

## Perancangan Sistem Pengukuran Muka Air Di Muara Sungai Kapuas Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino

### *Design Of Water Level Measurement System At Kapuas River Estuary By Using Arduino – Based Ultrasonic Sensor*

Budiono<sup>1\*</sup>, Mochammad Meddy Danial<sup>2</sup>, Arfena Deah Lestari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak

\*Korespondensi : budiono20901@gmail.com

#### Abstrak

Fenomena pasang surut merupakan kejadian alamiah di laut yang ditandai dengan kenaikan dan penurunan permukaan laut secara berkala. Kenaikan permukaan laut disebut pasang, sedangkan penurunan permukaan disebut surut. Teknologi memainkan peran penting dalam memantau tinggi muka air untuk mitigasi dini terhadap bencana banjir yang potensial terjadi. Salah satu teknologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor ultrasonik tipe HC-SR04 yang dipadukan dengan mikrokontroler Arduino UNO R3. Pengukuran ketinggian muka air dilakukan di muara Sungai Kapuas secara otomatis menggunakan sensor, kemudian hasilnya dibandingkan dengan pengukuran manual. Hasil perbandingan menunjukkan akurasi sebesar 98.965%. Rata-rata (mean) pengukuran menggunakan sensor adalah 1.721, sedangkan rata-rata pengukuran manual adalah 1.601. Standar deviasi pengukuran menggunakan sensor adalah 0.478, sementara standar deviasi pengukuran manual adalah 0.483. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi sensor ultrasonik dan mikrokontroler dapat memberikan hasil yang akurat dan andal dalam memantau pasang surut air laut.

**Kata Kunci:** Arduino Uno, Sensor Ultrasonik, HC-SR04, Pasang Surut

#### Abstract

The tidal phenomenon is a natural occurrence in the ocean characterized by periodic rise and fall of sea level. An increase in sea level is called a high tide, while a decrease in the surface is called a low tide. Tides are the periodic rise and fall of sea levels caused by the force of attraction between celestial bodies, especially the sun and moon, on the mass of water on earth. Technology plays an important role in monitoring water levels for early mitigation of potential flood disasters. One of the technologies used in this research is an ultrasonic sensor type HC-SR04 combined with an Arduino UNO R3 microcontroller. Water level measurements were taken at the Kapuas River estuary automatically using the sensor, then the results were compared with manual measurements. The comparison showed an accuracy of 98.965%. The mean of the sensor measurements was 1.721, while the mean of the manual measurements was 1.601. The standard deviation of the sensor measurement was 0.478, while the standard deviation of the manual measurement was 0.483. This research shows that the use of ultrasonic sensor technology and microcontrollers can provide accurate and reliable results in monitoring tides.

**Keywords:** Arduino Uno, Ultrasonic Sensor, HC-SR04, Tides

#### PENDAHULUAN

Pasang surut adalah fenomena alam yang terjadi di laut, dimana permukaan laut mengalami kenaikan dan penurunan secara berkala. Kenaikan permukaan laut disebut pasang, sedangkan penurunannya disebut surut. Pasang surut (pasut) air laut merupakan gerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang disebabkan oleh gaya tarik menarik antara benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Namun pasang surut ekstrim dapat menyebabkan banjir rob (Yoganda et al., 2019).

Banjir rob adalah banjir dari luapan air laut yang menggenangi daratan di kawasan pesisir akibat kombinasi pasang surut air laut yang tinggi dan gelombang angin. Banjir rob selain

disebabkan oleh pasang surut juga dapat disebabkan oleh berbagai faktor. salah satu penyebabnya adalah perubahan iklim. Perubahan iklim berpotensi menyebabkan banjir rob melalui peningkatan curah hujan, peningkatan tinggi aliran sungai, dan peningkatan permukaan air laut akibat mencairnya es di daerah kutub bumi. Di Indonesia istilah ini dikenal dengan rob (Fachruddin et al., 2012). Peranan teknologi sangat dibutuhkan untuk membantu mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat yang tinggal berdekatan dengan aliran air. Terutama pada saat musim hujan dan cuaca ekstrim yang potensi terjadinya banjir semakin besar. Banjir dapat terjadi di area pemukiman, persawahan, jalan, ladang, tambak, dan bahkan di pusat kota. Bencana banjir ini dapat menyebabkan banyak hal, mulai dari kerugian harta benda hingga kematian. Meskipun bencana banjir tidak dapat dihindari, efeknya dapat dikurangi jika masyarakat mempersiapkan diri untuk menghadapi banjir. Oleh karena itu, mengawasi perilaku ketinggian air sungai adalah salah satu cara untuk mengurangi kerugian yang disebabkan oleh naiknya air sungai. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu alat yang dapat mengukur ketinggian permukaan air secara otomatis dengan menggunakan sensor.

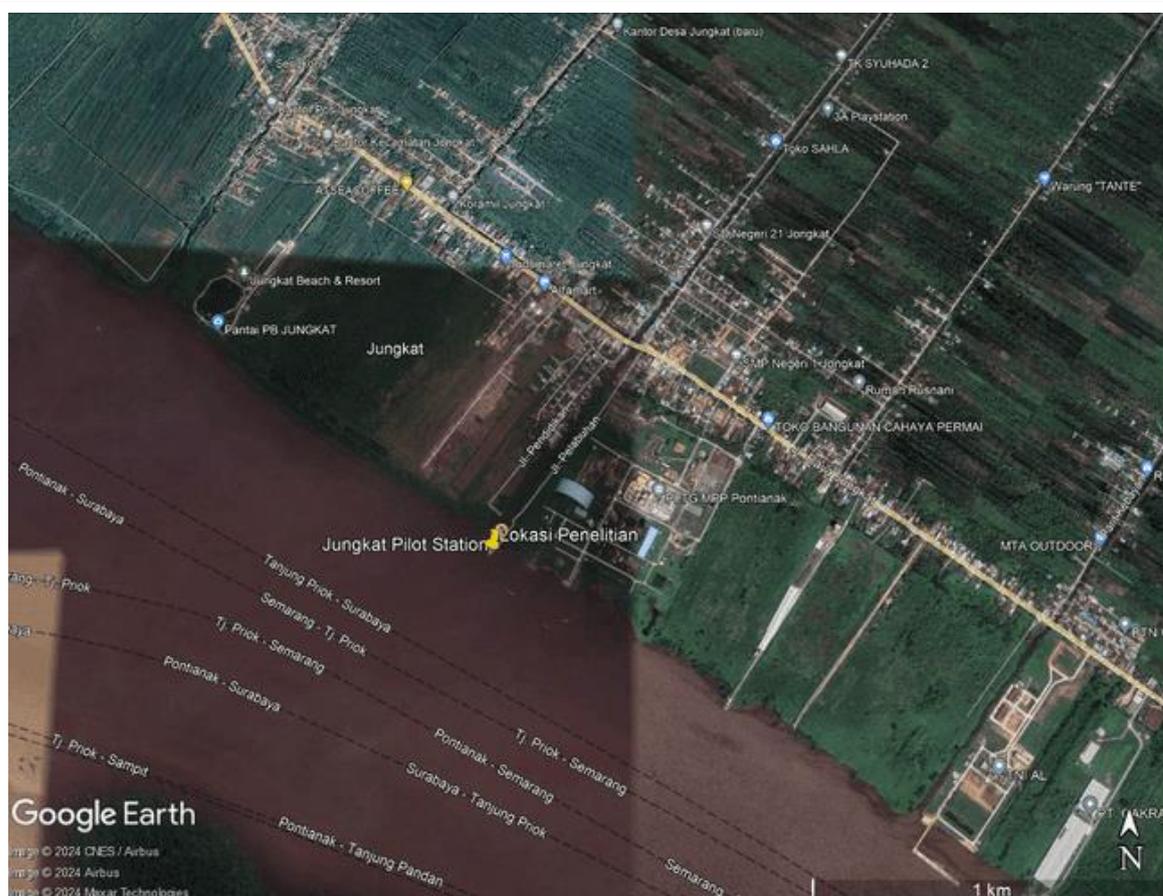
Sensor yang sering digunakan untuk mengamati ketinggian air adalah sensor ultrasonik. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan dapat mengukur jarak dan kecepatan. Seperti yang disebutkan sebelumnya, sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. *Transmitter* ultrasonik akan mengirimkan sinyal ultrasonik yang dihasilkan dari sensor (Andayani et al., 2016).

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui kinerja sensor ultrasonik HC-SR04 dan mengetahui kendala dari pengaplikasian sensor ini dilapangan serta untuk mengetahui ketinggian air agar dapat dilakukan upaya mitigasi terhadap bencana banjir rob di lokasi penelitian. Penelitian ini juga akan menyajikan rancangan Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler dengan sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan muka air untuk mengetahui ketinggian pasang surut yang akan dilaksanakan di muara sungai Kapuas Kecil sebagai tempat uji coba sensor.

## METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Dermaga Stasiun Pandu Jungkat yang terletak di Jalan Pendidikan, Sungai Nipah, Kecamatan Jongkat, Kabupaten Mempawah dengan titik koordinat Latitude 0° 3'26.50"N dan Longitude 109°11'58.06"E. Peta Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### Jenis Data

Pada penelitian ini jenis data yang digunakan adalah Data Primer, definisi Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari subyek penelitian dengan menggunakan alat pengukuran atau alat pengambilan data langsung pada subjek sebagai sumber informasi yang dicari, data primer ini disebut juga dengan data tangan pertama (Lesmana Indra, 2017). Dengan mengumpulkan Data elevasi muka air di Sungai Kapuas Kecil yang dicatat secara otomatis oleh sensor dan secara manual selama rentang waktu satu jam sekali untuk mendapatkan hasil pengukuran secara langsung dari sumber asli atau pertama kali oleh peneliti untuk memecahkan masalah penelitian atau menjawab pertanyaan penelitian tertentu.

### Metode Analisa Data

Setelah data pasang surut berhasil dikumpulkan, dilakukan analisis data untuk mengukur keakuratan data pasang surut yang didapat antara pengukuran secara manual menggunakan meteran dan pengukuran menggunakan sensor Ultrasonik di Sungai.

#### Menghitung Nilai Elevasi Muka Air

Untuk menghitung Nilai Elevasi pengukuran yang diperoleh dari sensor HC-SR04, digunakan rumus dibawah. Nilai ini akan memberikan gambaran tentang tingkat keakuratan sensor dalam mengukur pasang surut. Untuk menghitung nilai ketinggian asli hasil pengukuran yang diperoleh dari sensor HC-SR04, dengan dikurangi LWS pada dermaga 3.3 m semua nilai pengukuran yang diperoleh dari sensor kemudian dikurangi dengan tinggi alat dari lantai dermaga ke sensor setinggi 0.72 m. Berikut adalah rumus untuk menghitung nilai hasil pengukuran :

$$\text{Elevasi Muka Air} = \text{LWS } 3.3 \text{ m} - (x - 0.72 \text{ m})$$

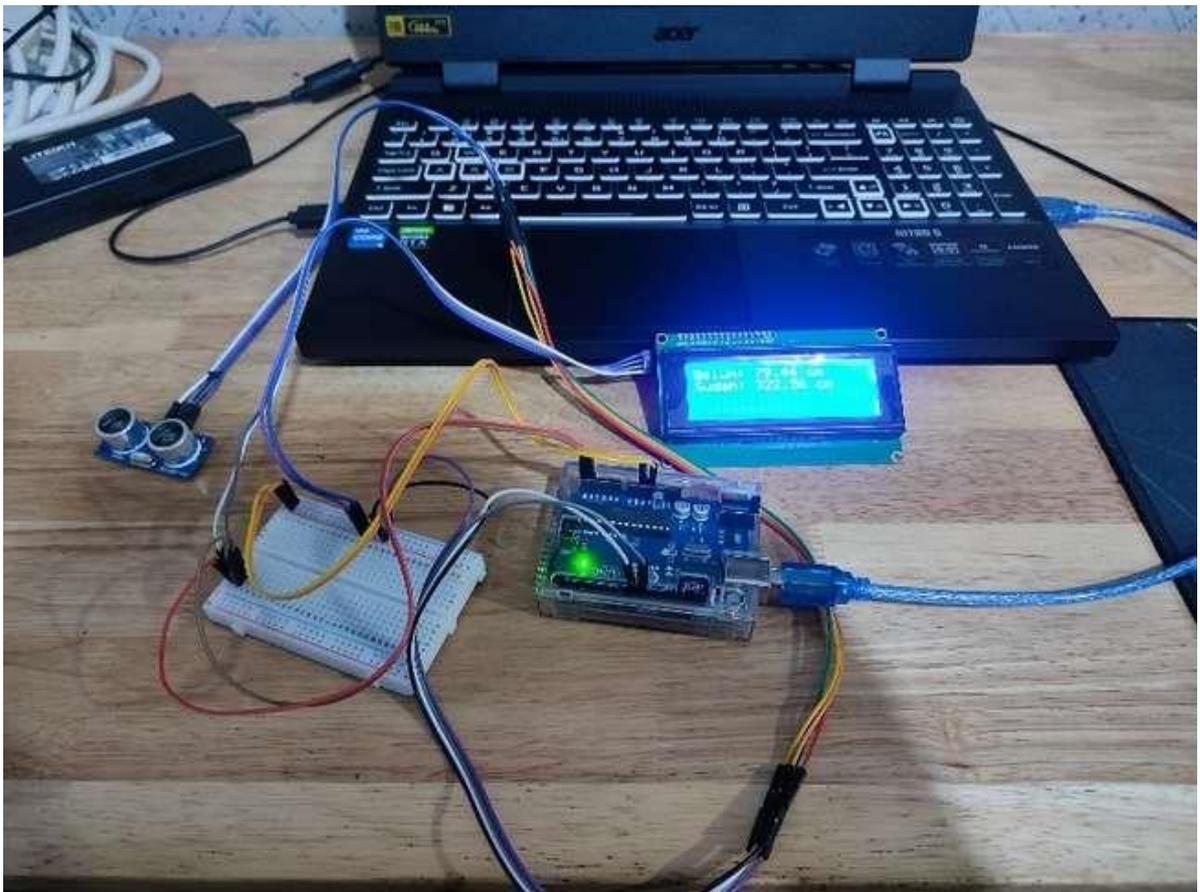
#### Menghitung Standar Deviasi Nilai Pengukuran

Standar deviasi adalah ukuran statistik yang digunakan untuk menunjukkan sejauh mana nilai-nilai dalam suatu dataset menyebar atau menyimpang dari nilai rata-rata (mean) dari dataset tersebut. Secara sederhana, standar deviasi mengukur keragaman atau variasi data. Jika data memiliki standar deviasi yang kecil, ini berarti sebagian besar nilai mendekati rata-rata. Sebaliknya, jika data memiliki standar deviasi yang besar, ini berarti nilai-nilai data tersebar lebih luas dari rata-rata.

## PEMBAHASAN

### Hasil Perancangan Alat

Perancangan alat untuk pengukuran pasang surut di muara Sungai Kapuas menggunakan arduino perlu dilakukan pengujian dengan maksud untuk mengetahui kinerja, keakuratan, keefisienan dan keandalan dari alat yang telah dirancang. Proses pengujian dilakukan untuk membandingkan hasil dari alat yang telah dirancang dan menggunakan alat manual seperti meteran, dan video menggunakan ponsel dalam melakukan pengambilan data terhadap variabel yang diukur. Pada perancangan alat pengukuran fluktuasi dibuat menggunakan Arduino UNO dan sensor HC-SR04 dan dilakukan modifikasi dengan menyesuaikan sesuai rancangan alat pada penelitian ini. Berikut hasil perancangan alat untuk mengukur pasang surut di muara Sungai Kapuas dapat dilihat pada Gambar 2.



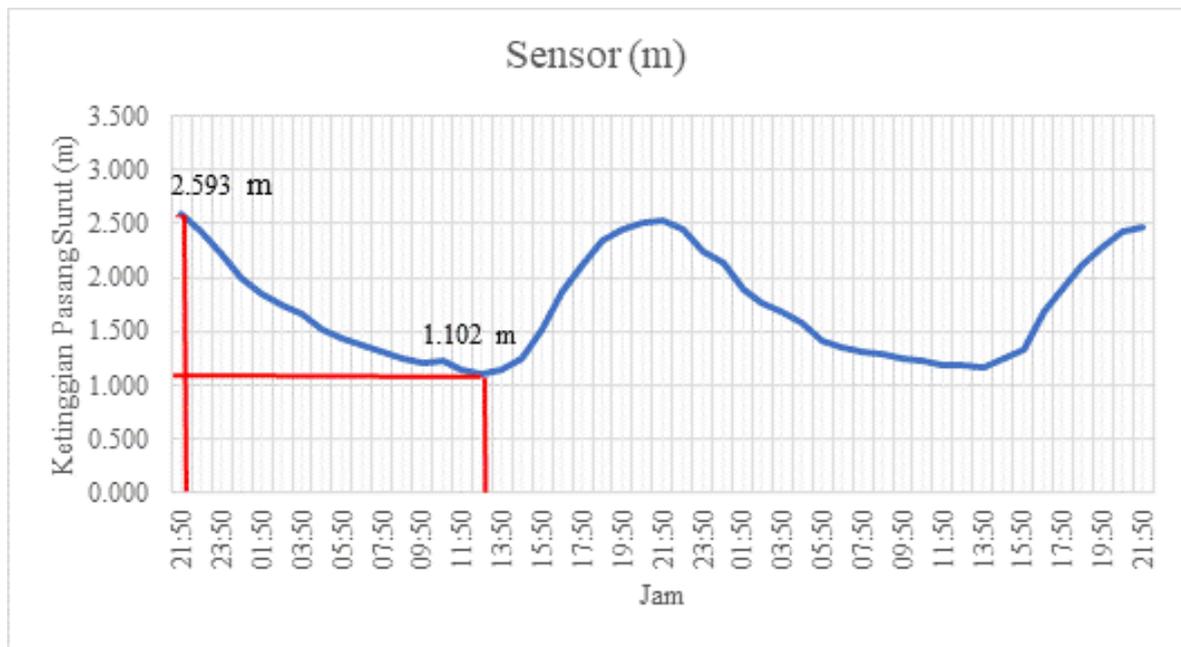
Gambar 2. Rancangan Alat Sensor

### Pengambilan Data Pasang Surut Di Lapangan

Pengambilan data pada hari Senin 10 Juni 2024 di lapangan langsung yang berlokasi di Dermaga Stasiun Pandu Jungkat, data yang diambil menggunakan pengukuran dengan sensor dan pengukuran manual selama 2 hari dari tanggal 10-12 Juni 2024 atau 48 jam dengan interval 60 menit, berikut merupakan tabel hasil pengukuran dengan menggunakan sensor dan meteran:

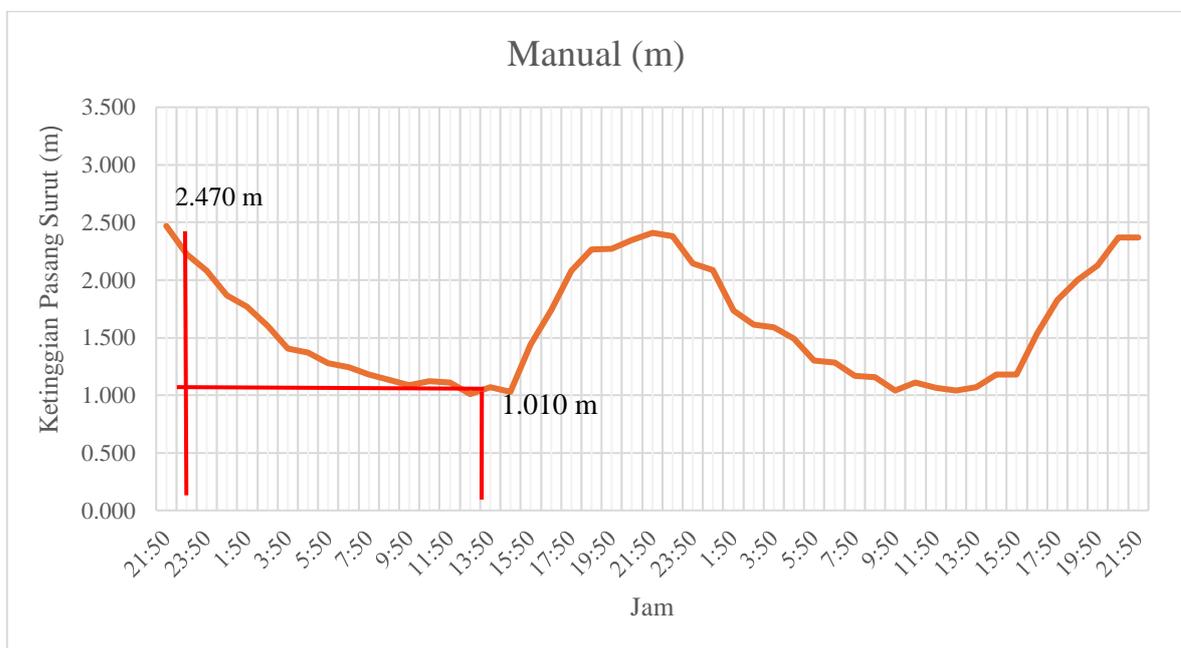
**Tabel.1** Pengukuran data pasang surut dengan sensor dan meteran

Tanggal	Waktu	Sensor (m)	Manual
Senin, 10 Juni 2024	21:50	2.593	2.470
Senin, 10 Juni 2024	22:50	2.429	2.225
Senin, 10 Juni 2024	23:50	2.229	2.079
Selasa, 11 Juni 2024	00:50	1.983	1.869
Selasa, 11 Juni 2024	01:50	1.847	1.769
Selasa, 11 Juni 2024	02:50	1.745	1.600
Selasa, 11 Juni 2024	03:50	1.664	1.406
Selasa, 11 Juni 2024	04:50	1.522	1.370
Selasa, 11 Juni 2024	05:50	1.430	1.278
Selasa, 11 Juni 2024	06:50	1.379	1.242
Selasa, 11 Juni 2024	07:50	1.308	1.181
Selasa, 11 Juni 2024	08:50	1.257	1.134
Selasa, 11 Juni 2024	09:50	1.216	1.090
Selasa, 11 Juni 2024	10:50	1.226	1.124
Selasa, 11 Juni 2024	11:50	1.142	1.110
Selasa, 11 Juni 2024	12:50	1.102	1.010
Selasa, 11 Juni 2024	13:50	1.149	1.070
Selasa, 11 Juni 2024	14:50	1.256	1.030
Selasa, 11 Juni 2024	15:50	1.512	1.439
Selasa, 11 Juni 2024	16:50	1.878	1.739
Selasa, 11 Juni 2024	17:50	2.106	2.079
Selasa, 11 Juni 2024	18:50	2.338	2.263
Selasa, 11 Juni 2024	19:50	2.441	2.272
Selasa, 11 Juni 2024	20:50	2.502	2.344
Selasa, 11 Juni 2024	21:50	2.538	2.411
Selasa, 11 Juni 2024	22:50	2.449	2.379
Selasa, 11 Juni 2024	23:50	2.230	2.143
Rabu, 12 Juni 2024	00:50	2.131	2.088
Rabu, 12 Juni 2024	01:50	1.892	1.732
Rabu, 12 Juni 2024	02:50	1.769	1.612
Rabu, 12 Juni 2024	03:50	1.673	1.588
Rabu, 12 Juni 2024	04:50	1.571	1.493
Rabu, 12 Juni 2024	05:50	1.416	1.302
Rabu, 12 Juni 2024	06:50	1.359	1.286
Rabu, 12 Juni 2024	07:50	1.311	1.167
Rabu, 12 Juni 2024	08:50	1.286	1.156
Rabu, 12 Juni 2024	09:50	1.249	1.043
Rabu, 12 Juni 2024	10:50	1.231	1.109
Rabu, 12 Juni 2024	11:50	1.191	1.065
Rabu, 12 Juni 2024	12:50	1.183	1.043
Rabu, 12 Juni 2024	13:50	1.174	1.067
Rabu, 12 Juni 2024	14:50	1.245	1.179
Rabu, 12 Juni 2024	15:50	1.339	1.179
Rabu, 12 Juni 2024	16:50	1.675	1.536
Rabu, 12 Juni 2024	17:50	1.884	1.827
Rabu, 12 Juni 2024	18:50	2.115	1.998
Rabu, 12 Juni 2024	19:50	2.274	2.127
Rabu, 12 Juni 2024	20:50	2.422	2.369
Rabu, 12 Juni 2024	21:50	2.461	2.368



Gambar 3. Grafik pasang surut dengan sensor

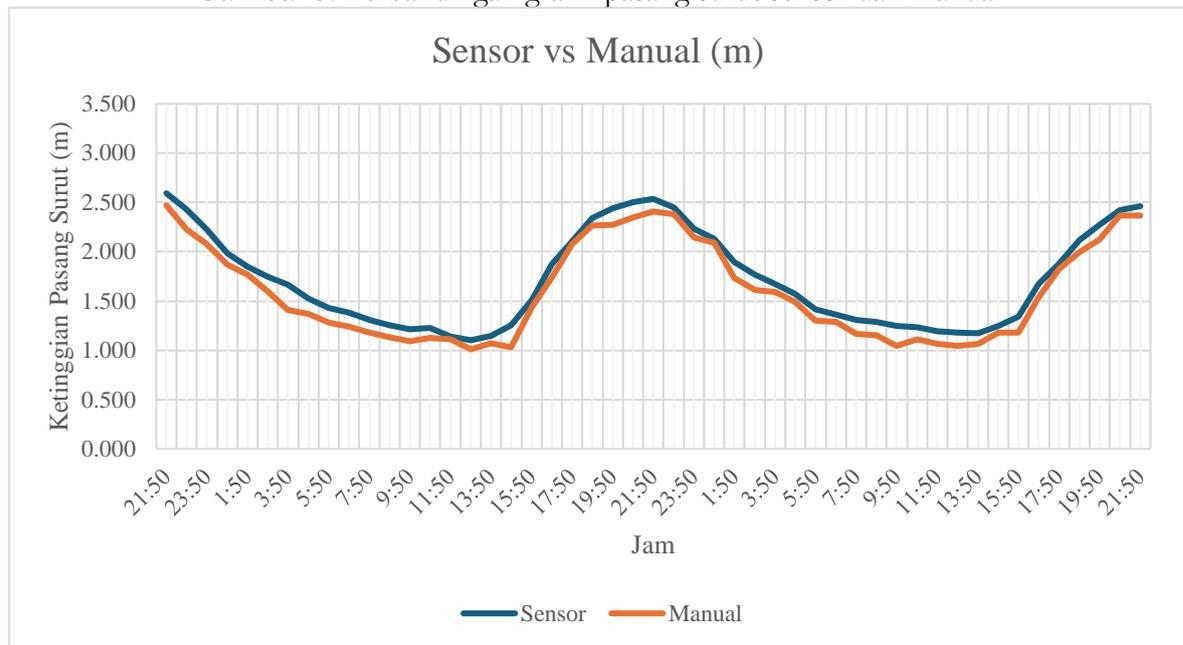
Pada gambar 3 dapat dilihat sebuah grafik pasang surut yang menggunakan sensor dengan titik tertinggi pada saat pasang adalah 2.593 m dan titik surut terendah adalah 1.102 m.



Gambar 4. Grafik pasang surut dengan meteran manual

Pada gambar di atas merupakan hasil pengukuran pasang surut dengan meteran manual, dapat dilihat bahwa titik pasang tertinggi yaitu 2.470 m dan titik surut terendahnya 1.010 m

Gambar 5. Perbandingan grafik pasang surut sensor dan manual



Menghitung Rata-rata (Mean) Pengukuran Sensor

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Banyak Data}}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{84317}{49} = 1.721 \text{ m}$$

Menghitung Rata-rata Pengukuran Manual

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Banyak Data}}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{78469}{49} = 1.721 \text{ m}$$

**Menghitung Deviasi Pengukuran Sensor dan Manual**

Standar deviasi digunakan untuk melihat jauh dekatnya sebaran data dari rata-rata atau mean. Syarat standar deviasi dikatakan baik apabila nilainya lebih kecil dibandingkan dengan nilai rata-rata. Sebaliknya standar deviasi dinilai buruk jika nilainya lebih besar dibandingkan dengan nilai rata-rata.

$$\text{Deviasi (xi)} = \text{Nilai pengukuran tiap jam} - \text{Rata rata}$$

Tabel 2. Perhitungan Deviasi

Sensor	Deviasi	Deviasi <sup>2</sup>	Manual	Deviasi	Deviasi <sup>2</sup>
2.593	0.872	0.761	2.470	0.869	0.755
2.429	0.708	0.502	2.225	0.624	0.389
2.229	0.508	0.258	2.079	0.478	0.228
1.983	0.262	0.069	1.869	0.268	0.072
1.847	0.127	0.016	1.769	0.168	0.028
1.745	0.024	0.001	1.600	-0.001	0.000
1.664	-0.057	0.003	1.406	-0.195	0.038
1.522	-0.199	0.040	1.370	-0.231	0.053
1.430	-0.291	0.085	1.278	-0.323	0.104
1.379	-0.342	0.117	1.242	-0.359	0.129
1.308	-0.413	0.171	1.181	-0.420	0.177

1.257	-0.464	0.216	1.134	-0.467	0.218
1.216	-0.505	0.255	1.090	-0.511	0.261
1.226	-0.495	0.245	1.124	-0.477	0.228
1.142	-0.579	0.335	1.110	-0.491	0.241
1.102	-0.619	0.383	1.010	-0.591	0.350
1.149	-0.572	0.327	1.070	-0.531	0.282
1.256	-0.465	0.216	1.030	-0.571	0.326
1.512	-0.209	0.044	1.439	-0.162	0.026
1.878	0.157	0.025	1.739	0.138	0.019
2.106	0.386	0.149	2.079	0.478	0.228
2.338	0.617	0.381	2.263	0.662	0.438
2.441	0.720	0.518	2.272	0.671	0.450
2.502	0.781	0.611	2.344	0.743	0.552
2.538	0.818	0.668	2.411	0.810	0.656
2.449	0.728	0.530	2.379	0.778	0.605
2.230	0.509	0.260	2.143	0.542	0.294
2.131	0.410	0.168	2.088	0.487	0.237
1.892	0.171	0.029	1.732	0.131	0.017
1.769	0.048	0.002	1.612	0.011	0.000
1.673	-0.048	0.002	1.588	-0.013	0.000
1.571	-0.150	0.023	1.493	-0.108	0.012
1.416	-0.305	0.093	1.302	-0.299	0.090
1.359	-0.361	0.131	1.286	-0.315	0.099
1.311	-0.410	0.168	1.167	-0.434	0.189
1.286	-0.435	0.189	1.156	-0.445	0.198
1.249	-0.472	0.222	1.043	-0.558	0.312
1.231	-0.490	0.240	1.109	-0.492	0.242
1.191	-0.530	0.281	1.065	-0.536	0.288
1.183	-0.538	0.290	1.043	-0.558	0.312
1.174	-0.547	0.299	1.067	-0.534	0.285
1.245	-0.476	0.227	1.179	-0.422	0.178
1.339	-0.381	0.146	1.179	-0.422	0.178
1.675	-0.046	0.002	1.536	-0.065	0.004
1.884	0.164	0.027	1.827	0.226	0.051
2.115	0.394	0.155	1.998	0.397	0.157
2.274	0.553	0.306	2.127	0.526	0.276
2.422	0.701	0.492	2.369	0.768	0.589
2.461	0.740	0.548	2.368	0.767	0.588

Menghitung Rata-rata Deviasi Kuadrat Sensor

$$\text{Mean } (xi)^2 = \frac{\text{Total semua deviasi}}{\text{Jumlah data}}$$

$$\text{Mean } (xi)^2 = \frac{11222}{49} = 0.229$$

Menghitung Rata-rata Deviasi Kuadrat Manual

$$\text{Mean } (xi)^2 = \frac{\text{Total semua deviasi}}{\text{Jumlah data}}$$

$$\text{Mean } (xi)^2 = \frac{11451}{49} = 0.234$$

#### Perhitungan Standar Deviasi Pengukuran Sensor

Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan standar deviasi dari sensor. Semakin kecil deviasinya dari rata-rata, semakin bagus juga data yang dihasilkan

$$\text{Deviasi Standar} = \sqrt{\text{Rata-rata deviasi kuadrat sensor}}$$

$$\text{Deviasi Standar} = \sqrt{0.229} = 0.478$$

#### Perhitungan Standar Deviasi Pengukuran Manual

$$\text{Deviasi Standar} = \sqrt{\text{Rata-rata deviasi kuadrat manual}}$$

$$\text{Deviasi Standar} = \sqrt{0.234} = 0.483$$

#### Perbandingan dan Interpretasi Standar Deviasi

Standar deviasi adalah ukuran statistik yang digunakan untuk menunjukkan sejauh mana nilai-nilai dalam suatu dataset menyebar atau menyimpang dari nilai rata-rata (mean) dari dataset tersebut. Secara sederhana, standar deviasi mengukur keragaman atau variasi data. Jika data memiliki standar deviasi yang kecil, ini berarti sebagian besar nilai mendekati rata-rata. Sebaliknya, jika data memiliki standar deviasi yang besar, ini berarti nilai-nilai data tersebar lebih luas dari rata-rata (Vidastus Oi, 2024). Hasil pengukuran menggunakan Sensor dan pengukuran manual menggunakan meteran menunjukkan perbandingan Deviasi Standar pengukuran sensor adalah 0.478 dan pada pengukuran manual adalah 0.483. Sehingga dapat dihitung keakuratan pengukuran menggunakan sensor adalah  $0.478/0.483 \times 100\%$  adalah 98.965%.

Dari hasil perhitungan deviasi tersebut, didapatkan Deviasi dari sensor yaitu sebesar 0.478 yang artinya hasil pengukuran dilapangan yang dihasilkan mendapatkan akurasi yang lumayan tinggi. Namun dari hasil perhitungan dari meteran manual mendapatkan hasil yang lebih besar yaitu 0.483 sehingga bisa disimpulkan keakuratan yang didapatkan dari pengukuran menggunakan menggunakan meteran manual mempunyai akurasi yang kurang dalam pengaplikasian untuk di lapangan langsung

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengambilan data dan Analisa pengukuran pasang surut selama 2 hari berturut – turut menggunakan Sensor HC-SR04 dengan menggunakan Arduino Uno R3 sebagai microcontroller di Muara Sungai Kapuas, maka dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang untuk membaca fluktuasi muka air pasang surut di lapangan langsung dapat berfungsi dengan baik dan memberikan hasil yang sesuai dengan coding yang dimasukkan serta mampu berjalan dengan baik. Alat bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan sehingga menghasilkan Standar Deviasi pada sensor 0.478 dan pengukuran manual 0.483 dengan akurasi sensor yaitu sebesar 98.965%.

Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan sensor yang lebih tahan dalam durabilitasnya agar pengukuran tidak terjadi kendala ketika hujan ataupun cuaca ekstrim.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, M., Indrasari, W., & Iswanto, H. (2016). *Kalibrasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Pendeteksi Jarak Pada Prototipe Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir*. SNF2016-CIP-61-SNF2016-CIP-66. <https://doi.org/10.21009/0305020113>

- Fachruddin, A., Jurusan, S., Kelautan, I., Trunojoyo, U., Jl, M., Telang, R., Box, P. O., & Madura, K. B. (2012). Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Bangkalan Terhadap Dampak Banjir Rob Akibat Perubahan Iklim. *Jurnal KELAUTAN*, 5(2).
- Lesmana Indra. (2017). *Produksi dan produktivitas hasil tangkapan kapal tuna hand line yang berpangkalan di Kelurahan Mawali, Kecamatan Lembeh Utara, Kota Bitung.*
- Vidastus Oi, Y. (2024). *Pengukuran Fluktuasi Muka Air Di Wavetank Menggunakan Arduino.*
- Yoganda, M., Hendri, A., Suprayogi, I., Jurusan Teknik Sipil, M., Teknik, F., & Riau, U. (2019). Kajian Pasang Surut Dengan Metode Least Square Di Perairan Kabupaten Bengkalis. In *Jom FTEKNIK* (Vol. 6).