

PENGUKURAN PERGERAKAN MINIATUR PELAMPUNG PADA TITIK X,Y,Z TERHADAP PEGERAKAN GELOMBANG

Taya Romand Keinejo, Heri Saptono, Handry Khoswanto
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

E-Mail: taya.romandert@gmail.com ; herisw@petra.ac.id ; handry@petra.ac.id

Abstrak - Pemanfaatan gelombang air sebagai penggerak pembangkit listrik saat ini sedang banyak diteliti, untuk mendapatkan data pola pergerakan maka dibuat sistem pembaca pola gerak dengan memanfaatkan sensor *ultrasonic* dan sensor *accelerometer*.

Sistem ini terdiri dari sebuah pelampung, yang terdapat sistem pengambilan data oleh Wemos-D1 dan dilengkapi dengan sensor *ultrasonic* dan sensor *accelerometer* sebagai alat untuk mendapatkan data pergerakan pelampung. Didalam sistem terdapat SD card sebagai penyimpan data dan juga ESP8266 sebagai pengirim data secara realtime.

Berdasarkan hasil pengujian data yang diterima pada SD card dan ESP8266 adalah sama. sehingga data dapat di olah secara langsung pada saat terjadi pengiriman data melalui ESP8266.

Kata Kunci— Pengukuran Pergerakan Miniatur Pelampung, Wemos-D1, *ultrasonic*, *accelerometer*

I. PENDAHULUAN

Pada saat perkembangan jaman bertambah maju serta kebutuhan manusia terhadap listrik terus meningkat tiap tahunnya. Teknologi terbaru terus dicari untuk memenuhi kebutuhan manusia yang terus meningkat dan tidak tergantung dengan bahan bakar fosil. Salah satu sumber daya terbarukan yang dapat dimanfaatkan berasal dari laut seperti angin, gelombang dan panas. (Purba, 2014)

Energi gelombang laut adalah energi yang dihasilkan dari pergerakan gelombang laut menuju daratan dan sebaliknya. Pada dasarnya pergerakan laut yang menghasilkan gelombang laut terjadi akibat dorongan pergerakan angin. Gelombang laut secara ideal dapat dipandang berbentuk gelombang yang memiliki ketinggian puncak maksimum dan lembah minimum. Pada selang waktu tertentu, ketinggian puncak yang dicapai serangkaian gelombang laut berbeda-beda, bahkan ketinggian puncak ini berbeda-beda untuk lokasi yang sama jika diukur pada hari yang berbeda. Meskipun demikian secara statistik dapat ditentukan ketinggian signifikan gelombang laut pada satu titik lokasi tertentu. (Steel, 2017)

Berdasarkan energi terbaru yang terdapat pada gelombang air, maka dilakukanlah penelitian gerakan serta kekuatan gaya tarik pada suatu gelombang terhadap pelampung. Dimana pergerakan pelampung dapat menggerakkan generator linier sebagai pembangkit listrik terbarukan. Kekuatan pergerakan pelampung juga dapat menentukan berapa besar generator linier yang akan

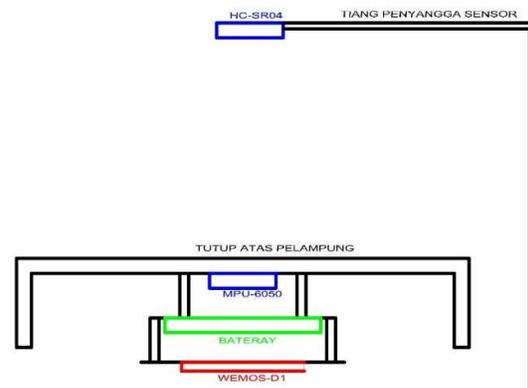
digunakan, sehingga diperlukannya analisa serta penelitian pola gerakan serta kekuatan sebuah gelombang.

Pada proses analisa dan penelitian ini berada di lab hidrodinamika ITS, serta akan memanfaatkan wemos-D1, sensor *gyro & accelerometer*, dan modul SD Card sebagai pembaca data serta penyimpan data yang didapat pada gerak gelombang, serta modul wifi sebagai komunikasi data pada laptop. Untuk besar gaya tarik yang didapat akan memanfaatkan besar gaya pegas sebagai acuan hasil analisa kekuatan gaya tarik gelombang. Dimana data yang diperoleh nanti akan dapat menentukan ukuran pembangkit listrik yaitu generator linier. Dimana ukuran pembangkit generator linier akan menyesuaikan besar gaya dan pola gerakan gelombang dari data analisa yang di dapat

II. PERENCANAAN DESAIN ALAT

Sistem pada pelampung menggunakan Wemos-D1 sebagai controller serta sensor *accelerometer* sebagai sensor yang akan digunakan sebagai pedoman perpindahan pelampung pada bagian titik X dan Y. Sedangkan untuk sensor *ultrasonic* digunakan untuk membaca posisi perpindahan pada bagian titik Z. Seluruh data sensor akan disimpan pada SD card module serta akan dikirim secara berkala melalui ESP8266 ke *Database*.

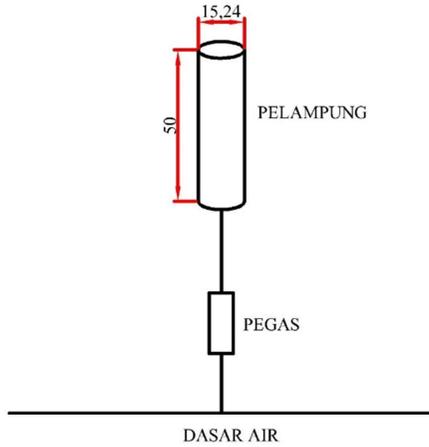
A. Alat Pembaca Pergerakan Pelampung



Gambar 1. Sketsa pemasangan elektronik.

Pada Gambar 1, merupakan desain tata letak sensor dan controller. Posisi sensor *accelerometer* berada pada bagian

bawah pelampung dan untuk sensor *ultrasonic* berada pada bagian atas tutup pelampung. Pembacaan sensor *accelerometer* membaca kemiringan posisi pelampung untuk mendapatkan posisi gerak pelampung pada sumbu X dan sumbu Y. Sedangkan pada sensor *ultrasonic* membaca jarak perpindahan pelampung pada sumbu Z dengan cara memantulkan gelombang suara sensor pada bagian tutup pelampung.



Gambar 2. Sketsa pelampung

Pada gambar 2 merupakan desain peletakan pelampung pada kolam pengujian. Pada bagian bawah terdapat pegas yang digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik pelampung terhadap gelombang air.

Pada pengujian pelampung akan tenggelam sedalam 65% dari total tinggi pelampung, maka dibutuhkan perhitungan volume pelampung untuk mendapatkan berat pelampung yang diinginkan. Proses perhitungan yang dilakukan sebagai berikut:

Volume tabung pelampung:

$$Volume = \pi \cdot r^2 \cdot Tinggi$$

$$V = \pi \cdot (7,63 \times 10^{-2})^2 \cdot 0,5m$$

$$V = 9,144 \times 10^{-3} m^3$$

Untuk konversi volume tabung menjadi berat sebagai berikut:

$$\rho = 1000 \text{ kg}/m^3$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 1000 \text{ kg}/m^3 \cdot 9,144 \times 10^{-3} m^3$$

$$m = 9,144 \text{ kg}$$

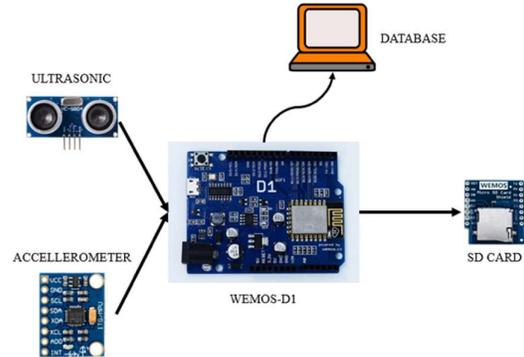
Untuk mendapatkan pelampung tenggelam sebesar 65 percent sebagai berikut:

$$m_{pelampung} = \left(\frac{65}{100}\right) * m$$

$$m_{pelampung} = \left(\frac{65}{100}\right) * 9,144 = 5,944 \text{ kg}$$

B. Desain Alur Kerja Sistem

Alat pembaca pergerakan pelampung terdapat pada gambar 3. Yaitu terdiri dari 2 sensor yaitu sensor *accelerometer* dan sensor *ultrasonic* yang digunakan untuk membaca posisi sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z. Data yang didapat pada controller akan disimpan pada Sdcard dan dikirim pada database.



Gambar 3. Desain Sistem

C. Proses Olah Data

Untuk mendapatkan posisi pelampung pada sumbu X dan sumbu Y maka digunakan integral 2 kali dari hasil pembacaan sensor *accelerometer* yang menghasilkan data dalam bentuk derajat. Proses olah data pada sensor *accelerometer* sebagai berikut:

a_x = *accelerometer* pada sumbu X

a_y = *accelerometer* pada sumbu Y

$$\text{posisi sumbu X} = \left(\frac{a_x}{2}\right) \cdot \text{waktu}^2$$

$$\text{posisi sumbu Y} = \left(\frac{a_y}{2}\right) \cdot \text{waktu}^2$$

Proses penghitungan ini dipengaruhi oleh waktu cuplik data, sehingga jeda waktu cuplik data (dt) harus selalu konstan dan dibuat sekecil mungkin. (Alma, 2013)

Pada sumbu Z menggunakan sensor *ultrasonic* yang Proses pembacaan sensor *ultrasonic* menggunakan pwm input atau analog input. Pembacaan jarak pada ultrasonic berdasarkan waktu tempuh sebuah gelombang suara yang ditembakkan oleh ultrasonic secara *realtime*, sehingga mendapatkan jarak dari perhitungan gelombang suara berdasarkan waktu tempunya. Dengan memanfaatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{jarak} = \text{durasi pulsa sinyal} * \left(\frac{0,034}{2}\right)$$

Pada rumus diatas dengan menghitung waktu tempuh sebuah suara yaitu sekitar 0,034cm/s, pada proses ultrasonic gelombang suara mengalami dua kali perjalanan agar dapat dibaca kembali sehingga kecepatan rambat suara harus di bagi dua kali. (kelas-fisika, 2017)

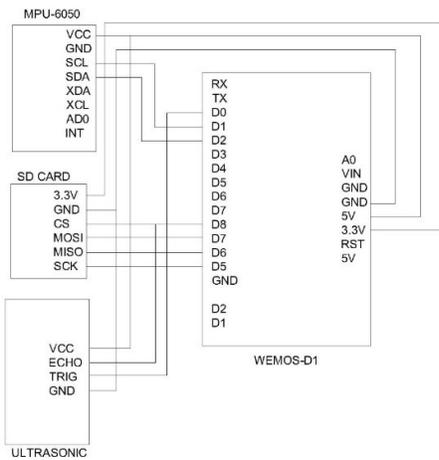
D. *Desain software pada Arduino*

Void setup merupakan bagian dimana hanya dijalankan sekali saat Arduino diaktifkan. Dalam fungsi ini, ada beberapa kode program yang mengatur fungsi pin Arduino, membuka komunikasi serial ESP8266 WiFi Modul dan membuat koneksi antara ESP8266 WiFi Modul ke akses-point dengan nama ssid dan password tertentu. Setelah void setup dijalankan, Arduino akan menjalankan fungsi yang akan selalu diulang. Fungsi ini adalah void loop. Void loop ini berisi beberapa fungsi lain yang dijalankan secara berurutan seperti:

- a. Read Sensor *Accellerometer*
- b. Read Sensor *Ultrasonic*
- c. Write Sdcard
- d. Send Database

Fungsi-fungsi di atas dipanggil ketika fungsi void loop sedang berjalan di dalam Arduino. Void loop akan menjalankan secara berurutan dari Read Sensor *Accellerometer* hingga Send Databse kemudian kembali lagi ke Read Sensor *Accellerometer* dan begitu seterusnya.

E. *Perangkaian Alat*



Gambar 4. Wiring komponen.

Pada gambar 4 merupakan wiring diagram dari kontroller, sensor, dan SD Card. Pin yang digunakan pada wemos-D1 terdapat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Data Pin Wemos-D1

Pin	Fungsi
5V	Suplay tegangan MPU-6050 & Ultrasonic
3,3V	Suplay SD card
GND	Ground
D0	Triger Ultrasonic
D1	SCL MPU-6050
D2	SDA MPU-6050
D5	CLK SD card
D6	MISO SD card
D7	MOSI SD card
D8	CS SD card
D8	Echo Ultrasonic

III. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA

A. *Pengujian Sensor Accellerometer dan Sensor Ultrasonic*

Pengujian pada sensor *accelerometer* dengan membandingkan data yang dihasilkan pada sensor dengan aplikasi kemiringan pada *smartphone*. Akurasi sensor pada sumbu X sebesar 99,84% pada posisi derajat positif dan 99,91% pada posisi derajat negatif.

Pada pengujian pada sumbu Y sebesar 99,77% pada posisi derajat positif dan 99,88% pada posisi derajat negatif. Pengambilan data pada sumbu X dan sumbu Y sebesar ± 60 derajat.

Pada pengujian sensor *ultrasonic* yang digunakan untuk membaca perpindahan pelampung pada sumbu Z maka perlu dilakukan pengujian juga. Hasil dari pengujian pada sensor *ultrasonic* memiliki tingkat akurasi pembacaan sebesar 99,64%. Proses pengujian berada pada jarak 5 cm hingga 100 cm, cara pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan data pada sensor *ultrasonic* dengan menggunakan penggaris sebagai media pengujian.

B. *Pengujian Database*

Pengujian yang dilakukan pada database dengan cara membandingkan data yang terkirim dengan yang tersimpan pada Sdcard. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel 2, tabel 3, dan tabel 4. Berikut data yang didapat pada database dan Sdcard :

Tabel 2. Data Pengujian Sumbu X

X SD Card (derajat)	X Database (derajat)	TINGKAT AKURASI	WAKTU
-10.4	-10.4	TRUE	1.2 detik
-10.26	-10.26	TRUE	1.2 detik
-10.69	-10.69	TRUE	1.2 detik
-10.89	-10.89	TRUE	1.2 detik

Tabel 3. Data Pengujian Sumbu Y

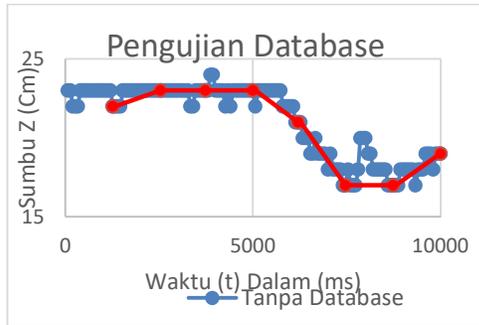
Y SD Card (derajat)	Y Database (derajat)	TINGKAT AKURASI	WAKTU
-6.37	-6.37	TRUE	1.2 detik
-6.5	-6.5	TRUE	1.2 detik
-7.27	-7.27	TRUE	1.2 detik
-6.32	-6.32	TRUE	1.2 detik

Tabel 4. Data Pengujian Sumbu Z

Z SD Card (cm)	Z Database (cm)	TINGKAT AKURASI	WAKTU
245	245	TRUE	1.2 detik
245	245	TRUE	1.2 detik
245	245	TRUE	1.2 detik
31	31	TRUE	1.2 detik

Dari hasil pengujian pada databse maka didapat data yang akurat pada SD card, pada hasil pengujian ini juga didapat bahwa delay yang didapat cukup besar yaitu 1,2 detik. Berikut

perbandingan data antara menggunakan database dan tanpa database.



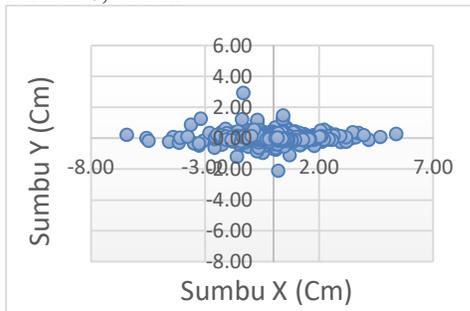
Gambar 5. Pengujian Database

Data pengujian yang dilakukan dengan waktu selama 10 detik menunjukkan jumlah data yang berbeda. Jumlah data tanpa database jauh lebih banyak daripada menggunakan database. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 5 sebagai perbandingan kecepatan database.

C. Pengujian Alat Pada Pelampung Terhadap Pergerakan Gelombang

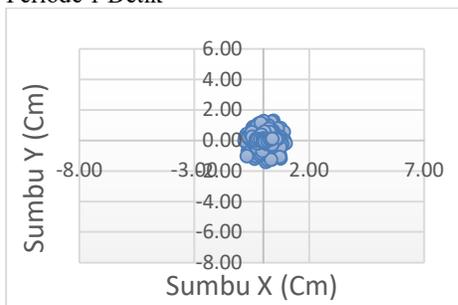
1. Pengujian Sumbu X dan Sumbu Y

- Periode 0,4 Detik



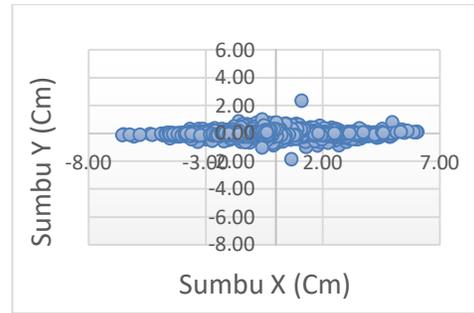
(A)

- Periode 1 Detik



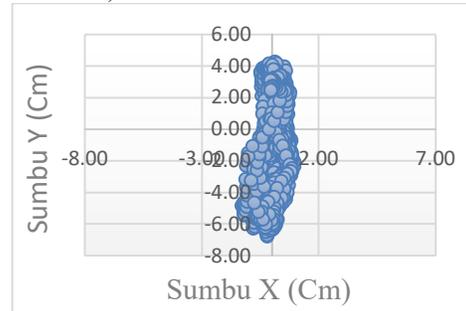
(B)

- Periode 1,6 Detik



(C)

- Periode 1,8 Detik



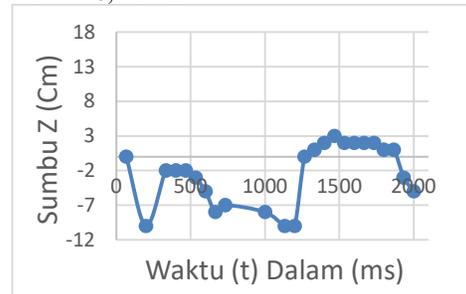
(D)

Hasil pengujian yang dilakukan dengan bantuan sensor *accelerometer* dapat dilihat pada gambar A, B, C, dan D sumbu X dan sumbu Y terhadap pergerakan gelombang air.

Pada periode gelombang 0,4 detik dan 1,6 detik pergerakan pelampung lebih dominan pada sumbu X, untuk periode gelombang 1 detik pergerakan pelampung seimbang antara perpindahan pada sumbu X dan sumbu Y, sedangkan pada periode gelombang 1,8 pergerakan gelombang lebih dominan pada sumbu Y

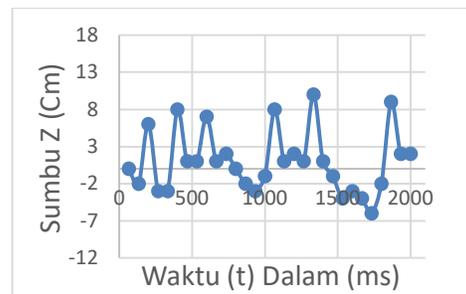
2. Pengujian Sumbu Z

- Periode 0,4 Detik



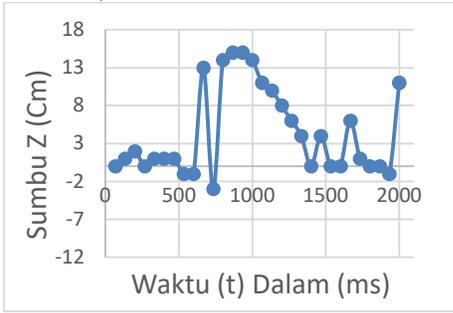
(A)

- Periode 1 Detik



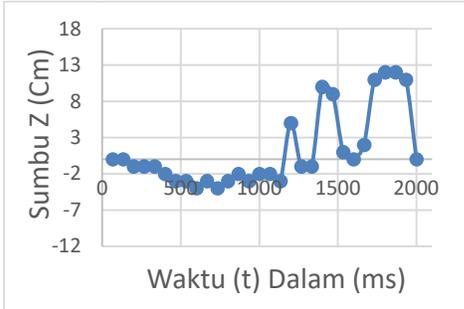
(B)

- Periode 1,6 Detik



(C)

- Periode 1,8 Detik



(D)

Hasil pengujian yang dilakukan dengan bantuan sensor *ultrasonic* dapat dilihat pada gambar A, B, C, dan D sumbu Z terhadap pergerakan gelombang air.

Pada periode gelombang 0,4 detik pergerakan pelampung cenderung turun sehingga gaya tarik pelampung pada periode ini tidak begitu besar. Pergerakan pelampung ini menandakan bahwa periode gelombang yang digunakan tidak sesuai atau tidak cocok dengan karakter pelampung tersebut.

Pada periode gelombang 1 detik pergerakan pelampung mengalami perpindahan naik dan turun stabil, pada periode ini gerak pelampung mengalami perpindahan naik setinggi 10 cm dan untuk pergerakan turun pelampung mengikuti gaya tarik pegas yaitu kembali semula pada posisi diam pelampung.

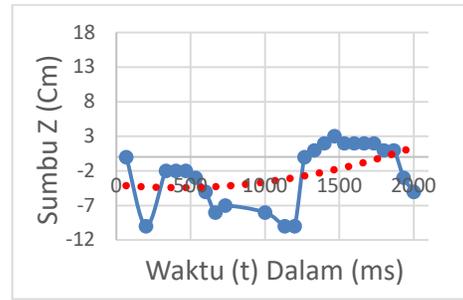
Pada periode gelombang 1,6 detik pergerakan pelampung mengalami perpindahan naik cukup tinggi yaitu setinggi 15 cm. Pada pergerakan pelampung ini menunjukkan jika periode gelombang yang digunakan sesuai dengan karakter pelampung tersebut.

Pada periode gelombang 1,8 detik pergerakan pelampung terhadap gelombang lebih kecil dalam hal perpindahan naik, jika dibandingkan dengan periode gelombang 1,6 detik maka perpindahan pelampung pada posisi naik lebih kecil. Sehingga pada karakter pelampung lebih sesuai dengan periode 1,6 detik daripada periode gelombang yang lebih tinggi.

3. Pola Pergerakan Pelampung

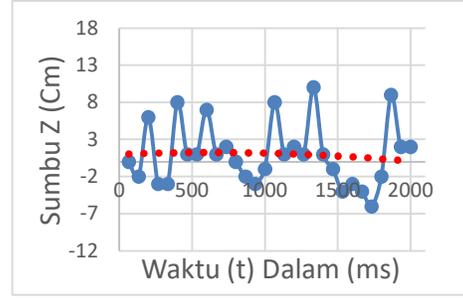
Pada pembuatan pola pergerakan pelampung data yang digunakan adalah perpindahan pelampung pada sumbu Z dengan mengambil data selama 2 detik, dengan jumlah data yang digunakan sebanyak 30 data perpindahan pelampung. Proses pembuatan pola tersebut dapat dilihat pada gambar A, B, C, dan D pola pergerakan pelampung.

- Periode 0,4 Detik



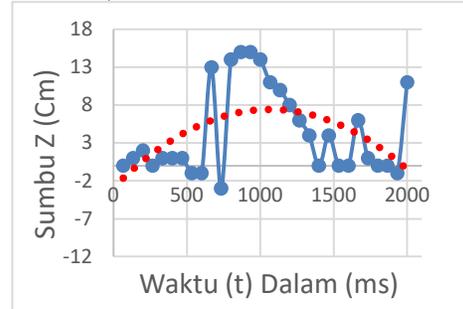
(A)

- Periode 1 Detik



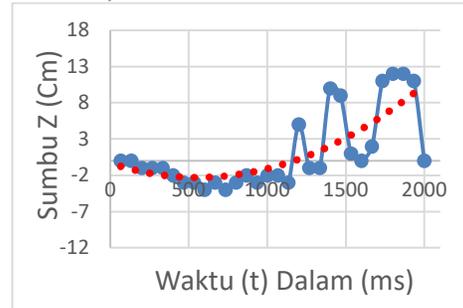
(B)

- Periode 1,6 Detik



(C)

- Periode 1,8 Detik



(D)

D. Perhitungan Kekuatan Tarik Pelampung

Perhitungan untuk mendapatkan gaya tarik pelampung menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$k = 3,6 \frac{N}{m}$$

$$F = k \cdot \Delta x$$

F = besar gaya pegas (N)
K = konstanta pegas (N/m)
 Δx = pertambahan panjang (m)

Untuk mendapatkan jarak renggang pegas maka digunakan rumus perhitungan *pythagoras* dengan cara penggunaan perpindahan pelampung pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z. proses perhitungan yang dilakukan sebagai berikut:

Pythagoras sumbu X, Sumbu Y dan Sumbu Z:

$$A = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$B = \sqrt{Z^2 + A^2}$$

A = jarak dari perbandingan pada sumbu X,Y

B = jarak perpindahan dari dasar

Tabel 5. Data Kekuatan Tarik Pegas

Periode	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z	A	B	F
0,4 detik	3,01 cm	0,13 cm	3 cm	3,02 cm	4,26 cm	0,15 N
1 detik	0,61 cm	0,24 cm	10 cm	0,66 cm	10,02 cm	0,36 N
1,6 detik	0,88 cm	0,01 cm	15 cm	0,88 cm	15,02 cm	0,54 N
1,8 detik	0,22 cm	0,24 cm	12 cm	0,33 cm	12 cm	0,43 N

Perhitungan yang dilakukan dengan cara mencari total panjang pegas, dengan memanfaatkan perpindahan pelampung pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z. perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 5 dimana gaya tarik pegas pada periode gelombang 1,6 detik memiliki kekuatan tarik pegas paling kuat, dengan gaya sebesar 0,54 Newton.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Proses pembacaan pada sensor *accelerometer* pada posisi sumbu X dan sumbu Y dapat dilakukan dengan baik dan sesuai dengan data yang di inginkan, yaitu pembacaan posisi sudut dari posisi 0 derajat hingga 60 derajat dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 99,5 percent.
- Proses pembacaan pada sensor *ultrasonic* pada sumbu Z dapat dilakukan dengan baik dan data yang di hasilkan terdapat perbedaan data pada jarak 35cm hingga 100cm jarak pengujian. Pada sensor *ultrasonic* pembacaan optimal pada satuan cm sedangkan pada satuan mm terdapat perbedaan nilai meskipun jarak benda yang dibaca tetap. Tingkat akurasi sensor pada skala *centimeter* rata-rata diatas 99 percent.
- Penggunaan database sebagai *wireless* akses kurang optimal jika digunakan secara realtime pada proses pengambilan data ini, data yang dikirim hanya berjumlah satu data dalam satu detik sehingga tidak dapat digunakan. Dan apabila data di kirim secara bersamaan data yang diterima hanya data terakhir bukan total keseluruhan data.
- Hasil dari perhitungan yang didapat serta pengujian yang dilakukan, maka periode gelombang yang sesuai dengan karakter pelampung adalah 1,6 detik. Terbukti pada periode gelombang tersebut perpindahan

pelampung pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z cukup jauh, sehingga gaya tarik pada pelampung cukup besar.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Alma, V. R. (2013). *Aplikasi sensor accelerometer pada deteksi posisi*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- kelas-fisika. (2017, maret 28). *sensor ultrasonic HC-SR04*. Diambil kembali dari kelas-fisika.com: <http://kelas-fisika.com/2017/03/28/sensor-ultrasonik-hc-sr04/>
- Purba, N. P. (2014). *Variabilitas Angin dan Gelombang Laut Sebagai Energi Terbarukan*. Universitas Padjajaran, Bandung.
- Steel, A. (2017, April). *Gelombang Laut Sebagai Alternatif Energi*. Diambil kembali dari <http://www.alpensteel.com/article/119-106-energi-laut-ombakgelombangarus/2153--gelombang-laut-sebagai-alternatif-energy>.