



Perancangan Alat Pengukur Arus Air Pada Saluran Terbuka Berbasis Sensor YF-S201 Dan Arduino Mega 2560

Zakarias Bala Beda^{1*}, Fathur Rohman², Siegfried Syafier³

¹²³ Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Langlangbuana Bandung

*korespondensi: Email: zakariasbala@gmail.com

Received: 28 Juni 2026

Revised: 14 Juli 2026

Accepted: 17 Juli 2026

ABSTRACT

Measuring water flow velocity in open channels is an important parameter in hydraulic analysis, especially for flow rate calculations, irrigation network planning, and water channel performance evaluation. However, conventional measurement methods commonly used in the field still have limitations in terms of accuracy, practicality, and cost. This study aims to design and test a water flow velocity measuring device in open channels that is simple, economical, and easy to use in the field. The designed device uses a YF-S201 water flow sensor based on a propeller mechanism as a flow velocity detector. Data from the sensor is processed using an Arduino Mega 2560 microcontroller which is displayed directly through a seven-segment display. This research is an experimental study conducted at the Hydraulics Laboratory of Langlangbuana University with tests under several flow conditions, namely at the surface, middle, and bottom of the flow. The results show that the designed device is able to measure and display water flow velocity in real-time with a fairly good level of reliability. The difference in measurement results between the tool and the manual method is still within acceptable tolerance limits. This tool is considered suitable for use as an alternative tool for measuring water flow speed in open channels, especially for small to medium-scale irrigation channels with limited costs and equipment.

Keywords: *open channel, water flow velocity, YF-S201 sensor, Arduino Mega, seven-segment display.*

ABSTRAK

Pengukuran kecepatan arus air pada saluran terbuka merupakan salah satu parameter penting dalam analisis hidraulika, khususnya untuk perhitungan debit, perencanaan jaringan irigasi, dan evaluasi kinerja saluran air. Namun, metode pengukuran konvensional yang umum digunakan di lapangan masih memiliki keterbatasan dari segi akurasi, kepraktisan, serta biaya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji alat pengukur kecepatan arus air pada saluran terbuka yang sederhana, ekonomis, dan mudah digunakan di lapangan. Alat yang dirancang menggunakan sensor aliran air YF-S201 berbasis mekanisme baling-baling sebagai pendeteksi kecepatan aliran. Data dari sensor diproses menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang ditampilkan secara langsung melalui seven segment display. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Hidraulika Universitas Langlangbuana dengan pengujian pada beberapa kondisi aliran, yaitu pada permukaan, tengah dan dasar aliran. Hasil penelitian menunjukkan alat yang dirancang mampu mengukur dan menampilkan kecepatan arus air secara real-time dengan tingkat keandalan yang cukup baik. Perbedaan hasil pengukuran antara alat dan metode manual masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Alat ini dinilai layak digunakan sebagai alternatif alat ukur kecepatan arus air pada saluran terbuka, khususnya untuk saluran irigasi skala kecil hingga menengah dengan keterbatasan biaya dan peralatan.

Kata kunci: *saluran terbuka, kecepatan arus air, sensor YF-S201, Arduino Mega, seven segment.*

PENDAHULUAN

Pengelolaan sumber daya air yang efisien membutuhkan pemahaman mendalam mengenai perilaku aliran pada saluran terbuka. Kecepatan arus air merupakan salah satu parameter utama dalam analisis hidraulika karena digunakan sebagai dasar dalam perhitungan debit, perencanaan dimensi saluran, perencanaan jaringan irigasi, pengendalian banjir, serta evaluasi kinerja bangunan air (Chow, 1959; .Pemahaman yang akurat terhadap distribusi kecepatan aliran juga berpengaruh terhadap proses pengangkutan sedimen, penyebaran polutan, dan stabilitas struktur di sekitar saluran terbuka.

Metode pengukuran kecepatan aliran yang umum digunakan di lapangan, seperti metode pelampung dan current meter, masih memiliki sejumlah keterbatasan. Metode pelampung memiliki ketelitian terbatas dan rentan terhadap gangguan angin, sedangkan current meter memerlukan biaya operasional yang tinggi (Kumar et al., 2025). Sementara itu, teknologi berbasis Internet of Things (IoT) yang lebih presisi belum banyak diterapkan di lapangan karena keterbatasan infrastruktur, biaya, dan kompleksitas sistem. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan akan alat ukur yang akurat, terjangkau, dan mudah digunakan, dengan kondisi aktual di lapangan, khususnya pada saluran irigasi skala kecil hingga menengah.

Berbagai penelitian sebelumnya telah berupaya mengembangkan alternatif alat ukur berbasis sensor dan mikrokontroler. (Herfadlan Fair & Budi Mulyati (2023) berhasil merancang alat ukur kecepatan aliran menggunakan water flow sensor berbasis Arduino Uno dengan tingkat keandalan yang cukup baik pada skala laboratorium. Utomo et al. (2024) mengembangkan alat pengukur berbasis sensor Hall-Effect yang mampu mengukur kecepatan secara digital dengan tingkat kesalahan yang kecil dibandingkan metode pelampung. Mutlu & Kaygusuz (2023) pun merancang prototipe alat ukur kecepatan cairan pada saluran terbuka yang membuka peluang pengembangan lebih lanjut. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih terfokus pada pengukuran satu titik kedalaman aliran dan belum menganalisis secara komprehensif distribusi kecepatan vertikal pada saluran terbuka. Bilangan Froude adalah sebuah parameter non-dimensional yang menunjukkan efek relative dari efek inersia terhadap efek gravitasi dan juga menentukan karakteristik aliran (Ikbar et al., 2020). Pengukuran debit pada suatu bangunan pengambilan air sangat diperlukan ketepatannya karena sangat berpengaruh terhadap hasil yang ingin dicapai dalam pemakaian air (Rizaldy et al., 2021).

Distribusi kecepatan pada suatu penampang misalnya saluran drainase, saluran irigasi dan sungai maka konstruksi bangunan air dapat disesuaikan posisi penempatannya dalam penampang saluran terbuka tersebut (Iqbal & Faisal, 2018). keberadaan aliran berdasarkan pada pengukuran dan perhitungan secara teoritis (Binilang, 2014). Nilai maksimal dari distribusi kecepatan terjadi mendekati muka air pada arah vertikal dan pada tengah tampang (Ikhsan, 2006). Dengan distribusi yang terkendali, dengan bantuan pengukuran-pengukuran tersebut, maka masalah kebutuhan air irigasi selalu dapat diatasi tanpa menimbulkan gejala dimasyarakat petani pemakai air (Winasis et al., 2020). Pengukuran debit dapat dilakukan dengan dua cara pengukuran yaitu pengukuran tidak langsung dan pengukuran langsung (Tallar et al., 2021). Kecepatan arus air sungai yang dipermukaan berbeda dengan kecepatan arus air sungai yang ada dibawah permukaan air (Priyantini & Irjan, 2009). Perubahan kemiringan yang signifikan dapat mempengaruhi stabilitas dan efisiensi saluran terbuka (Hasyim et al., 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang alat ukur kecepatan arus air pada saluran terbuka yang sederhana, ekonomis, dan mampu menampilkan hasil pengukuran secara real-time. Alat dirancang menggunakan sensor YF-S201 berbasis mekanisme baling-baling yang dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan ditampilkan melalui seven-segment display. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian alat secara sistematis pada tiga titik kedalaman aliran, yaitu permukaan, tengah, dan dasar, sehingga dapat menganalisis distribusi kecepatan vertikal sekaligus memvalidasi kinerja alat terhadap metode manual pelampung.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidraulika Universitas Langlangbuana pada Januari 2026 menggunakan metode eksperimen untuk merancang dan menguji alat pengukur kecepatan serta volume aliran air berbasis mikrokontroler. Sistem yang dikembangkan terdiri atas sensor YF-S201 sebagai *input*, Arduino Mega 2560 sebagai unit pemrosesan, dan *seven segment display* sebagai media *output*. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan konsep dan perangkat keras, penyusunan skematik rangkaian, pengembangan perangkat lunak menggunakan *Arduino IDE*, perakitan komponen pada PCB, pengujian sistem, serta evaluasi dan penyempurnaan alat. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, eksperimen langsung, observasi kinerja alat, dan pencatatan data hasil pengukuran. Parameter yang diamati meliputi jumlah pulsa sensor, kecepatan aliran air, volume air, respons sensor, kestabilan tampilan, dan konsistensi hasil pengukuran. Alur penelitian dimulai dari identifikasi masalah, studi literatur, perancangan dan pembuatan perangkat keras serta perangkat lunak,

perakitan alat, pengujian, analisis hasil, evaluasi kinerja, hingga penarikan kesimpulan dan penyusunan saran pengembangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang direalisasikan dalam bentuk alat ukur aliran air digital yang bekerja berdasarkan prinsip pendeteksian pulsa aliran. Ketika air mengalir melalui sensor YF-S201, rotor di dalam sensor akan berputar dan menghasilkan sinyal pulsa listrik. Pulsa tersebut selanjutnya dikirimkan ke Arduino Mega 2560 untuk diproses menjadi data kecepatan dan volume aliran air. Hasil pengolahan data ditampilkan secara langsung melalui *Seven segment Display*, sehingga pengguna dapat membaca nilai hasil pengukuran secara *real-time* dilapangan

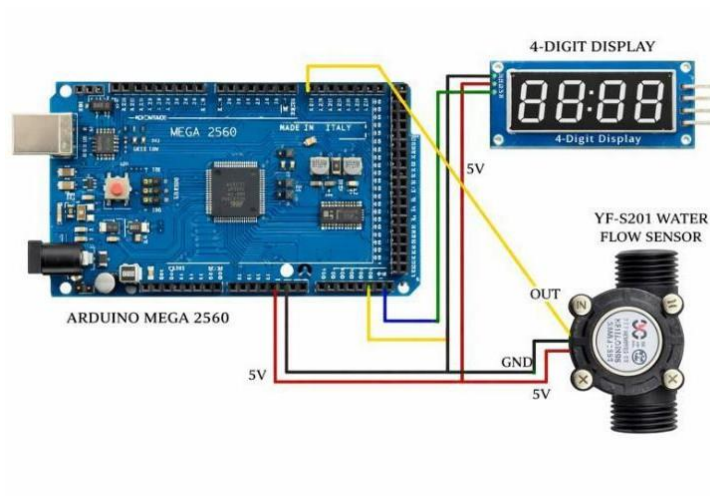
Implementasi Perangkat Keras

Hasil perancangan perangkat keras direalisasikan dengan menghubungkan seluruh komponen utama sesuai dengan skematik yang telah dibuat. Komponen perangkat keras yang digunakan meliputi:

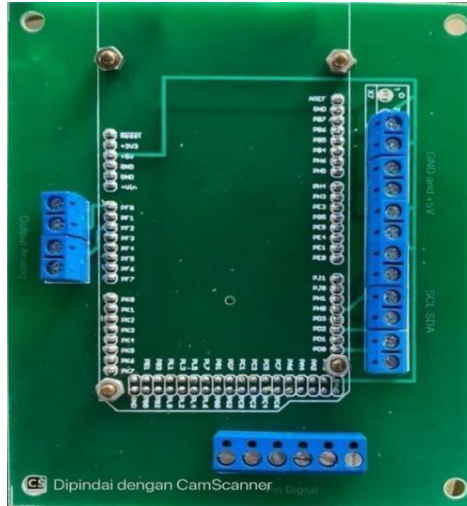
- **Sensor YF-S201**, berfungsi sebagai input sistem untuk mendeteksi aliran air berdasarkan jumlah pulsa yang dihasilkan.
- **Arduino Mega 2560**, berperan sebagai pusat pemrosesan data yang menerima sinyal pulsa dari sensor dan mengolahnya menjadi nilai kecepatan dan volume.

Gambar 1. Desain perancangan sistem

Sumber: Hasil Penelitian, 2026



- **Seven segment Display**, digunakan sebagai media output untuk menampilkan hasil pengukuran.
 - **PCB (Printed Circuit Board)**, digunakan sebagai media perakitan permanen agar rangkaian lebih rapi, kuat, dan stabil.
 - **Kabel penghubung**, digunakan untuk menghubungkan antar komponen sesuai dengan konfigurasi pin.
 - **Baterai**, berfungsi sebagai sumber catu daya sistem sehingga alat dapat digunakan secara portabel.
- Seluruh komponen dirakit pada PCB dengan memperhatikan jalur rangkaian, polaritas, dan keamanan sistem agar tidak terjadi gangguan saat alat dioperasikan.



Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Gambar 2. Perakitan alat pada PCB

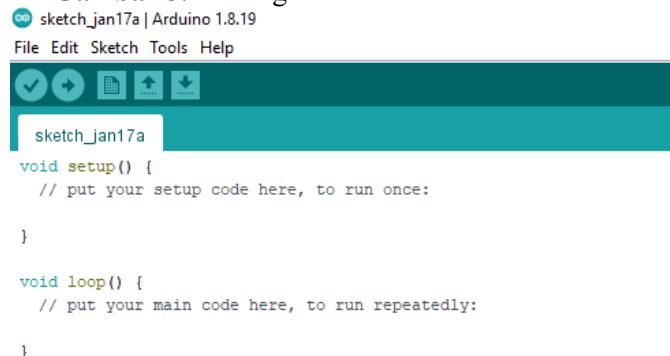
Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program yang dibuat berfungsi untuk:

1. Membaca sinyal pulsa dari sensor YF-S201.
2. Menghitung kecepatan dan debit aliran air berdasarkan jumlah pulsa yang diterima dalam interval waktu tertentu.
3. Mengakumulasi volume air yang mengalir.
4. Menampilkan hasil perhitungan pada *Seven segment Display* secara *real-time*.
5. Menjalankan sistem secara berkelanjutan selama alat diberi catu daya.

Program diuji secara bertahap untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai dengan perancangan.

Gambar 3. Pemrograman Arduino IDE



Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Perakitan Alat

Perakitan alat dilakukan setelah tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak selesai. Seluruh komponen utama, seperti sensor YF-S201, Arduino Mega 2560, *Seven segment Display*, baterai, serta komponen pendukung lainnya dirakit pada PCB agar rangkaian lebih rapi dan stabil.

Hasil perakitan menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat terhubung dengan baik sesuai dengan skematik rangkaian yang telah dirancang. Sensor YF-S201 terpasang dengan baik pada jalur aliran air sehingga baling-baling sensor dapat berputar secara optimal saat air mengalir. Arduino Mega 2560 berfungsi normal sebagai pengendali utama, sedangkan *Seven segment Display* mampu menampilkan angka dengan jelas dan stabil.

Secara fisik, alat memiliki bentuk yang cukup sederhana dan mudah dibawa, sehingga sesuai dengan tujuan penelitian untuk menghasilkan alat ukur yang praktis dan ekonomis.

Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan pada beberapa posisi aliran di dalam saluran terbuka, yaitu permukaan, tengah, dan dasar saluran. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat terhadap variasi distribusi kecepatan aliran.

Pengujian alat pada permukaan aliran

Pengukuran kecepatan arus pada titik permukaan dilakukan untuk mengetahui karakteristik aliran pada bagian atas kolom air. Pada posisi ini pengaruh gesekan dasar saluran relatif kecil sehingga kecepatan yang diperoleh umumnya lebih besar dibandingkan titik pengukuran yang berada lebih dekat ke dasar saluran. Menurut teori distribusi kecepatan pada aliran saluran terbuka, kecepatan maksimum biasanya terjadi pada daerah dekat permukaan air karena pengaruh tahanan dasar semakin berkurang dengan bertambahnya jarak dari dasar saluran (Chow, 1959). Hasil pengukuran kecepatan arus pada titik permukaan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat Pada Permukaan Aliran

No	Debit (cm ³ /detik)	Kecepatan Sensor (m/detik)
1	97,97	1,25
2	111,33	1,42
3	102,43	1,3
4	109,11	1,39
5	104,65	1,33
6	104,65	1,33
7	106,88	1,36
8	109,11	1,39
9	106,88	1,36
10	100,2	1,28
11	106,88	1,36
12	109,11	1,39
13	109,11	1,39
14	111,33	1,42
15	113,56	1,45
16	104,65	1,33
17	109,11	1,39
18	111,33	1,42
19	104,65	1,33
20	100,2	1,28
21	106,88	1,36
22	104,65	1,33
23	95,75	1,22
Rata-rata	106,11	1,35

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh nilai kecepatan arus permukaan yang berkisar antara 1,22 m/detik hingga 1,45 m/detik dengan rata-rata sebesar 1,35 m/detik. Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa lapisan permukaan memiliki kecepatan aliran yang relatif tinggi. Tingginya kecepatan pada posisi permukaan disebabkan oleh kecilnya pengaruh gaya gesek yang bekerja pada posisi tersebut. Energi aliran yang berasal dari perbedaan elevasi masih dapat dipertahankan sehingga menghasilkan kecepatan yang besar. Selain itu, aliran permukaan hanya berinteraksi dengan udara atmosfer yang memberikan hambatan jauh lebih kecil dibandingkan dasar saluran. Menurut teori distribusi kecepatan vertikal pada

aliran saluran terbuka, kecepatan aliran akan meningkat seiring bertambahnya jarak dari dasar saluran. Oleh karena itu, hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan kesesuaian dengan teori hidrolika yang menyatakan bahwa kecepatan maksimum umumnya terjadi pada bagian permukaan atau sedikit di bawah permukaan aliran. Variasi kecepatan yang terjadi pada posisi permukaan dapat dipengaruhi oleh turbulensi aliran, perubahan debit sesaat, dan kondisi geometrik saluran. Namun secara keseluruhan, data menunjukkan pola yang relatif stabil sehingga dapat menggambarkan kondisi aliran pada lokasi penelitian.

Pengujian Alat Pada Tengah aliran

Aliran tengah merupakan bagian aliran yang sering digunakan untuk mewakili kecepatan rata-rata aliran pada suatu penampang. Pada lapisan ini pengaruh gesekan dasar mulai berkurang, namun masih terdapat interaksi momentum antara lapisan atas dan bawah sehingga distribusi kecepatan menjadi lebih merata.

Hasil pengukuran kecepatan arus pada lapisan tengah disajikan pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Alat Pada Tengah Aliran

No	Debit (cm ³ /detik)	Kecepatan Sensor (m/detik)
1	80,16	1,02
2	104,65	1,33
3	80,16	1,02
4	104,65	1,33
5	104,65	1,33
6	111,33	1,42
7	111,33	1,42
8	106,88	1,36
9	106,88	1,36
10	106,88	1,36
11	111,33	1,42
12	106,88	1,36
13	106,88	1,36
14	106,88	1,36
15	109,11	1,39
16	109,11	1,39
17	106,88	1,36
18	109,11	1,39
20	109,11	1,39
21	109,11	1,39
22	113,56	1,45
23	106,88	1,36
24	111,33	1,42
Rata-rata	105,81	1,35

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai kecepatan arus pada tengah aliran berkisar antara 1,02 m/detik hingga 1,45 m/detik dengan rata-rata sebesar 1,35 m/detik.

Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa kecepatan di tengah aliran hampir sama dengan kecepatan permukaan. Perbedaan yang sangat kecil mengindikasikan bahwa proses pencampuran akibat turbulensi telah berlangsung dengan baik sehingga distribusi energi dalam aliran menjadi lebih merata.

Menurut Triatmodjo (2015), pada aliran turbulen terjadi perpindahan momentum yang intensif antar lapisan fluida sehingga variasi kecepatan sepanjang kedalaman aliran menjadi lebih kecil. Kondisi

tersebut terlihat dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa selisih kecepatan rata-rata antara aliran tengah dan aliran permukaan hanya sebesar 0,004 m/detik.

Nilai kecepatan minimum sebesar 1,02 m/detik menunjukkan adanya fluktuasi lokal yang dapat disebabkan oleh pengaruh turbulensi, ketidakrataan dasar saluran, maupun faktor pengukuran. Namun demikian, secara keseluruhan lapisan tengah masih menunjukkan karakteristik aliran yang stabil dan sesuai dengan teori distribusi kecepatan pada saluran terbuka.

Pengujian Alat Pada Dasar Aliran

Posisi pengukuran dasar merupakan bagian aliran yang paling dekat dengan dasar saluran sehingga sangat dipengaruhi oleh gaya gesek. Pengukuran pada lapisan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh tahanan dasar terhadap distribusi kecepatan aliran.

Hasil pengukuran kecepatan arus pada lapisan dasar disajikan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Alat Pada Dasar Aliran

No	Debit (cm ³ /detik)	Kecepatan Sensor (m/detik)
1	100,20	1,28
2	104,65	1,33
3	97,97	1,25
4	100,20	1,28
5	100,20	1,28
6	97,97	1,25
7	102,43	1,30
8	102,43	1,30
9	104,65	1,33
10	104,65	1,33
11	104,65	1,33
12	100,20	1,28
13	100,20	1,28
14	102,43	1,30
15	97,97	1,25
16	100,20	1,28
17	104,65	1,33
18	104,65	1,33
19	100,20	1,28
20	100,20	1,28
21	106,88	1,36
22	102,43	1,30
23	102,43	1,30
Rata-rata	101,87	1,30

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai kecepatan arus pada posisi dasar berkisar antara 1,25 m/detik hingga 1,36 m/detik dengan rata-rata sebesar 1,30 m/detik.

Nilai tersebut merupakan kecepatan rata-rata terendah dibandingkan permukaan dan tengah. Rendahnya kecepatan pada dasar aliran disebabkan oleh besarnya gaya gesek antara air dan permukaan dasar saluran yang menghambat pergerakan aliran.

Menurut Chow (1959), semakin dekat terhadap dasar saluran maka semakin besar pengaruh tegangan geser dasar (*bed shear stress*) yang bekerja. Akibatnya sebagian energi aliran hilang dalam bentuk turbulensi dan panas sehingga kecepatan aliran menjadi lebih rendah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata dasar lebih kecil sebesar 0,05 m/detik dibandingkan permukaan. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya gradien kecepatan vertikal yang merupakan karakteristik umum pada aliran saluran terbuka.

Meskipun demikian, nilai kecepatan yang masih berada di atas 1,2 m/detik menunjukkan bahwa aliran pada lokasi penelitian memiliki energi yang cukup besar sehingga pengaruh gesekan dasar tidak menyebabkan penurunan kecepatan yang terlalu signifikan.

PEMBAHASAN

Pengujian Manual dan Kalibrasi Alat

Pengukuran kecepatan secara manual dilakukan menggunakan metode jarak-waktu dengan jarak lintasan tetap 3 meter dan diulang sebanyak tiga percobaan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Manual Metode Pelampung

Percobaan	Jarak (m)	Waktu Tempuh (s)	Kecepatan (m/s)
1	3	2,38	1,26
2	3	2,42	1,24
3	3	2,36	1,27
Rata-rata	-	-	1,26

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Hasil pengujian manual menunjukkan kecepatan rata-rata sebesar 1,26 m/s. Nilai ini digunakan sebagai acuan kalibrasi untuk seluruh titik pengujian. Konsistensi hasil ketiga percobaan mencerminkan kondisi aliran yang relatif stabil selama pengujian berlangsung.

Pengujian Alat pada Permukaan Aliran

Pengukuran pada posisi permukaan bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran pada bagian atas kolom air yang relatif tidak dipengaruhi oleh gesekan dasar saluran. Ringkasan hasil kalibrasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan Hasil Kalibrasi Pada Permukaan Aliran

Parameter	Nilai
Rata-rata Debit (cm ³ /detik)	106,11
Rata-rata Kecepatan Sensor (m/s)	1,35
Rata-rata Kecepatan Terkalibrasi (m/s)	1,28
Standar Deviasi Terkalibrasi (m/s)	0,05
Kecepatan Manual / Referensi (m/s)	1,26
Faktor Penyesuaian	0,93
Selisih Terkalibrasi vs Manual (m/s)	0,02

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Kecepatan terkalibrasi rata-rata sebesar 1,28 m/s hanya berbeda 0,02 m/s dari nilai referensi manual. Setelah kalibrasi, nilai kecepatan mengalami koreksi turun sebesar sekitar 5,6%, yang menunjukkan bahwa sensor cenderung membaca sedikit lebih tinggi dari kondisi aktual. Standar deviasi 0,05 m/s mengindikasikan variasi pengukuran yang relatif kecil, sehingga kondisi aliran pada permukaan dapat dikategorikan stabil. Secara hidraulika, tingginya kecepatan pada posisi permukaan sesuai dengan teori distribusi kecepatan vertikal yang menyatakan bahwa kecepatan aliran meningkat seiring bertambahnya jarak dari dasar saluran, akibat berkurangnya pengaruh tegangan geser dasar (Chow, 1959).

Pengujian Alat pada Tengah Aliran

Pengujian pada posisi tengah dilakukan untuk mengetahui karakteristik aliran yang mewakili kondisi rata-rata penampang. Ringkasan hasil kalibrasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 6. Ringkasan Hasil Kalibrasi Pada Tengah Aliran

Parameter	Nilai
Rata-rata Debit (cm ³ /detik)	105,81
Rata-rata Kecepatan Sensor (m/s)	1,35
Rata-rata Kecepatan Terkalibrasi (m/s)	1,27
Standar Deviasi Terkalibrasi (m/s)	0,10
Kecepatan Manual / Referensi (m/s)	1,26
Faktor Penyesuaian	0,93
Selisih Terkalibrasi vs Manual (m/s)	0,01

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Kecepatan terkalibrasi rata-rata pada posisi tengah sebesar 1,27 m/s menunjukkan selisih terkecil terhadap nilai manual, yaitu hanya 0,01 m/s. Hal ini mengindikasikan bahwa posisi tengah merupakan titik pengukuran yang paling representatif terhadap kondisi aliran rata-rata. Standar deviasi yang lebih besar (0,10 m/s) mencerminkan fluktuasi kecepatan yang lebih tinggi di zona tengah akibat pencampuran momentum antara lapisan atas dan bawah. Temuan ini selaras dengan teori hidrometri yang menyatakan bahwa kecepatan pada kedalaman sekitar 0,6h dapat digunakan sebagai pendekatan kecepatan rata-rata penampang (Triatmodjo, 2015).

Pengujian Alat pada Dasar Aliran

Pengujian pada posisi dasar dilakukan untuk mengkaji pengaruh tegangan geser dasar terhadap distribusi kecepatan aliran. Ringkasan hasil kalibrasi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Ringkasan Hasil Kalibrasi Pada Dasar Aliran

Parameter	Nilai
Rata-rata Debit (cm ³ /detik)	101,85
Rata-rata Kecepatan Sensor (m/s)	1,30
Rata-rata Kecepatan Terkalibrasi (m/s)	1,22
Standar Deviasi Terkalibrasi (m/s)	0,03
Kecepatan Manual / Referensi (m/s)	1,26
Faktor Penyesuaian	0,97
Selisih Terkalibrasi vs Manual (m/s)	0,03

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Posisi dasar menghasilkan kecepatan terkalibrasi rata-rata terendah sebesar 1,22 m/s. Standar deviasi yang paling kecil (0,03 m/s) menunjukkan bahwa data pada posisi dasar paling stabil di antara ketiga titik pengujian. Rendahnya kecepatan pada dasar saluran disebabkan oleh dominasi tegangan geser dasar (bed shear stress) yang menyerap energi kinetik aliran, sehingga kecepatan berkurang (Chow,

1959). Namun demikian, faktor penyesuaian sebesar 0,97, yang paling mendekati satu, mengindikasikan bahwa pembacaan sensor pada posisi ini paling akurat terhadap kondisi aliran sebenarnya.

Distribusi Kecepatan pada Berbagai Kedalaman Aliran

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan aliran berbeda pada setiap kedalaman. Pada permukaan aliran, diperoleh rata-rata kecepatan terkalibrasi sebesar 1,28 m/s, sedangkan pada tengah aliran sebesar 1,27 m/s, dan pada dasar aliran sebesar 1,22 m/s.

Perbedaan ini sesuai dengan teori hidraulika saluran terbuka yang menyatakan bahwa distribusi kecepatan secara vertikal tidak seragam. Kecepatan tertinggi terjadi pada bagian permukaan karena pengaruh gesekan dasar relatif kecil, sedangkan kecepatan terendah terjadi pada bagian dasar akibat adanya tegangan geser dasar (*bed shear stress*) yang menyebabkan kehilangan energi aliran. Sementara itu, bagian tengah aliran merepresentasikan kondisi kecepatan rata-rata penampang karena berada di antara pengaruh turbulensi permukaan dan gesekan dasar.

Analisis Hubungan Debit dan Kecepatan

Data hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan debit selalu diikuti oleh peningkatan kecepatan aliran. Pada seluruh titik pengukuran, hubungan antara debit dan kecepatan memperlihatkan pola yang berbanding lurus.

Fenomena ini sesuai dengan Persamaan Kontinuitas ($Q = A \times V$), di mana debit aliran dipengaruhi oleh luas penampang dan kecepatan aliran. Karena luas penampang saluran selama pengujian relatif tetap, perubahan debit secara langsung menyebabkan perubahan kecepatan. Hasil ini menunjukkan bahwa alat mampu merespons perubahan kondisi aliran dengan baik dan menghasilkan data yang konsisten dengan teori hidraulika.

Stabilitas dan Akurasi Pengukuran

Analisis statistik menunjukkan bahwa data pengukuran memiliki tingkat kestabilan yang baik. Nilai standar deviasi kecepatan terkalibrasi pada titik permukaan, tengah, dan dasar masing-masing sebesar 0,05 m/s, 0,10 m/s, dan 0,03 m/s. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variasi data relatif kecil dan kondisi aliran selama pengujian cukup stabil.

Hasil kalibrasi juga memperlihatkan selisih yang kecil terhadap pengukuran manual, yaitu sekitar 0,02 m/s pada permukaan, 0,01 m/s pada tengah aliran, dan 0,03 m/s pada dasar aliran. Selisih yang rendah tersebut menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang baik dalam mengukur kecepatan arus. Titik tengah menghasilkan nilai yang paling mendekati hasil pengukuran manual sehingga dapat dianggap sebagai posisi pengukuran yang paling representatif untuk menggambarkan kecepatan rata-rata aliran.

Kinerja Alat Pengukur Arus Air

Berdasarkan seluruh hasil pengujian, alat yang dirancang mampu mengukur kecepatan arus air dengan baik pada berbagai kedalaman aliran. Hasil pengukuran setelah proses kalibrasi menunjukkan nilai yang mendekati pengukuran manual dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil. Selain itu, alat mampu mendeteksi variasi distribusi kecepatan yang terjadi pada saluran terbuka sesuai dengan teori hidraulika. Secara keseluruhan, alat menunjukkan performa yang baik dari aspek akurasi, konsistensi, dan sensitivitas terhadap perubahan debit. Dengan demikian, alat yang dikembangkan layak digunakan sebagai instrumen pengukuran kecepatan arus pada saluran terbuka dan mampu merepresentasikan karakteristik aliran yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan menguji alat pengukur arus air pada saluran terbuka berbasis sensor YF-S201 dan Arduino Mega 2560. Alat mampu mengukur serta menampilkan kecepatan arus air secara real-time melalui seven segment display. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pengukuran alat memiliki kesesuaian yang cukup baik dengan metode manual dan berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Dengan demikian, alat ini layak digunakan sebagai alternatif pengukuran kecepatan arus air pada saluran terbuka skala kecil hingga menengah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian serta penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Langlangbuana Bandung yang telah menyediakan fasilitas dan sarana penelitian, khususnya Laboratorium Hidraulika sebagai lokasi pelaksanaan pengujian. Penulis juga mengapresiasi dosen pembimbing, teknisi laboratorium, serta rekan-rekan yang telah memberikan masukan, bantuan teknis, dan dukungan selama proses penelitian berlangsung. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik sipil dan hidraulika.

DAFTAR PUSTAKA

- Binilang, A. (2014). PPerilaku Hubungan Antar Parameter Hidrolis Air Loncat Melalui Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(1), 41–44. <https://www.neliti.com/publications/97524/>
- Chen, M., Chen, H., Wu, Z., Huang, Y., Zhou, N., & Xu, C. Y. (2024). A Review on the Video-Based River Discharge Measurement Technique. *Sensors*, 24(14). <https://doi.org/10.3390/s24144655>
- Chow, V. T. (1959). *Open-channel hydraulics*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Hasyim, S., Salam, N., Saleh, M., & Maricar, F. (2023). Studi Kecepatan Aliran Pada Saluran Terbuka Dengan Dinding Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 406–414. <https://proceedings.ums.ac.id/sipil/article/view/2739/2702>
- Herfadlan Fair dan Budi Mulyati (2023). Designing a device for measuring the velocity of liquid flowing in open channels. *Turkish Journal of Engineering*, 7(3), 259–265. <https://doi.org/10.31127/tuje.1115850>
- Ikbar, L. O. M., Sahitua, A., Musa, R., Mallombasi, A., & Haris, M. (2020). Analisa Karakteristik Aliran dengan Menggunakan Alat Ukur Pintu Sorong pada Saluran Terbuka. *JILMATEKS:Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, 2(1), 107–113. <https://doi.org/https://doi.org/10.33096/frxg3a61>
- Ikhsan, C. (2006). Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Seragam Pada Saluran Terbuka Tampang Segiempat. *Media Teknik Sipil*, 35–40. <https://api.core.ac.uk/oai/oai:generic.eprints.org:1206/core478>
- Iqbal, M. T., & Faisal, Z. (2018). Studi Kecepatan Aliran Air dengan Menggunakan Tabung Pitot. *INTEK:Jurnal Penelitian*, 5(1), 14–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.31963/intek.v5i1.194>
- Kumar, A., Sarangi, A., Singh, D. K., Mani, I., & Dash, S. (2025). Development of a digital open channel flow measuring device for surface irrigation. *Water Supply*, 25(4), 667–683. <https://doi.org/10.2166/ws.2025.037>
- Munthe, V. J. H., & Hutabarat, M. (2023). Rancang bangun alat ukur kecepatan aliran air menggunakan water flow sensor berbasis Arduino Uno. *Jurnal Informatika, Teknologi dan Sains*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.56244/formateks.v2i1.721>
- Priyantini, N. Y., & Irjan. (2009). Pengukuran Kecepatan Arus Air Sungai Berbasis Mikrokontroler AT89S8252. *Jurnal Neutrino*, 2(1), 73–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1612>
- Rizaldy, A., Musa, R., & Mallombasi, A. (2021). Kalibrasi Koefisien Debit Model Bukaan Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium). *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 6(1), 1–10. <https://repository.umi.ac.id/1183/>
- Triatmodjo, B. (2015). *Hidraulika II*. Beta Offset.
- Tallar, R. Y., Loekito, J. A., Chandra, J., Yapisus, P. P., Lesmana, H., Karsten, L., & Tonny. (2021). Validasi Alat Ukur Taraf Muka Air Digital Sederhana Untuk Saluran Irigasi. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(April), 30–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.28932/jts.v17i1.3122>
- Utomo, A. D., Akbar, A. T., & Syafaat, M. (2024). Rancang bangun alat pengukur kecepatan air berbasis digital dengan sensor Hall-Effect. *Jurnal Industri Furnitur & Pengolahan Kayu*, 2(2), 82–91.
- Winasis, A., Mulyono, H., & Nurdiyanto. (2020). Model Alat Ukur Debit Untuk Saluran Irigasi. *Syntax Literate : Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 12–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i2.920>