

ANALISIS DEBIT AIR DAN KECEPATAN ARUS SUNGAI PEMANDIAN SOSA MENGGUNAKAN METODE APUNG

Andre Septino Sihombing¹, Sheren Kirana², Yuni Yolanda³

andresihombingwzz@gmail.com¹, sherenkirana17@gmail.com², yuni.yolanda@unimed.ac.id³

Universitas Negeri Medan

ABSTRAK

Debit aliran sungai merupakan salah satu parameter hidrologi paling mendasar yang dibutuhkan dalam perencanaan sistem irigasi dan bangunan air. Tanpa data debit lapangan yang akurat, perancangan saluran irigasi, bendung, dan bangunan pengendali banjir berpotensi menghasilkan dimensi yang tidak proporsional dan tidak aman secara teknis. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kecepatan arus dan menghitung debit aliran Sungai Pemandian Sosa, sungai pegunungan berbatu yang terletak di Sumatera Utara, Indonesia, pada koordinat Lintang 3°35'05,7" LU dan Bujur 98°35'52,8" BT, dengan total koridor pengukuran sepanjang 3,02 km. Metode apung diterapkan menggunakan botol plastik yang diisi air hingga seperempat bagian pada tujuh segmen sungai (S1–S7) dengan jarak tempuh pelampung sejauh 428 meter per segmen. Kecepatan arus dicatat di tiga titik penampang yaitu tepi kiri (A1), tengah (A2), dan tepi kanan (A3). Kecepatan rata-rata dihitung menggunakan $\bar{v} = s/\bar{t}$ dan luas penampang menggunakan $A = L \times \bar{d}$. Hasil menunjukkan kecepatan rata-rata 0,809 m/s dengan debit rata-rata 3,5463 m³/detik (212,777 m³/menit). Debit tertinggi tercatat pada segmen S6 sebesar 5,1254 m³/detik akibat luas penampang terbesar, sementara terendah pada segmen S7 sebesar 2,4632 m³/detik. Temuan ini menyediakan data dasar hidrologi yang dapat mendukung perencanaan sistem irigasi dan bangunan air di kawasan Sungai Pemandian Sosa.

Kata Kunci: Debit Air, Kecepatan Arus, Luas Penampang, Metode Apung, Sungai Pemandian Sosa.

ABSTRACT

River discharge is one of the most fundamental hydrological parameters required in the planning of irrigation systems and hydraulic structures. Without accurate field-based discharge data, the design of channels, weirs, and flood control structures may be proportionally inaccurate and technically inadequate. This study aims to measure flow velocity and calculate the water discharge of Pemandian Sosa River, a rocky mountain river located in North Sumatra, Indonesia, at coordinates Latitude 3°35'05.7" N and Longitude 98°35'52.8" E, with a total measurement corridor of 3.02 km. The float method was applied using a plastic bottle filled to one-quarter capacity at seven river segments (S1–S7) with a float travel distance of 428 meters per segment. Flow velocity was recorded at three cross-sectional points: left bank (A1), center (A2), and right bank (A3). The average velocity was calculated as $\bar{v} = s/\bar{t}$ and the cross-sectional area as $A = L \times \bar{d}$. Results show an average flow velocity of 0.809 m/s and an average discharge of 3.5463 m³/second (212.777 m³/minute). The highest discharge was recorded at segment S6 (5.1254 m³/second) due to its largest cross-sectional area, while the lowest was at segment S7 (2.4632 m³/second). These findings provide baseline hydrological data that can support the planning of irrigation systems and hydraulic structures in the Pemandian Sosa River area.

Keywords: Cross-Sectional Area, Float Method, Flow Velocity, Pemandian Sosa River, Water Discharge.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, baik sebagai kebutuhan dasar konsumsi, pertanian, maupun pembangunan infrastruktur. Dalam konteks teknik sipil dan manajemen sumber daya air, ketersediaan data hidrologi yang akurat dan terukur secara kuantitatif menjadi fondasi utama dalam setiap tahapan perencanaan. Salah satu parameter hidrologi paling mendasar yang dibutuhkan dalam perancangan bangunan air adalah debit aliran sungai, yang mencerminkan volume air

yang melewati suatu penampang sungai dalam satuan waktu tertentu.

Pengetahuan mengenai debit sungai memiliki implikasi langsung terhadap berbagai keputusan teknis, mulai dari dimensi saluran irigasi, kapasitas tampung waduk, ukuran pintu air, ketinggian ambang bendung, hingga perkiraan risiko banjir pada musim hujan. Kekurangan atau ketidakakuratan data debit dapat menyebabkan perencanaan yang tidak proporsional terlalu besar berarti pemborosan, terlalu kecil berarti risiko kegagalan struktur. Oleh karena itu, pengumpulan data debit lapangan secara langsung merupakan langkah yang tidak dapat digantikan semata-mata oleh pendekatan estimasi atau pemodelan.

Sungai Pemandian Sosa merupakan sungai alam yang terletak di kawasan Sumatera Utara pada koordinat Lintang 3°35'05,7" LU dan Bujur 98°35'52,8" BT. Sungai ini memiliki karakteristik khas sungai pegunungan tropis: dasar berbatu, aliran yang relatif deras, dan penampang yang bervariasi sepanjang alurnya. Secara ekologis dan sosial, sungai ini mengemban peran signifikan bagi masyarakat sekitar sebagai sumber air bersih, kawasan wisata alam, dan potensi sumber air untuk sistem irigasi pertanian di wilayah hilirnya. Hingga saat ini belum tersedia data hidrologi terukur secara sistematis mengenai kecepatan aliran dan debit Sungai Pemandian Sosa, sehingga perencanaan pengelolaan sumber daya airnya belum memiliki landasan ilmiah yang memadai.

Dari perspektif hidrologi, sungai pegunungan umumnya dicirikan oleh kecepatan aliran yang relatif tinggi akibat gradien kemiringan dasar yang lebih besar dibandingkan sungai dataran rendah. Kondisi dasar berbatu menyebabkan resistansi aliran yang tidak seragam antar segmen, sehingga kecepatan dan debit dapat bervariasi signifikan dari satu titik ke titik lainnya. Variasi ini menuntut pengukuran di beberapa segmen secara representatif.

Dalam praktik pengukuran debit lapangan, tersedia berbagai metode tergantung kondisi sungai dan ketersediaan alat. Metode current meter memberikan hasil akurat namun membutuhkan peralatan elektronik mahal. Metode hidraulik seperti pendekatan Manning memerlukan asumsi kekasaran dasar yang kompleks. Sementara itu, metode apung (float method) menawarkan pendekatan sederhana, ekonomis, dan dapat diimplementasikan langsung di lapangan menggunakan peralatan minimal berupa botol plastik, tali, dan stopwatch. Metode apung bekerja berdasarkan prinsip dasar kinematika: kecepatan dihitung dari perbandingan antara jarak tempuh dengan waktu yang dibutuhkan oleh benda apung untuk menempuh jarak tersebut ($v = s/t$).

Takaendengan et al. (2021) pada Sungai Sario Manado menggunakan metode pelampung dan memperoleh kecepatan rata-rata 0,1345 m/detik. Sementara Gultom et al. (2022) pada DTA Barabai, Kalimantan Selatan, melaporkan debit rata-rata hingga 17,31 m³/detik. Perbedaan nilai antar lokasi ini menunjukkan bahwa pengukuran lapangan spesifik-lokasi sangat diperlukan dan tidak dapat digeneralisasi dari satu sungai ke sungai lain.

Penelitian ini bertujuan: (1) mengukur waktu tempuh pelampung di tiga titik pengamatan pada setiap segmen untuk menghitung kecepatan arus, (2) mengukur dimensi penampang meliputi lebar dan kedalaman di titik A dan B setiap segmen, (3) menghitung debit aliran berdasarkan kecepatan dan luas penampang, serta (4) menganalisis variasi kecepatan dan debit antar segmen dalam kaitannya dengan karakteristik morfologi Sungai Pemandian Sosa.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Sungai Pemandian Sosa, Sumatera Utara. Berdasarkan pengukuran menggunakan aplikasi GLand Measure, lokasi penelitian berada pada:

- Lintang (Lat) : 3°35'05,7" LU (3,3516° N)
- Bujur (Lng) : 98°35'52,8" BT (98,5980° E)
- Jarak total pengukuran : 3,02 km.

Prosedur Penelitian

Botol plastik air mineral diisi air hingga $\pm \frac{1}{4}$ bagian agar tetap mengapung dan tidak mudah terbawa angin. Bagian leher botol diikat dengan tali menggunakan simpul mati yang kuat. Sungai dibagi menjadi 7 segmen (S1–S7) dengan jarak tempuh pelampung $s = 428$ m per segmen. Pada setiap segmen terdapat tiga titik pengamatan penampang: A1 (tepi kiri), A2 (tengah), dan A3 (tepi kanan). Titik A merupakan titik hulu tempat pelampung dilepaskan, dan Titik B adalah titik hilir tempat stopwatch dihentikan.

Untuk pengukuran kecepatan arus, pelampung diletakkan di permukaan air pada Titik A, kemudian stopwatch dihidupkan bersamaan dengan pelepasan pelampung. Waktu tempuh dicatat saat botol tiba di Titik B. Pengukuran dimensi sungai meliputi lebar sungai menggunakan meteran pada Titik A dan Titik B, serta kedalaman di tiga titik (kiri, tengah, kanan) pada kedua titik tersebut menggunakan tongkat ukur.

Untuk pengukuran dimensi sungai, ukur lebar sungai (L) menggunakan meteran pada titik dan titik B, kemudian ukur kedalaman bagian kiri, tengah, kanan pada titik A dan B menggunakan tongkat ukur, lalu hitung kedalaman rata-rata setiap titik dari nilai titik A dan titik B.

Teknik Analisis Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Waktu Rata-rata : $\bar{t} = (t_1 + t_2 + t_3) / 3$
 t_1, t_2, t_3 = waktu tempuh di titik A1, A2, A3 (detik)
2. Kecepatan Arus : $v = s / t$
 v = kecepatan (m/s), $s = 428$ m, t = waktu tempuh (s)
3. Kecepatan Arus Rata-rata : $\bar{v} = s / \bar{t}$
 d_1 = kedalaman titik A (m), d_2 = kedalaman titik B (m)
4. Kedalaman Rata-rata : $\bar{d} = (d_1 + d_2) / 2$
 d_1 = kedalaman titik A (m), d_2 = kedalaman titik B (m)
5. Luas Penampang Basah : $A = L \times \bar{d}$
 A = luas penampang (m^2), L = lebar sungai (m)
6. Debit Air : $Q = \bar{v} \times A$
 Q = debit aliran ($m^3/detik$)
7. Konversi Debit : $Q (m^3/menit) = Q \times 60$
 Q = debit aliran ($m^3/detik$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Sungai Pemandian Sosa, Sumatera Utara. Berdasarkan pengukuran menggunakan aplikasi GLand Measure, lokasi penelitian berada pada:

- Lintang (Lat) : 3°35'05,7" LU (3,3516° N)
- Bujur (Lng) : 98°35'52,8" BT (98,5980° E)
- Jarak total pengukuran : 3,02 km.

Kecepatan Arus Sungai

Hasil pengukuran waktu tempuh pelampung di tiga titik pengamatan (A1, A2, A3) pada setiap segmen beserta perhitungan kecepatan arus disajikan pada Tabel 1. Pengukuran dilakukan dengan jarak tempuh pelampung $s = 428$ m per segmen menggunakan rumus $v = s/t$.

Tabel 1. Pengukuran Arus Sungai Pemandian Sosa

No	Segmen	Titik Pengamatan	Jarak (m)	Waktu Tempuh (s)	Kecepatan (m/s)
1	S1	A1 (Tepi kiri)	428	532	0,805
2		A2 (Tengah)	428	508	0,843
3		A3 (Tepi kanan)	428	545	0,785
		Rata-Rata S1	428	528,3	0,810
4	S2	A1 (Tepi kiri)	428	558	0,767
5		A2 (Tengah)	428	535	0,800
6		A3 (Tepi kanan)	428	562	0,762
		Rata-Rata S2	428	551,7	0,776
7	S3	A1 (Tepi kiri)	428	510	0,839
8		A2 (Tengah)	428	495	0,865
9		A3 (Tepi kanan)	428	518	0,826
		Rata-Rata S3	428	507,7	0,843
10	S4	A1 (Tepi kiri)	428	525	0,815
11		A2 (Tengah)	428	501	0,854
12		A3 (Tepi kanan)	428	530	0,808
		Rata-Rata S4	428	518,7	0,825
13	S5	A1 (Tepi kiri)	428	540	0,793
14		A2 (Tengah)	428	519	0,825
15		A3 (Tepi kanan)	428	548	0,781
		Rata-Rata S5	428	535,7	0,799
16	S6	A1 (Tepi kiri)	428	600	0,713
17		A2 (Tengah)	428	578	0,740
18		A3 (Tepi kanan)	428	608	0,704
		Rata-Rata S6	428	595,3	0,719
19	S7	A1 (Tepi kiri)	428	498	0,859
20		A2 (Tengah)	428	476	0,899
21		A3 (Tepi kanan)	428	504	0,849
		Rata-Rata S7	428	492,7	0,869
		Rata-Rata Seluruh Segmen	428	532,9	0,809

Sumber: pengolahan Data (2026). Keterangan: $v = s/t$; $s = 428 \text{ m}$; $\bar{v} = s/\bar{t}$

Berdasarkan Tabel 1, kecepatan arus rata-rata seluruh segmen Sungai Pemandian Sosa adalah 0,809 m/s. Kecepatan tertinggi terdapat pada segmen S7 sebesar 0,869 m/s yang disebabkan penampang paling sempit (lebar 9,0 m), sehingga volume air yang sama dipaksa melewati ruang lebih sempit dan menghasilkan aliran lebih cepat. Sebaliknya, segmen S6 memiliki kecepatan terendah (0,719 m/s) karena penampangnya paling lebar (16,0 m) dan dalam. Pola ini sesuai dengan Hukum Kontinuitas aliran yang menyatakan bahwa pada debit konstan, kecepatan berbanding terbalik dengan luas penampang.

Pada setiap segmen, kecepatan di titik tengah (A2) secara konsisten lebih besar dibanding tepi kiri (A1) maupun kanan (A3), mencerminkan distribusi kecepatan parabolis pada penampang sungai alam di mana gesekan dengan dasar dan dinding memperlambat aliran di tepi (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Nilai kecepatan 0,70–0,87 m/s tergolong arus sedang-deras, khas untuk sungai pegunungan berbatu.

Dimensi Penampang Sungai

Hasil pengukuran lebar dan kedalaman di Titik A dan Titik B setiap segmen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Dimensi Penampang Sungai Pemandian Sosa

No	Segmen	L (m)	Kedalaman Titik A (m)			Kedalaman Titik B (m)			$\bar{d} = (A+B)/2 \text{ (m)}$		
			Kiri	Tengah	Kanan	Kiri	Tengah	Kanan	Kiri	Tengah	Kanan
1	S1	11,8	0,20	0,38	0,52	0,22	0,35	0,53	0,21	0,36	0,53
2	S2	15,3	0,31	0,49	0,22	0,33	0,46	0,23	0,32	0,47	0,23
3	S3	13,0	0,19	0,57	0,08	0,21	0,54	0,09	0,20	0,55	0,08
4	S4	12,0	0,28	0,51	0,17	0,30	0,48	0,18	0,29	0,49	0,17
5	S5	11,5	0,40	0,47	0,24	0,42	0,44	0,25	0,41	0,45	0,24
6	S6	16,0	0,33	0,62	0,38	0,35	0,59	0,39	0,34	0,60	0,39
7	S7	9,0	0,29	0,44	0,21	0,31	0,41	0,22	0,30	0,42	0,21

Sumber: pengolahan Data (2026). Keterangan: $\bar{d} = (\text{Kedalaman Titik A} + \text{Kedalaman Titik B}) / 2$

Tabel 2 menunjukkan variasi dimensi penampang yang cukup besar antar segmen. Lebar sungai berkisar antara 9,0 m (S7) hingga 16,0 m (S6). Kedalaman rata-rata bagian tengah secara konsisten merupakan yang terbesar di setiap segmen dibandingkan tepi kiri maupun kanan, mengindikasikan profil penampang berbentuk parabola tidak simetris yang khas pada sungai alam berbatu akibat proses erosi diferensial (Soemarto, 1999). Kedalaman rata-rata tengah tertinggi terdapat pada segmen S6 (0,60 m) dan S3 (0,55 m), sedangkan terendah pada segmen S3 bagian kanan (0,08 m) yang mengindikasikan adanya gosong pasir atau batu besar di tepi kanan segmen tersebut.

Perbedaan kedalaman antara Titik A dan Titik B pada setiap segmen umumnya sangat kecil (0,01–0,03 m), mencerminkan kondisi aliran yang relatif seragam sepanjang satu segmen pengukuran.

Debit Aliran Sungai

Perhitungan debit dilakukan berdasarkan kecepatan rata-rata dan luas penampang basah setiap segmen menggunakan rumus $Q = \bar{v} \times A$, di mana $A = L \times \bar{d}$. Nilai $\bar{d}$ merupakan rata-rata kedalaman dari tiga titik penampang (kiri, tengah, kanan) hasil Tabel 2. Hasil perhitungan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran Debit Aliran Sungai Pemandian Sosa

No	Segmen	$\bar{v} = s/\bar{t}$ (m/s)	L (m)	$\bar{d}$ (m)	$A = L \times \bar{d}$ (m ²)	$Q = \bar{v} \times A$ (m ³ /detik)
1	S1	0,8116	11,8	0,3667	4,3267	3,5117
2	S2	0,7770	15,3	0,3400	5,2020	4,0420
3	S3	0,8475	13,0	0,2800	3,6400	3,0850
4	S4	0,8284	12,0	0,3200	3,8400	3,1810
5	S5	0,8028	11,5	0,3700	4,2550	3,4157
6	S6	0,7226	16,0	0,4433	7,0933	5,1254
7	S7	0,8735	9,0	0,3133	2,8200	2,4632
Rata-Rata						3,5463

Sumber: Pengolahan Data (2026). Keterangan: $A = L \times \bar{d}$; $Q = \bar{v} \times A$ (m³/detik)

Berdasarkan Tabel 3, debit aliran Sungai Pemandian Sosa bervariasi dari 2,4632 m³/detik (S7) hingga 5,1254 m³/detik (S6), dengan rata-rata 3,5463 m³/detik (212,777 m³/menit). Debit tertinggi pada segmen S6 merupakan hasil dari kombinasi lebar terbesar (16,0 m) dan kedalaman rata-rata tertinggi (0,4433 m), yang menghasilkan luas penampang terbesar (7,0933 m²), meskipun kecepatan arusnya justru paling rendah (0,7226 m/s). Kondisi ini membuktikan bahwa dalam formula $Q = \bar{v} \times A$, luas penampang berperan sangat dominan luas penampang S6 yang 2,5 kali lebih besar dari S7 mengkompensasi kecepatannya yang lebih rendah dan tetap menghasilkan debit tertinggi (Triatmodjo, 2008).

Segmen 7 memiliki debit terendah (2,4632 m³/detik) meskipun kecepatannya tertinggi (0,8735 m/s), karena luas penampangnya paling kecil (2,8200 m²). Hal ini konsisten dengan prinsip kontinuitas aliran: penyempitan penampang meningkatkan kecepatan tetapi tidak meningkatkan debit secara proporsional apabila luas penampangnya jauh lebih kecil (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Variasi debit antar segmen yang berkisar 2,4–5,1 m³/detik mencerminkan heterogenitas morfologi sungai yang signifikan, khas pada sungai pegunungan berbatu dengan proses geomorfologi aktif (Gultom et al., 2002).

Rata-rata debit 3,5463 m³/detik tergolong cukup besar untuk sungai skala menengah di Sumatera Utara dan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi bagi pertanian di kawasan hilir Sungai Pemandian Sosa. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Takaendengan et al. (2021) pada Sungai Sario Manado yang hanya memperoleh kecepatan rata-rata 0,1345 m/detik, perbedaan yang mencerminkan perbedaan karakteristik morfologi antar sungai. Namun demikian, penelitian Gultom et al. (2022) pada DTA Barabai melaporkan debit rata-rata hingga 17,31 m³/detik, yang lebih tinggi dari penelitian ini karena perbedaan skala DAS dan kondisi hidrologi setempat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis data menggunakan metode apung pada 7 segmen Sungai Pemandian Sosa, disimpulkan sebagai berikut:

1. Kecepatan arus rata-rata sungai Pemandian Sosa adalah 0,809 m/s, dengan kecepatan tertinggi pada segmen S7 (0,869 m/s) dan terendah pada S6 (0,719 m/s). Kecepatan di titik tengah penampang konsisten lebih besar dibanding tepi kiri dan kanan di setiap segmen.
2. Lebar sungai berkisar 9,0–16,0 m dengan kedalaman rata-rata 0,2767–0,4433 m. Profil penampang tidak simetris, mencerminkan kondisi sungai alam berbatu dengan erosi

diferensial.

3. Debit rata-rata adalah 3,5463 m³/detik (212,777 m³/menit), debit tertinggi pada S6 (5,1254 m³/detik) dan terendah pada S7 (2,4632 m³/detik).
4. Luas penampang merupakan faktor dominan dalam debit, terbukti dari S6 yang menghasilkan debit tertinggi meskipun kecepatannya terendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Cetakan Kelima). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gultom, N., dkk. (2022). Analisis Debit Air di Daerah Tangkapan Air (DTA) Barabai Kabupaten Hulu Sungai Tengah. *Jurnal Slyva Scientaea*, 05(5): 711-717.
- Norhadi, A., Marzuki, A., Wicaksono, L., & Yacob, R. A. (2015). Studi Debit Aliran pada Sungai Antasan Kelurahan Sungai Andai Banjarmasin Utara. *Jurnal Poros Teknik*, 7(1), 126872
- Simatupang, C. M., Surbakti, H., & Agussalim, A. (20216). Analisis Data Arus di Perairan Muara Sungai Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 8(1), 15-24.
- Soemarto, C.D. (1999). Hidrologi Teknik. Erlangga. Jakarta.
- Sosrodarsono, S. Dan K. Takeda. (2003). Hidrologi untuk Pengairan. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sulaxono, R.W.F., dkk. (2020). Analisis Debit Air di Sub DAS Nahiyah. *Jurnal Slyva Scientaea*, 03(3): 730-740.
- Takaendengan, T. dan A.Y. Abbas. (2021). Identifikasi dan Pengukuran Debit Sungai Sario. *Jurnal Teknik Sipil Teraapa*, 3(3).
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta.