



Analisis Akurasi Data Pengukuran Manual Tinggi Muka Air Terhadap Sistem Telemetry Menggunakan *Automatic Water Level Recorder (AWLR)*

Beauty C. V. Komansilan^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Tiny Mananoma^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^abeautykomansilan021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^ctmananoma@yahoo.com

Abstrak

Automatic Water Level Recorder (AWLR) merupakan alat untuk mengetahui tinggi air yang ada pada suatu ruas sungai yang nantinya dipakai sebagai dasar untuk mengetahui besarnya debit yang ada pada ruas sungai tersebut. Balai Wilayah Sungai Sulawesi I telah memasang AWLR pada ruas-ruas sungai di Sulawesi Utara. Empat lokasi yang dijadikan objek penelitian adalah Pos Bailang-Mahawu, Pos Bailang-Bailang, Pos Sario, dan Pos Malalayang. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbandingan akurasi data tinggi muka air pada pengukuran manual terhadap sistem telemetry melalui AWLR. Metode penelitian dilakukan dengan pengukuran langsung ke lapangan dan pengecekan data AWLR tersebut melalui website. Dari hasil analisis, diperoleh nilai selisih rata-rata terkecil pada Pos Bailang-Mahawu sebesar 0,0187 m, yang menunjukkan bahwa sistem telemetry AWLR di lokasi ini memiliki akurasi yang sangat baik dibandingkan dengan pengukuran manual. Sebaliknya, Pos Bailang-Bailang menunjukkan selisih rata-rata terbesar sebesar 0,092 m, yang disebabkan oleh faktor voltase baterai yang sering turun akibat penggunaan tenaga surya pada perangkat AWLR, terutama saat kurang terkena cahaya matahari. Meskipun selisih di pos ini lebih besar, namun masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk aplikasi pengukuran tinggi muka air secara umum. Pos Sario dan Pos Malalayang masing-masing menunjukkan selisih rata-rata sebesar 0,053 m dan 0,052 m, yang menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem telemetry AWLR memberikan hasil yang cukup akurat dalam pengukuran tinggi muka air di berbagai lokasi, dengan selisih yang terdeteksi masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk kegiatan operasional sehari-hari.

Kata kunci: AWLR, telemetry, tinggi muka air

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Automatic Water Level Recorder (AWLR) merupakan perangkat yang secara otomatis mencatat ketinggian permukaan air untuk mengukur tinggi muka air suatu sungai. Data ini digunakan untuk menentukan debit air yang mengalir di segmen sungai tersebut. AWLR dengan sistem telemetry memungkinkan pengukuran jarak jauh dan pelaporan data secara real-time. Alat ini berperan penting dalam pemantauan hidrologi, termasuk analisis kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) dan sistem peringatan dini banjir.

Balai Wilayah Sungai Sulawesi I telah memasang AWLR dengan sistem telemetry di beberapa ruas sungai di Manado, yaitu Pos Bailang-Mahawu, Pos Bailang-Bailang, Pos Sario, dan Pos Malalayang. Namun, keakuratan data dari sistem ini perlu dikaji lebih lanjut dengan membandingkannya dengan hasil pengukuran manual. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keandalan sistem AWLR dalam pencatatan tinggi muka air dengan membandingkannya dengan metode manual.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data tinggi muka air yang diperoleh dari *AWLR* dengan sistem telemetri sudah sesuai dengan data pengukuran manual.

1.3. Batasan Penelitian

1. Pengambilan data yang dilakukan hanya pada *AWLR* di beberapa ruas sungai di Manado, antaranya: Pos *AWLR* Bailang-Bailang, *AWLR* Bailang-Mahawu, *AWLR* Malalayang, dan *AWLR* Sario.
2. Data tinggi muka air yang dipakai adalah 15 hari data pengukuran manual dan data pengukuran dengan *AWLR* Sistem Telemetri.

1.4. Tujuan Penelitian

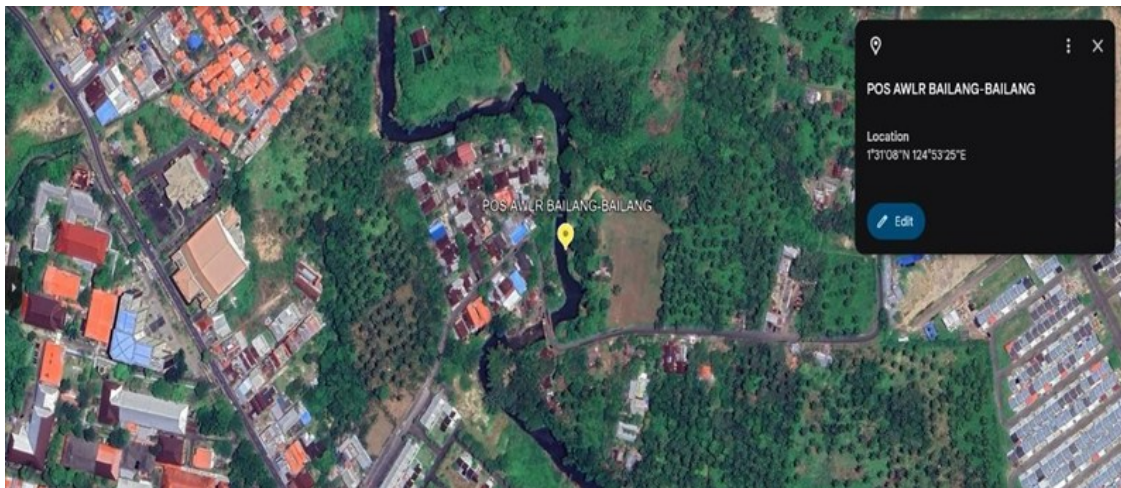
Berdasarkan rumusan masalah yang telah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan akurasi data tinggi muka air antara pengukuran manual dan sistem telemetri *AWLR*.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu sumber informasi kepada instansi atau pengguna alat *AWLR* apakah alat sudah cukup akurat dalam mengukur tinggi muka air sungai dan apakah data sudah dapat digunakan atau belum.

1.6. Lokasi Penelitian

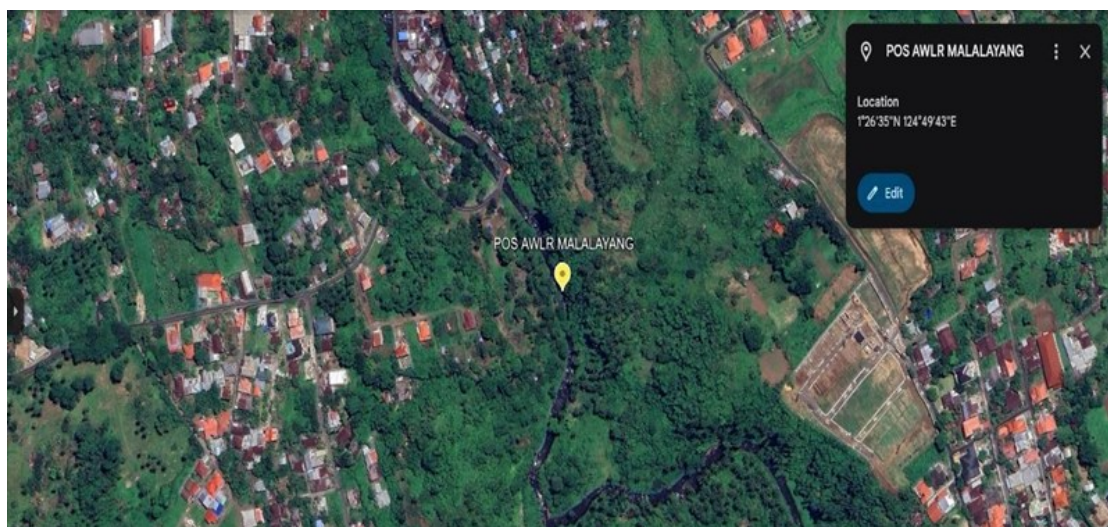
Lokasi penelitian ini terletak pada beberapa ruas sungai di Manado, yaitu: Sungai Bailang-Bailang, Sungai Bailang-Mahawu, Sungai Malalayang, dan Sungai Sario. Dalam Geografi terletak pada 1°31'08"N 124°53'25"E, 1°30'48"N 124°51'31"E, 1°26'35"N 124°49'43"E, dan 1°27'16"N 124°50'49"E.



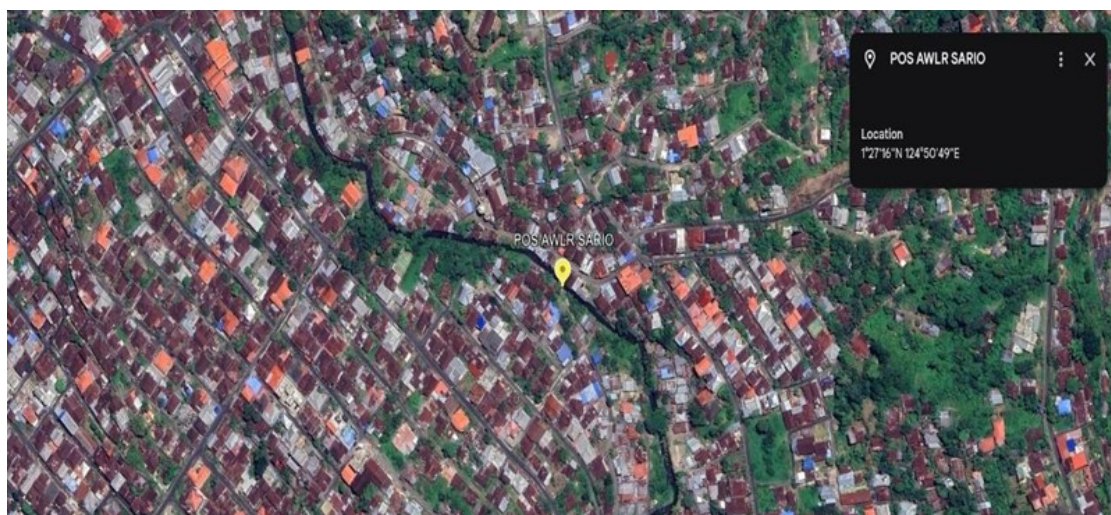
Gambar 1. Lokasi Penelitian Pos *AWLR* Sungai Bailang-Bailang (*Google Earth Pro*)



Gambar 2. Lokasi Penelitian Pos *AWLR* Sungai Bailing-Mahawu (*Google Earth Pro*)



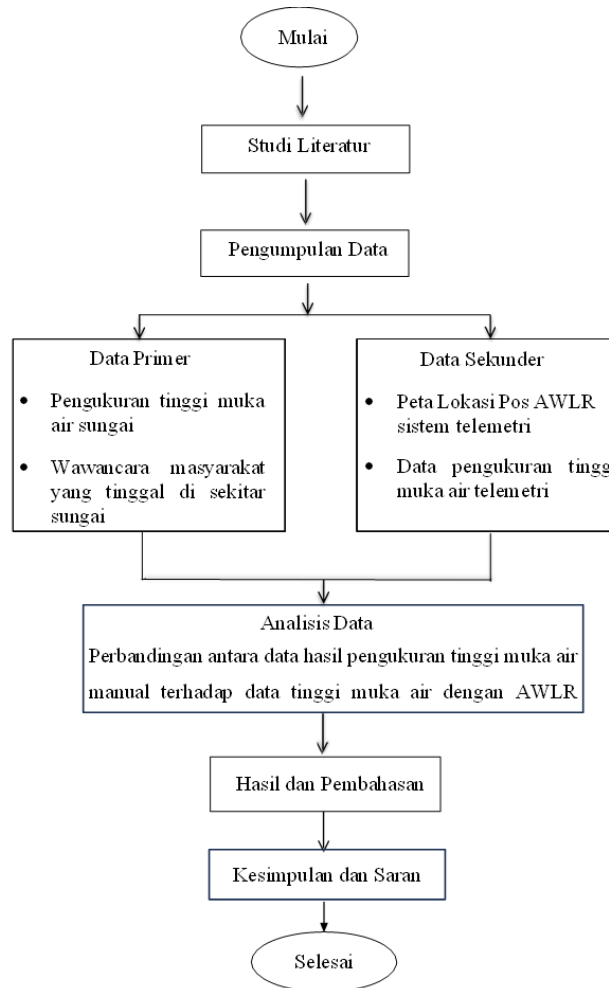
Gambar 3. Lokasi Penelitian Pos *AWLR* Sungai Malayang (*Google Earth Pro*)



Gambar 4. Lokasi Penelitian Pos *AWLR* Sungai Sario (*Google Earth Pro*)

2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. Tinggi Muka Air

Tinggi muka air sungai adalah elevasi permukaan air pada suatu penampang melintang sungai terhadap titik tetap yang telah diketahui. Data ini digunakan dalam berbagai analisis hidrologi, seperti estimasi debit, pemantauan banjir, dan perencanaan irigasi.

3.2. Pengukuran Tinggi Muka Air

a) Pengukuran manual

Pengukuran manual dilakukan dengan membaca elevasi permukaan air menggunakan duga air papan atau duga air gantung. Pengukuran ini dilakukan tiga kali sehari dan lebih sering saat terjadi banjir.

b) Pengukuran otomatis dengan *AWLR*

AWLR bekerja secara otomatis dengan sensor dan perekam data digital atau analog. Teknologi ini memungkinkan pencatatan data dengan frekuensi tinggi dan pemantauan jarak jauh secara *real-time*.

3.3. Metode Mean Absolute Difference (MAD)

Metode MAD digunakan untuk mengukur perbedaan rata-rata absolut antara dua set data, yaitu data pengukuran manual dan data AWLR dengan telemetri. Rumus yang digunakan:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

Dengan :

\bar{X} = Rata-rata selisih antara pengukuran manual dan telemetri.

x = Data selisih antara pengukuran manual dan telemetri.

n = Jumlah data selisih antara pengukuran manual dan telemetri.

3.4. Standar Akurasi Pengukuran Tinggi Muka Air

Menurut *World Meteorologic Organization (WMO)*, toleransi akurasi pengukuran tinggi muka air adalah $\pm 0,01$ m untuk aplikasi prediksi banjir dan $\pm 0,05$ m untuk pemantauan operasional harian. Peraturan Menteri PUPR No. 27/PRT/M/2015 menetapkan toleransi akurasi AWLR antara $\pm 0,01$ m hingga $\pm 0,05$ m, dengan maksimal $\pm 0,1$ m tergantung lokasi dan kondisi lingkungan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Data Tinggi Muka Air

Pengukuran tinggi muka air dilakukan dengan dua metode, yaitu pengukuran manual menggunakan peilschaal dan pengukuran otomatis dengan *AWLR* Sistem Telemetri. Data dari sistem telemetri diakses melalui situs hidrologi Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. Hasil pengukuran menunjukkan adanya perbedaan antara kedua metode yang dianalisis berdasarkan tabel data dari masing-masing pos pemantauan. Berikut merupakan pengukuran tinggi muka air beserta selisih perbedaan antara pengukuran manual dan telemetri yang didapatkan saat penelitian.

Tabel 1. Data Tinggi Muka Air Pos Sungai Bailang-Mahawu
(Sumber Telemetri: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I)

Tanggal	Pembacaan Manual (m)			Pembacaan Telemetri (m)		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00
07/10/2024	0,44	0,4	0,39	0,39	0,38	0,36
16/10/2024	0,34	0,35	0,36	0,33	0,33	0,31
21/10/2024	0,38	0,37	0,37	0,38	0,36	0,35
23/10/2024	0,37	0,36	0,33	0,34	0,32	0,3
28/10/2024	0,28	0,29	0,29	0,27	0,29	0,27
29/10/2024	0,3	0,29	0,29	0,27	0,28	0,26
30/10/2024	0,26	0,27	0,25	0,25	0,27	0,24
31/10/2024	0,26	0,25	0,27	0,23	0,25	0,23
01/11/2024	0,25	0,2	0,2	0,23	0,21	0,22
04/11/2024	0,28	0,28	0,27	0,28	0,27	0,22
05/11/2024	0,32	0,32	0,26	0,3	0,3	0,25
06/11/2024	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25
07/11/2024	0,26	0,27	0,28	0,26	0,25	0,23
08/11/2024	0,25	0,26	0,36	0,25	0,25	0,42
11/11/2024	0,3	0,25	0,25	0,27	0,24	0,23

Tabel 2. Data Tinggi Muka Air Pos Sungai Bailang-Bailang
(Sumber Telemetry: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I)

Tanggal	Pembacaan Manual (m)			Pembacaan Telemetry (m)		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00
07/10/2024	0,63	0,64	0,61	0,62	0,6	0,59
16/10/2024	0,55	0,56	0,63	0,56	0,56	0,62
21/10/2024	0,8	0,76	0,72	0,79	0,77	0,74
23/10/2024	0,7	0,68	0,7	0,72	0,71	0,68
28/10/2024	0,56	0,57	0,56	0,58	0,59	0,56
29/10/2024	0,54	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55
30/10/2024	0,56	0,58	0,56	0,55	0,57	0,54
31/10/2024	0,51	0,56	0,52	0,54	0,57	0,53
01/11/2024	0,54	0,54	0,52	0,51	0,52	-
04/11/2024	0,56	0,6	0,76	0,54	0,57	0,74
05/11/2024	0,6	0,6	0,58	0,58	0,59	-
06/11/2024	0,56	0,56	0,54	0,57	0,56	-
07/11/2024	0,58	0,54	0,55	0,55	0,53	-
08/11/2024	0,68	0,66	0,66	0,65	0,65	-
11/11/2024	0,62	0,95	0,62	0,6	0,98	-

Tabel 3. Data Tinggi Muka Air Pos Sungai Sario
(Sumber Telemetry: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I)

Tanggal	Pembacaan Manual (m)			Pembacaan Telemetry (m)		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00
07/10/2024	0,23	0,24	0,22	0,3	0,29	0,28
16/10/2024	0,18	0,25	0,27	0,27	0,3	0,31
21/10/2024	0,26	0,28	0,28	0,33	0,34	0,32
23/10/2024	0,22	0,25	0,26	0,31	0,31	0,29
28/10/2024	0,25	0,25	0,24	0,29	0,31	0,28
29/10/2024	0,25	0,24	0,25	0,29	0,29	0,28
30/10/2024	0,24	0,24	0,24	0,28	0,3	0,27
31/10/2024	0,25	0,24	0,25	0,29	0,3	0,27
01/11/2024	0,25	0,27	0,28	0,27	0,29	0,25
04/11/2024	0,23	0,24	0,25	0,27	0,29	0,48
05/11/2024	0,24	0,25	0,23	0,3	0,31	0,53
06/11/2024	0,25	0,27	0,25	0,3	0,31	0,29
07/11/2024	0,25	0,24	0,23	0,29	0,27	0,27
08/11/2024	0,24	0,25	0,24	0,28	0,28	0,26
11/11/2024	0,26	0,24	0,27	0,27	0,26	0,27

4.2 Analisis Akurasi Data Pengukuran Manual Tinggi Muka Air terhadap AWLR

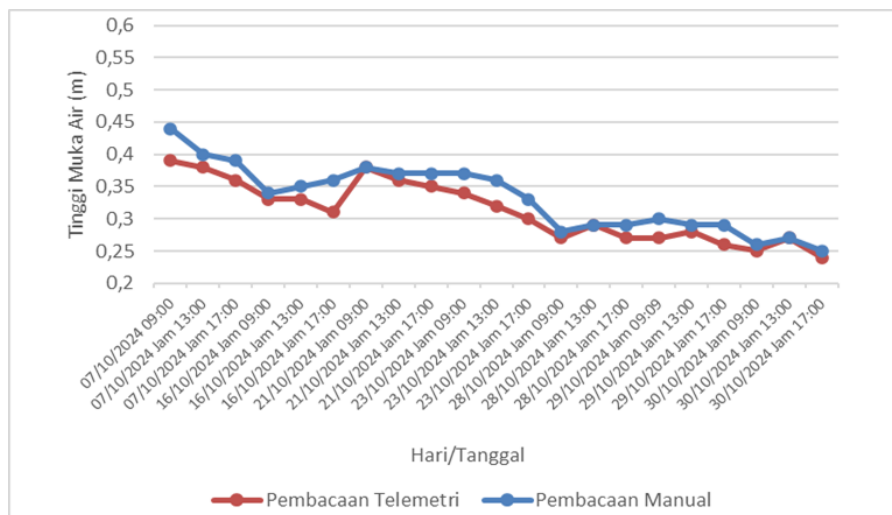
Berdasarkan analisis data tinggi muka air diatas, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis akurasi data dengan membuat grafik perbandingan, dan menghitung rata-rata selisih antara pengukuran manual dan telemetry yang didapatkan pada setiap pos sungai selama penelitian berlangsung.

a. Grafik perbandingan

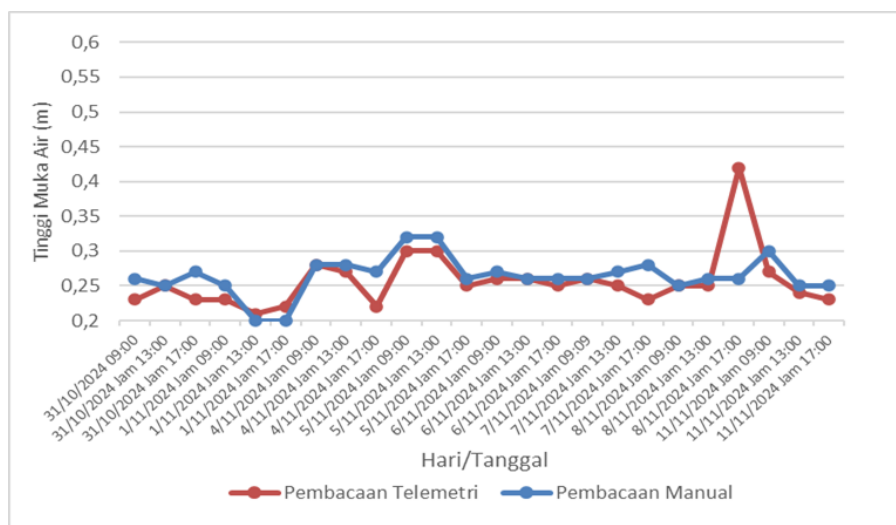
Grafik perbandingan dapat dilihat pada Gambar 5 sd. Gambar 12.

Tabel 4. Data Tinggi Muka Air Pos Sungai Malalayang
(Sumber Telemetry: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I)

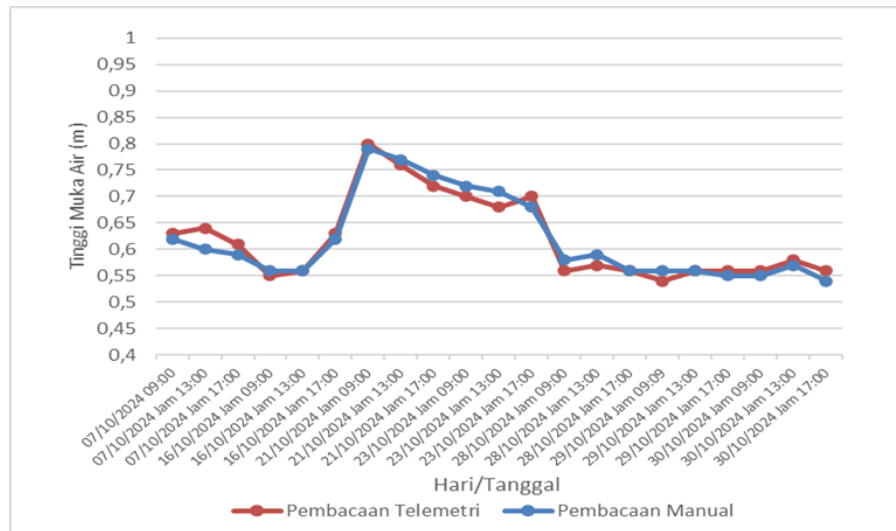
Tanggal	Pembacaan Manual (m)			Pembacaan Telemetry (m)		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00
07/10/2024	0,08	0,09	0,04	0,04	0,06	0,01
16/10/2024	0,04	0,06	0,15	0	0,02	0,13
21/10/2024	0,09	0,08	0,1	0,05	0,04	0,08
23/10/2024	0,08	0,075	0,07	0,07	0,07	0,04
28/10/2024	0,09	0,09	0,1	0,02	0,05	0,02
29/10/2024	0,09	0,08	0,075	0,01	0,05	0,01
30/10/2024	0,08	0,08	0,07	0,04	0,05	0,01
31/10/2024	0,04	0,05	0,04	0	0,03	0
01/11/2024	0,06	0,04	0,05	0,03	0	0,01
04/11/2024	0,09	0,085	0,11	0	0,05	0,03
05/11/2024	0,09	0,08	0,13	0	0	0,03
06/11/2024	0,08	0,08	0,13	0	0,02	0,03
07/11/2024	0,075	0,08	0,065	0	0	0,01
08/11/2024	0,07	0,075	0,06	0	0,02	0
11/11/2024	0,06	0,09	0,08	0,01	0,03	0,02



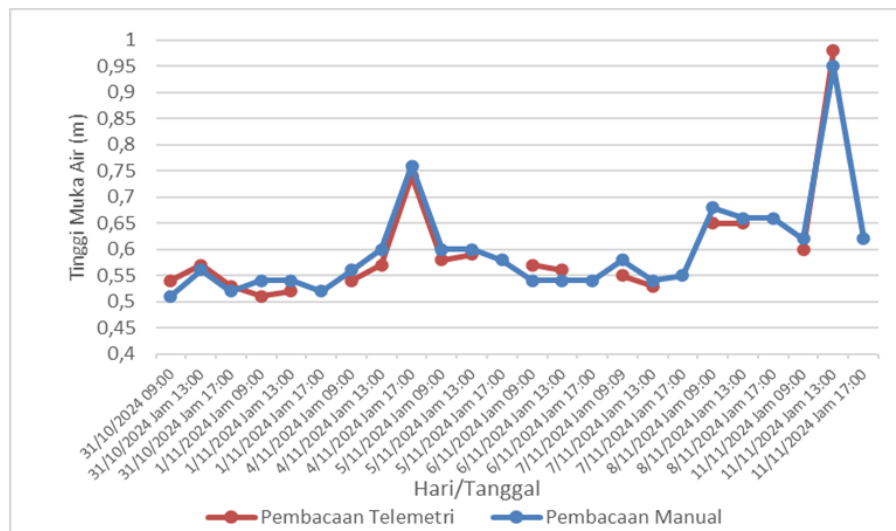
Gambar 5. Grafik Perbandingan Manual dan Telemetry Pos Bailang-Mahawu 07/10/2024 – 30/10/2024



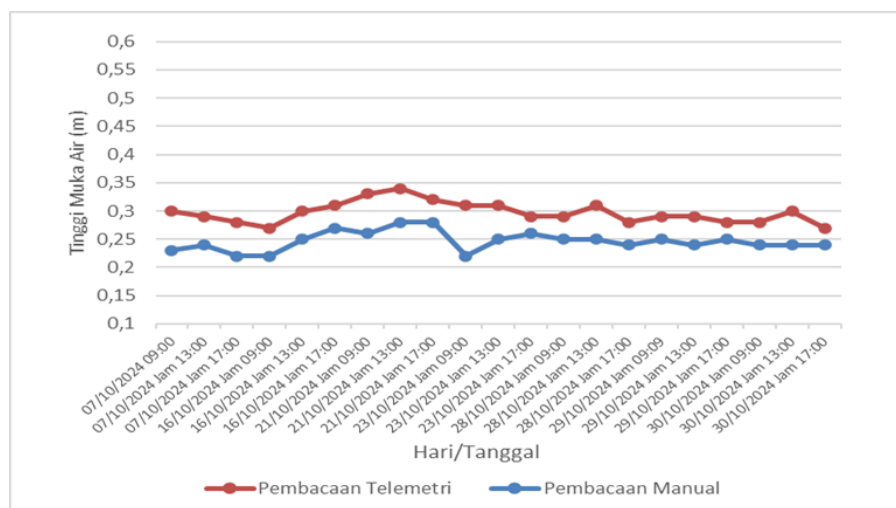
Gambar 6. Grafik Perbandingan Manual dan Telemetry Pos Bailang-Mahawu 31/10/2024 – 11/11/2024



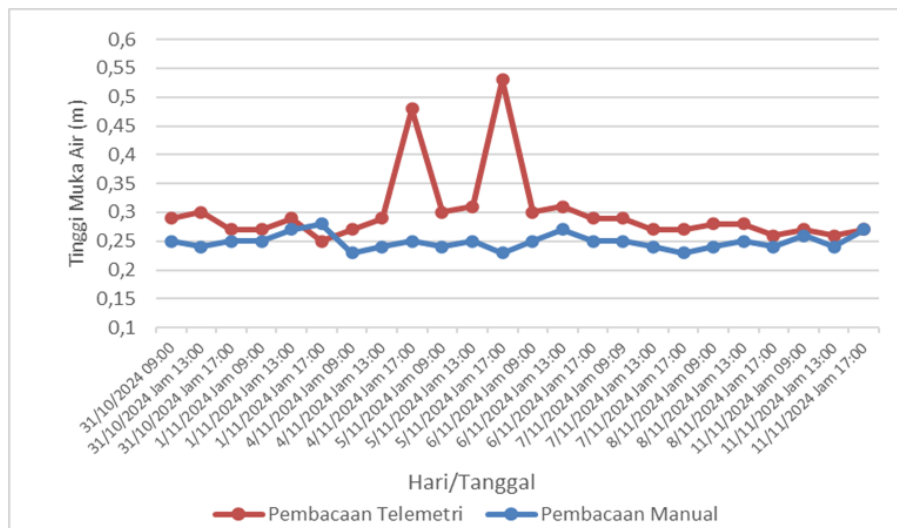
Gambar 7. Grafik Perbandingan Manual dan Telemetri Pos Bailang-Bailang 07/10/2024 – 30/10/2024



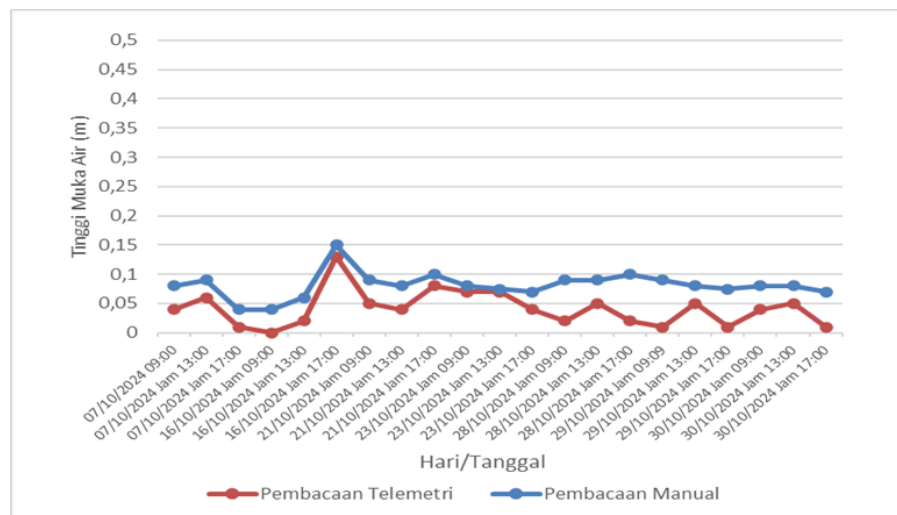
Gambar 8. Grafik Perbandingan Manual dan Telemetri Pos Bailang-Bailang 31/10/2024 – 11/11/2024



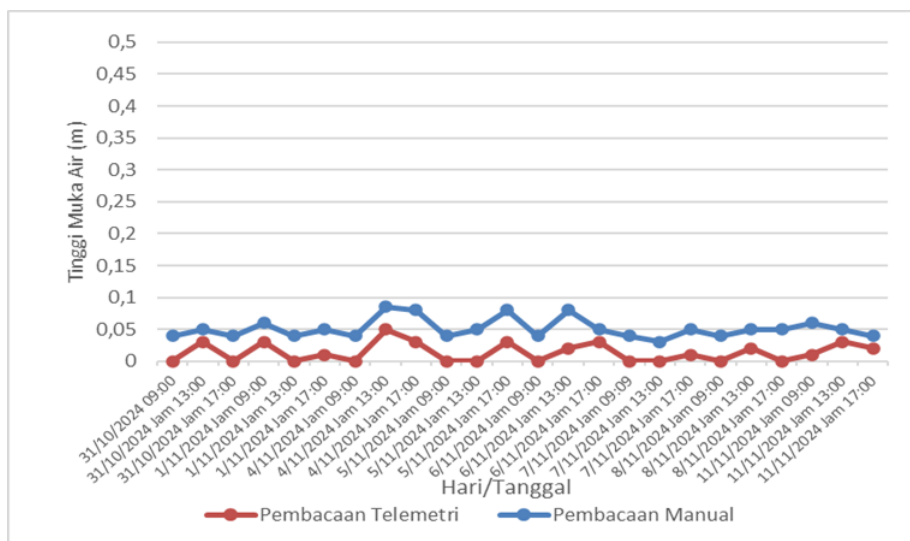
Gambar 9. Grafik Perbandingan Manual dan Telemetri Pos Sario 07/10/2024 – 30/10/2024



Gambar 10. Grafik Perbandingan Manual dan Telemetri Pos Sario 31/10/2024 – 11/11/2024



Gambar 11. Grafik Perbandingan Manual dan Telemetri Pos Malalayang 07/10/2024 – 30/10/2024



Gambar 12. Grafik Perbandingan Manual dan Telemetri Pos Malalayang 31/10/2024 – 11/11/2024

b. Rata-rata selisih antara pengukuran manual dan telemetri

Tabel 5. Selisih antara Pengukuran Manual dan Telemetri Pos Bailang-Mahawu

Tanggal	Selisih (m)		
	Pagi	Siang	Sore
	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00
07/10/2024	0,05	0,02	0,03
16/10/2024	0,01	0,02	0,05
21/10/2024	0	0,01	0,02
23/10/2024	0,03	0,04	0,03
28/10/2024	0,01	0	0,02
29/10/2024	0,03	0,01	0,03
30/10/2024	0,01	0	0,01
31/10/2024	0,03	0	0,04
01/11/2024	0,02	0,01	-0,02
04/11/2024	0	0,01	0,05
05/11/2024	0,02	0,02	0,01
06/11/2024	0,01	0	0,01
07/11/2024	0	0,02	0,05
08/11/2024	0	0,01	0,06
11/11/2024	0,03	0,01	0,02

Di bawah ini adalah perhitungan rata-rata selisih antara pengukuran manual dan telemetri Pos Bailang-Mahawu:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{0,84}{45}$$

$$= 0.019 \text{ m}$$

Tabel 6. Selisih antara Pengukuran Manual dan Telemetri Pos Bailang-Mahawu

Tanggal	Selisih (m)		
	Pagi	Siang	Sore
	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00
07/10/2024	0,01	0,04	0,02
16/10/2024	0,01	0	0,01
21/10/2024	0,01	0,01	0,02
23/10/2024	0,02	0,03	0,02
28/10/2024	0,02	0,02	0
29/10/2024	0,02	0	0,01
30/10/2024	0,01	0,01	0,02
31/10/2024	0,03	0,01	0,01
01/11/2024	0,03	0,02	0,52
04/11/2024	0,02	0,03	0,02
05/11/2024	0,02	0,01	0,58
06/11/2024	0,01	0	0,54
07/11/2024	0,03	0,01	0,55
08/11/2024	0,03	0,01	0,66
11/11/2024	0,02	0,03	0,62

Di bawah ini adalah perhitungan rata-rata selisih antara pengukuran manual dan telemetri Pos Bailang-Bailang:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{4,12}{45}$$

$$= 0.092 \text{ m}$$

Tabel 7. Selisih antara Pengukuran Manual dan Telemetry Pos Sario

Tanggal	Selisih (m)		
	Pagi	Siang	Sore
	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00
07/10/2024	0,07	0,05	0,06
16/10/2024	0,09	0,05	0,04
21/10/2024	0,07	0,06	0,04
23/10/2024	0,09	0,06	0,03
28/10/2024	0,04	0,06	0,04
29/10/2024	0,04	0,05	0,03
30/10/2024	0,04	0,06	0,03
31/10/2024	0,04	0,06	0,02
01/11/2024	0,02	0,02	0,03
04/11/2024	0,04	0,05	0,23
05/11/2024	0,06	0,06	0,3
06/11/2024	0,05	0,04	0,04
07/11/2024	0,04	0,03	0,04
08/11/2024	0,04	0,03	0,02
11/11/2024	0,01	0,02	0

Di bawah ini adalah perhitungan rata-rata selisih antara pengukuran manual dan telemetry Pos Sario:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{2,39}{45}$$

$$= 0.053 \text{ m}$$

Tabel 8. Selisih antara Pengukuran Manual dan Telemetry Pos Malalayang

Tanggal	Selisih (m)		
	Pagi	Siang	Sore
	Jam 09:00	Jam 13:00	Jam 17:00
07/10/2024	0,04	0,03	0,03
16/10/2024	0,04	0,04	0,02
21/10/2024	0,04	0,04	0,02
23/10/2024	0,01	0,005	0,03
28/10/2024	0,07	0,04	0,08
29/10/2024	0,08	0,03	0,065
30/10/2024	0,04	0,03	0,06
31/10/2024	0,04	0,02	0,04
01/11/2024	0,03	0,04	0,04
04/11/2024	0,09	0,035	0,08
05/11/2024	0,09	0,08	0,1
06/11/2024	0,08	0,06	0,1
07/11/2024	0,075	0,08	0,055
08/11/2024	0,07	0,055	0,06
11/11/2024	0,05	0,06	0,06

Di bawah ini adalah perhitungan rata-rata selisih antara pengukuran manual dan telemetry Pos Sario:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{2,33}{45}$$

$$= 0.052 \text{ m}$$

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Rata-rata selisih tinggi muka air antara pengukuran manual dan telemetri yang diperoleh pada Pos Sungai Bailang-Mahawu = 0,019 m, pada Pos Sungai Bailang-Bailabg = 0,092 m, pada Pos Sungai Sario = 0,053 m, dan pada Pos Sungai Malalayang = 0,052 m.

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa AWLR Sistem Telemetri memberikan hasil yang cukup akurat dalam pengukuran tinggi muka air di berbagai lokasi yang dianalisis. Meskipun terdapat sedikit perbedaan antara pengukuran manual dan data telemetri, selisih yang diperoleh masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk penggunaan sistem pemantauan air dalam kegiatan operasional sehari-hari.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis, beberapa saran untuk penelitian dan implementasi sistem pemantauan tinggi muka air adalah sebagai berikut. Pertama, untuk pos-pos dengan selisih pengukuran yang besar, seperti Pos Bailang-Bailang, disarankan untuk melakukan pemeriksaan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi, seperti kondisi lingkungan, kualitas sinyal, dan kondisi perangkat pengukur. Kedua, untuk lokasi-lokasi dengan selisih besar, perlu dilakukan perbaikan terkait instalasi, pemeliharaan, dan posisi sensor agar alat pengukur dapat berfungsi dengan optimal. Terakhir, peningkatan pemahaman pengguna terhadap sistem telemetri juga sangat penting, sehingga pelatihan yang mendalam mengenai pemeliharaan alat dan pemanfaatan data harus diberikan untuk memastikan kesalahan dapat diidentifikasi dan diperbaiki dengan cepat. Dengan penerapan saran-saran ini, diharapkan sistem pemantauan tinggi muka air dapat lebih efisien dan mendukung pengelolaan sumber daya air dengan lebih baik.

Referensi

- Parwita, I. G. L. M. (2016). Evaluasi Kinerja Automatic Water Level Recorder (AWLR) Tukad Mati. *Jurnal Matrix*, 6(3), 143–147.
- Sunardi, S., Firman Ilahi, A., & D P R, M. S. (2023). Tingkat Akurasi dan Presisi Data Hujan Sensor Peralatan Otomatis terhadap Penakar Hujan Konvensional di Provinsi Sulawesi Tengah. *Buletin GAW Bariri*, 4(2), 40–49. <https://doi.org/10.31172/bgb.v4i2.114>
- Ginting, J. M. (2022). Analisis Perhitungan Jumlah Dan Penentuan Lokasi Alat Pengukur Hujan Di Kota Batam. *Jurnal Sipil Sains*, 12(2), 121–131. <https://doi.org/10.33387/sipilsains.v12i2.5036>
- Suki Mariadi, I., & M. T. S. (n.d.). Pengembangan Telemetri Ketinggian Permukaan Air Pada Sungai Ta'Deang Kab. Maros.
- Sumarauw, J. S. F., & Ohgushi, K. (2012). Analysis on curve number, land use and land cover changes in the Jobaru River basin, Japan. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 7(7), 787–793.
- PUPR, K. (2015). PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA NOMOR 27/PRT/M/2015 TENTANG BENDUNGAN.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). Data Hidrologi dan Survey Hidrometri. Modul.
- Perangkat Tinggi Muka Air Tipe Sonar (AWLR Telemetri). (2024, Januari 28). Higertech. Retrieved from <https://higertech.com/product/6a465f9b-70dc-4aa2-9848-d3cab9246d52>