

## KALIBRASI SENSOR TEKANAN HK3022 SEBAGAI PENGUKUR TINGGI MUKA AIR LAUT

Farista Egistian<sup>1</sup>, Sapta Nugraha<sup>2</sup>, Hollanda Arief Kusuma<sup>3</sup>  
Ahmadpito13@gmail.com

Program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

### Abstract

*In making sea level instruments using sensors. Calibration of the sensors used is required. Measurements are needed to get the actual measurement result. In this study, using the Arduino Mega 2560 Pro Mini Microcontroller, the Micro SD Card Module as data storage, and the HK3022 Pressure Sensor as a water depth data reader. The results showed that the coefficient of determination was 0.999 with a percentage of 99.001%. The read error value is 0.07. The level of accuracy of sensor readings to the actual water depth is 3.24 with a percentage of 96.76%. The standard deviation of the sensor calibration on the water depth reading is 29.29 and the coefficient of variation is 0.7. The values from these data indicate that the HK3022 pressure sensor is quite accurate and capable of measuring depth.*

Keywords: Sensor, Pressure, HK3022, Calibration, Tides

### I. Pendahuluan

Pengukuran tinggi muka air laut sangat dibutuhkan untuk pembangunan infrastruktur yang sesuai di wilayah pesisir, penanggulangan dari bencana yang datangnya dari arah laut, dapat mengetahui jenis pasang surut yang terjadi dan navigasi pelayaran (stewart, 2008; Bulaka, 2016). Data pasang surut sangat diperlukan oleh pemerintah, industri, hingga masyarakat (Trageser, 1995)

Pengukuran kedalaman air dapat menggunakan beberapa metode seperti pengukuran menggunakan mistar, akustik, dan sensor tekanan (IOC, 2006). Pada beberapa metode memiliki kekurangan dimana untuk penggunaan metode pengukuran menggunakan mistar masih tergolong manual dan memiliki kelemahan dimana perlu adanya petugas yang harus terjun langsung ke lapangan. Pada penggunaan sensor akustik memiliki kelemahan saat ada objek yang melintas di bawah sensor selain air. Sedangkan pengukuran menggunakan sensor tekanan. Dimana, Sensor tekanan yang mendapatkan nilai tekanan dikonversikan menjadi nilai kedalaman.

Pada metode pengukuran kedalaman air menggunakan sensor tekanan selain perlu dilakukan proses konversi perlu dilakukannya proses kalibrasi. Oleh sebab itu, pada penelitian ini peneliti melakukan proses kalibrasi agar pengukuran kedalaman air mendapatkan nilai yang tidak jauh berbeda dari pengukuran yang sebenarnya.

## II. Metode Penelitian

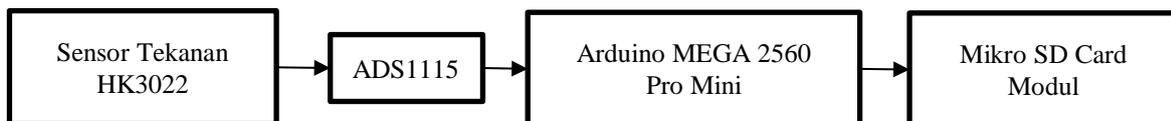
### A. Metode Pengumpulan Data

- 1) Studi Literatur: Proses penelitian dimulai dari pengumpulan studi literatur. Studi literatur berisi kajian terdahulu dan landasan teori yang berhubungan sebagai referensi perancangan. Studi literatur diperlukan agar perancangan dapat bekerja dengan baik.
- 2) Observasi: Proses observasi pada lapangan diangkat dari masalah yang terjadi di lapangan berdasarkan dari kajian terdahulu, dan landasan teori untuk memecahkan permasalahan.
- 3) Perancangan: Proses perancangan pada penelitian ini terdiri dari 2 sistem yang dibutuhkan yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.
- 4) Pengujian diperlukan untuk mendapatkan nilai pembacaan sensor yang laik. Apabila pada pengujian mendapati pembacaan nilai sensor yang tidak sesuai maka kembali ke tahap perancangan sistem. Setelah pengujian telah berhasil maka dilakukan pembahasan dan kesimpulan dari kinerja perangkat.

### B. Perancangan Sistem

#### 1) Perancangan Sistem Elektronik

Sistem perangkat pengukur pasang surut air laut secara *real-time* terdiri dari beberapa komponen yaitu Arduino MEGA 2560 Pro Mini, ADS1115, Modul *Micro SD Card*, dan Sensor Tekanan HK3022. Berikut ini merupakan blok diagram perancangan perangkat.



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Sistem

#### 2) Perancangan Firmware Perangkat

Perancangan firmware perangkat dimulai dari pengujian menggunakan program example dari arduino yang mana komponen yang digunakan seperti modul *Micro SD Card*, modul ADS1115, dan Sensor Tekanan HK3022. Setelah pengujian selesai, langkah selanjutnya ialah penggabungan keseluruhan program.

### C. Pengolahan dan Analisis Data

#### 1) Konversi Tekanan ke kedalaman air

Sensor tekanan tidak langsung mendapatkan nilai tekanan melainkan berupa perubahan nilai DN (*Digital Number*). Karena menggunakan ADS1115 maka nilai DN didapatkan dari library ADS1115 dengan sintak `ads.readADC_SingleEnded()`. Resolusi pembacaan nilai DN dari pembacaan ADS1115 per 1 bitnya sebesar 0,1875 mV (Texas Instruments Incorporated, 2018). Lalu pengkonversian dari DN ke tegangan menggunakan rumus konversi DN ke tegangan antara lain :

$$V = \frac{DN \times 0,1875 \text{ mV}}{1000} \quad (1)$$

Dimana:

V = Tegangan (V)

DN = Nilai digital dari pembacaan sensor tekanan

Setelah mendapatkan nilai tegangan. Langkah selanjutnya yaitu proses konversi dari tegangan ke tekanan. Konversi tegangan ke tekanan menggunakan rumus dari *datasheet*. Rumus konversi dasar dari *datashet* sebagai berikut :

$$p = 125.00 * V - 62.5 \quad (2)$$

Dimana:

V = Tegangan yang keluar dari pin signal sensor (V)  
p = Tekanan (MPa)

Tahap selanjutnya yaitu tekanan dikonversikan menjadi kedalaman menggunakan rumus hidrostatik. Dimana pada rumus hidrostatik terdapat hubungan antara tinggi muka air, tekanan, massa jenis air, dan grafitasi bumi. Rumus hidrostatik tersebut antara lain:

$$h = \frac{p}{\rho \times g} \quad (3)$$

Dimana:

p = Tekanan (Pa)  
h = Tinggi Muka Air (cm)  
 $\rho$  = Massa jenis air (g/cm<sup>3</sup>)  
g = Graifitasi Bumi (m/s<sup>2</sup>)

## 2) Uji Lapang

Proses uji lapang melakukan perbandingan data kedalaman dari perangkat dengan kedalaman sebenarnya. Data perbandingan menggunakan persamaan linier untuk mendapatkan rumus dari setiap perubahan nilai yang dibaca oleh sensor. Rumus yang didapatkan dari persamaan linear digunakan sebagai kalkulasi pada mikrokontroler. Persamaan linear mendapatkan rumus sebagai berikut:

$$y = a x + b \quad (4)$$

Dimana:

y = Data kedalaman yang terkalibrasi (cm)  
x = Data kedalaman dari sensor tekanan (cm)  
a = Gradien  
b = Konstanta

Setelah melakukan perbandingan menggunakan persamaan linier didapatkan koefisien determinasi. Koefisien determinasi digunakan untuk mengetahui seberapa dekat atau seberapa terikatnya hasil pembacaan sensor dalam pengukuran kedalaman air dengan kedalaman sebenarnya. Dalam perbandingan menggunakan persamaan linier selain mendapatkan koefisien determinasi didapatkan juga koefisien korelasi (Ananda & Fadhli, 2018). Persamaan koefisien determinasi dan koefisien korelasi didapatkan dari rumus:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2} \quad (5)$$

$$r = \sqrt{R^2} \quad (6)$$

Dimana:

- r = Koefisien korelasi
- R<sup>2</sup> = Koefisien determinasi
- y = Nilai dari pengukuran manual
- $\hat{y}$  = Nilai regresi
- $\bar{y}$  = Nilai rata-rata

Hasil uji lapang diperlukan untuk mengetahui selisih dari pengukuran sensor dalam pembacaan kedalaman air. Selisih *error* dalam pengukuran menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Error = \left| \left( \frac{\text{Data Kalibrator} - \text{Data Sensor}}{\text{Data Kalibrator}} \right) \right| \times 100 \% \quad (7)$$

Uji lapang digunakan untuk mengetahui seberapa akurat sensor tekanan HK3022 dalam melakukan pengukuran kedalaman air. Akurasi sensor menggunakan pencarian *Root Mean Square Error* (RMSE). RMSE didapatkan dari perbandingan antara kedalaman perangkat dengan kedalaman yang sebenarnya. Rumus RMSE dan persentase akurasi sensor tekanan dalam pengukuran kedalaman air perangkat sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2}{n}} \quad (8)$$

$$Akurasi = 100 \% - RMSE \quad (9)$$

Kalibrasi juga dibutuhkan dalam pencarian seberapa presisi sensor dalam melakukan pengukuran kedalaman air menggunakan rumus standar deviasi dan untuk persentase dari presisi menggunakan rumus koefisien variasi. Rumus persamaan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\text{total penjumlahan kalibrasi}}{n} \quad (10)$$

$$\text{Standard deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2}{n-1}} \quad (11)$$

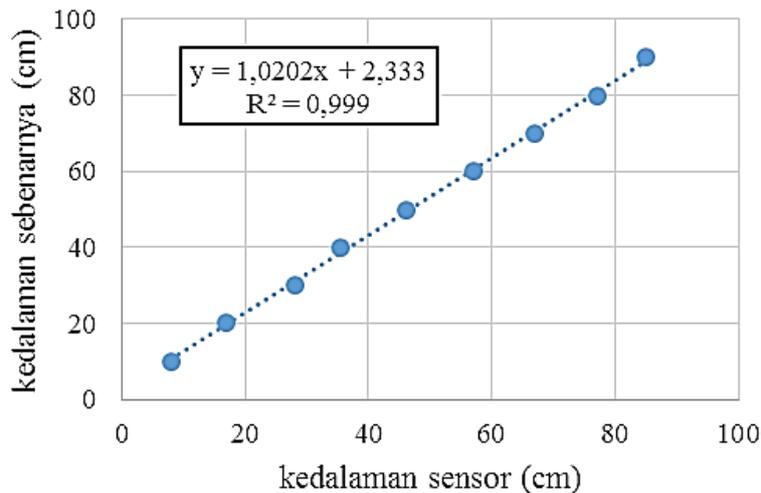
$$\text{Koefisien Variasi} = \frac{\text{Standard deviasi}}{\bar{x}} \times 100\% \quad (12)$$

Dimana:

- n = Banyaknya data
- $x_i$  = Data kedalaman sebenarnya(cm)
- $\hat{x}_i$  = Data kedalaman yang terkalibrasi (cm)

### III. Hasil dan Pembahasan

Proses pengujian sensor tekanan HK3022 untuk diaplikasikan ke kedalaman air pada penelitian ini setelah sensor tekanan sudah dikonversikan ke kedalaman. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor terhadap kedalaman yang sebenarnya. Perbandingan dilakukan pada kedalaman air yang tenang dengan 10 kedalaman yang berbeda dengan rentang 10 cm. Dari data perbandingan kedalaman menghasilkan persamaan linier yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Sebaran Data dan Persamaan Linear Hasil Kalibrasi Sensor

Dari hasil plot sebaran data mendapati rumus persamaan linier. Rumus persamaan dari pengujian dimasukkan ke dalam program untuk mendapatkan kedalaman yang sesuai untuk mendapatkan kedalaman air sebenarnya. Rumus kalibrasi yang didapatkan dari hasil persamaan regresi linear sebagai berikut:

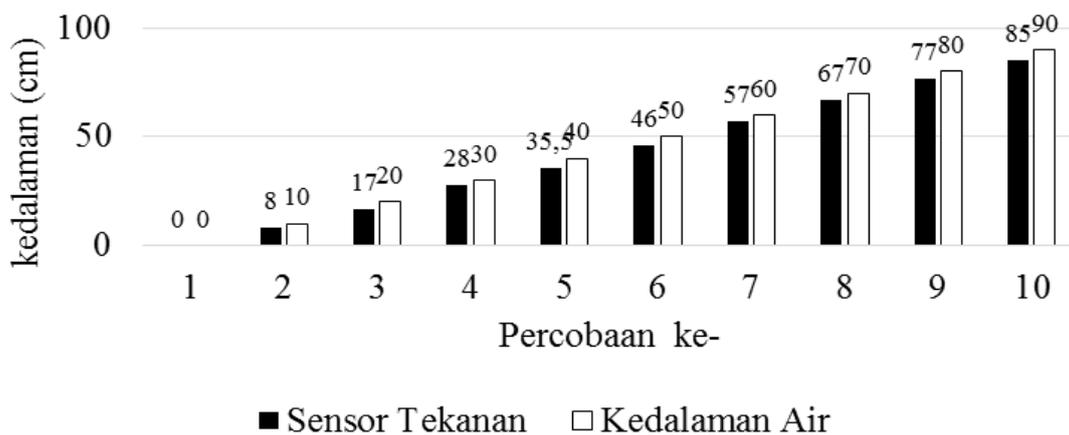
$$y = 1,0202 x + 2,333 \quad (13)$$

Dimana :

$x$  = Data kedalaman dari sensor tekanan (cm)

$y$  = Data kedalaman yang terkalibrasi (cm)

Dari model regresi linier ini didapatkan koefisien determinasi sebesar 0,999 dengan persentase 99,001 %. Dari nilai data-data ini menandakan bahwa sensor tekanan HK3022 cukup akurat dan mampu untuk mengukur kedalaman. Plot sebaran data beserta rumus persamaan linear dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Perbandingan Kedalaman Perangkat dan Meteran

Data grafik batang menunjukkan hasil perbandingan kedalaman menggunakan sensor dengan kedalaman yang sebenarnya. Dari proses pengujian diperoleh nilai kesalahan pembacaan sebesar 0,07. Tingkat akurasi pembacaan sensor terhadap kedalaman air yang sebenarnya sebesar 3,24 dengan persentase 96,76 %. Standar deviasi kalibrasi sensor dalam pembacaan kedalaman air 29,29 serta koefisien variasi sebesar 0,7.

#### IV. Kesimpulan

Hasil penelitian mendapatkan koefisien determinasi sebesar 0,999 dengan persentase 99,001 %. Nilai kesalahan pembacaan sebesar 0,07. Tingkat akurasi pembacaan sensor terhadap kedalaman air yang sebenarnya sebesar 3,24 dengan persentase 96,76 %. Pada standar deviasi sensor dalam pembacaan kedalaman air dengan nilai 29,29 serta koefisien variasi sebesar 0,7. Dari nilai data-data ini menandakan bahwa sensor tekanan HK3022 cukup akurat dan mampu untuk mengukur kedalaman air.

#### V. Daftar Pustaka

- Ananda, R., & Fadhli, M. (2018). STATISTIKA PENDIDIKAN : Teori dan Praktik Dalam Pendidikan. In S. Saleh (Ed.), *CV. WIDYA PUSPITA* (Vol. 11, Issue 3).
- Bulaka, B. (2016). *Rancang Bangun Alat Pemantau Pasang Surut Air Laut Melalui Jaringan Internet Untuk Kawasan Teluk Kendari*. V, SNF2016-CIP-25-SNF2016-CIP-30.
- IOC. (2006). Manual on Sea Level Measurement and Interpretation. In *Update: Vol. IV* (Issue 31, pp. 16–33).
- Texas Instruments Incorporated. (2018). ADS111x Ultra-Small, Low-Power, I2C-Compatible, 860-SPS, 16-Bit ADCs With Internal Reference, Oscillator, and Programmable Comparator. In *Data Sheet*.
- Trageser, J. H. (1995). *A new family of real-time wave & tide instruments*. 1760–1768.