacqua.G & Zanuttigh.B, 2011)	14
Gambar 2. 5 Sistem Wave Dragon (Bevilacqua.G & Zanuttigh.B, 2011)	14
Gambar 2. 6 Representasi Gerak Pitching Ponton	15
Gambar 2. 7 Gelombang Air Laut (Wayan Arta Wijaya, 2010)	16
Gambar 2. 8 Energi Gelombang Laut (Aryanto, 2023)	17
Gambar 2. 9 Prinsip Kerja Mesin KEG	18
Gambar 2. 10 Sistem Azas Damped Forced Vibration (Hamid, 2012)	18
Gambar 2. 11 Mesin Konverter Energi Gelombang	19
Gambar 2. 12 Gaya Pada Ponton (Hamid, 2012)	19
Gambar 2. 13 Spring Free Vibration (Hamid, 2012)	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3. 2 Proses Pemasangan Komponen Mechanical ke Struktur	24
Gambar 3. 3 Struktur Konverter Energi Gelombang	27
Gambar 3. 4 Gearbox	27
Gambar 3. 5 Generator	28
Gambar 3. 6 Anemometer	28
Gambar 3. 7 Ponton Tipe I Beam	29
Gambar 3. 8 Multimeter	29
Gambar 3. 9 Diagram Alir Proses Pengambilan Data Penelitian	30
Gambar 3. 10 Pengukuran Kostanta Pegas	32
Gambar 3. 11 Pengukuran Kecepatan Angin	32
Gambar 3. 12 Pengukuran Besaran Tegangan dan Arus	33
Gambar 4. 1 Prototipe Mesin KEG	34
Gambar 4. 2 Grafik Ketinggian Gelombang Terhadap Tegangan	60
Gambar 4. 3 Grafik Ketinggian Gelombang Terhadap Arus	60
Gambar 4. 4 Grafik Tinggi Gelombang Terhadap Daya PTO	61
Gambar 4. 5 Grafik Ketinggian Gelombang Terhadap Energi Gelombang	62
Gambar 4. 6 Hubungan Ketinggian Gelombang Terhadap Efisiensi Mesin KEG	63
Gambar 4. 7 Akumulasi Hasil Pengujian	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	25
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Pukul (07:00)	36
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Pukul (07:05)	36
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Pukul (11:00)	37
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Pukul (11:05)	37
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Pukul (14:00)	38
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Pukul (14:05)	38
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian Mesin KEG	39
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Daya PTO	55
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Energi Gelombang	57
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Efisiensi Mesin KEG	59



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
E_P	Energi Potensial Pegas (J)
E_M	Energi Mekanik
E_K	Energi Kinetik
λ	Panjang gelombang (m)
H	Tinggi Gelombang (m)
v	Kecepatan gelombang (m/sec)
g	Percepatan Gravitasi (m/sec)
ρ	Berat jenis Air
b	Lebar Ponton
m_p	Massa ponton
m_a	<i>Virtual added mass</i>
k	Konstanta pegas
c	Konstanta damping
F_w	<i>Wave exciting force</i>

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
KEG	Konverter Energi Gelombang
OWC	<i>Oscillating Water Column</i>
WEC	<i>Wave Energy Converter</i>
PTO	<i>Power Take Off</i>
PLTG	Pembangkit Listrik Tegana Gelombang



UNIVERSITAS
MERCU BUANA