

Pengukuran Debit Sungai Sederhana

Debit adalah jumlah air yang melewati sungai dalam suatu periode waktu tertentu dan dinyatakan dalam satuan m^3 /detik atau liter/detik. Dengan mengukur debit sungai, maka kondisi hidrologis suatu daerah aliran sungai (DAS) akan dapat diketahui.

Informasi yang diperoleh dari pengukuran debit adalah (1) perbedaan debit tertinggi dan terendah, dan (2) perubahan debit harian. Informasi tersebut dapat menggambarkan kemampuan DAS dalam menyangga kejadian hujan deras. DAS yang baik mampu menampung curah hujan di atas rata-rata sekaligus menyediakan air saat kemarau panjang.

Pengukuran debit dilakukan dengan memantau tinggi muka air secara harian. Pencatatan muka air dapat melibatkan masyarakat yang tinggal di pinggir sungai dalam suatu wilayah DAS. Hal seperti itu sudah dilakukan oleh World Agroforestry Centre (ICRAF) dalam Program Smart Tree-invest di Kabupaten Buol, Sulawesi Tengah. Keterlibatan masyarakat bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan dan kesadaran mereka dalam memantau kondisi lingkungan, khususnya fungsi DAS.

Prosedur Pengukuran

1. Menentukan lokasi pengamatan/pengukuran debit dan tinggi muka air

Pemilihan lokasi akan menentukan akurasi hasil pengukuran. Kriteria pemilihan antara lain: tidak ada pusaran air, profil sungai rata (tak ada penghalang aliran sungai), arus sungai terpusat (tidak menyebar saat tinggi muka air naik), dan ada jembatan.

2. Pemantauan tinggi muka air sungai

Data tinggi muka air digunakan untuk perhitungan dan prediksi debit. Di beberapa lokasi, pengamatan tinggi muka air bahkan dapat digunakan untuk memprediksi kejadian banjir di daerah hilir.

Alat dan bahan:

- 1 batang plat besi dengan panjang 2.5 m
- Cat tahan air warna hitam dan putih secukupnya
- Kuas cat
- Alat tulis
- Paku dan palu
- Tabel Pengamatan Tinggi Muka Air



Gambar 1. Plat besi meteran tinggi muka air yang dipasang di pinggir sungai

Tahapan:

1. Tentukan lokasi pemasangan meteran tinggi muka air. Pondasi jembatan merupakan pilihan ideal. Pondasi dapat digambari meteran tinggi muka air menggunakan cat tahan air atau dipasang plat besi yang sudah digambari meteran tinggi muka air.
2. Memasang plat besi yang sudah digambari atau menggambar meteran tinggi muka air pada pondasi sebaiknya dilakukan pada musim kering saat ketinggian air berada pada titik terendah.
3. Aturan gambar meteran tinggi muka air atau pemasangan plat besi meteran tinggi muka air: titik 0 berada di dasar sungai (Gambar 1 kanan). Pasang plat besi (Gambar 1 kiri) di lokasi yang mudah dibaca namun terlindung dari arus air deras.
4. Lakukan pencatatan setiap pagi dan sore menggunakan Tabel Pengamatan Tinggi Muka Air.

Tabel Pengamatan Tinggi Muka Air

Bulan : _____
 Lokasi : _____
 Koordinat* : _____
 Pengamat : _____

Tanggal	Tinggi muka air		Tanggal	Tinggi muka air		Tanggal	Tinggi muka air	
	Pagi	Sore		Pagi	Sore		Pagi	Sore
1			11			21		
2			12			22		
3			13			23		
4			14			24		
5			15			25		
6			16			26		
7			17			27		
8			18			28		
9			19			29		
10			20			30		
						31		

3. Membuat profil/penampang melintang sungai

Profil sungai dibuat untuk mengetahui luas penampang vertikal sungai yang dilewati aliran air. Dengan menggunakan profil ini, maka banyaknya air yang lewat setiap detiknya akan dapat dihitung.

Pembuatan profil sungai biasanya dilakukan pada musim kemarau dan diperbarui setiap tahun.

Alat dan bahan:

- Tali secukupnya.
- Pemberat (batu)
- Meteran.
- Alat tulis
- Tabel Pengukuran Profil Sungai
- Sarung tangan

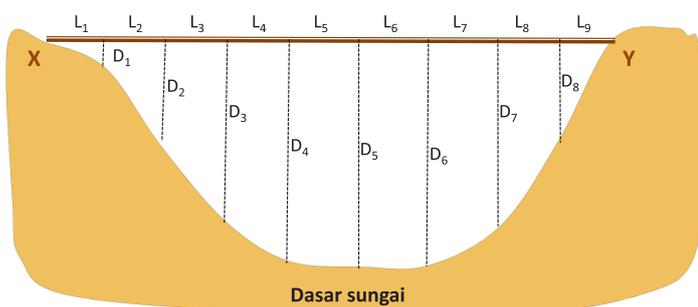
Tahapan:

1. Ukur lebar sungai (XY) dari atas jembatan, kemudian catat dalam Tabel Pengukuran Profil Sungai.
2. Bagi lebar sungai menjadi beberapa interval. Makin kecil interval maka perhitungan makin mendekati kondisi sebenarnya (Gambar 2).
3. Ukur kedalaman air pada setiap interval dengan menggunakan tali yang sudah diberi pemberat (Gambar 3), kemudian catat dalam Tabel Pengukuran Profil Sungai.
4. Lingkari interval pada Tabel Pengukuran Profil Sungai untuk menandai dimana meteran tinggi muka air dipasang. Pemberian tanda ini penting dilakukan karena akan berpengaruh pada perhitungan luas penampang vertikal basah sungai pada Tahap 5.

Tabel Pengukuran Profil Sungai

Bulan : _____ Waktu : _____
 Lokasi : _____ Desa : _____
 Koordinat* : _____
 Pengamat : _____

Interval	L (jarak interval, m)	D (Kedalaman sungai dari jembatan)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
n		



Gambar 2. Ilustrasi pembagian penampang melintang sungai menjadi beberapa interval

4. Mengukur kecepatan aliran air

Metode sederhana untuk mengukur kecepatan aliran air adalah dengan menggunakan pengapung. Kecepatan aliran air adalah hasil pembagian jarak dengan waktu tempuh pengapung mengikuti aliran air.

Kekasaran dasar sungai harus diperhitungkan dalam metode ini. Semakin berbatu dasar sungai, maka kecepatan air semakin berkurang. Oleh karena itu, kecepatan yang dihitung berdasarkan jarak dan waktu tempuh (kecepatan maksimal) perlu dikoreksi dengan faktor kekasaran sungai.

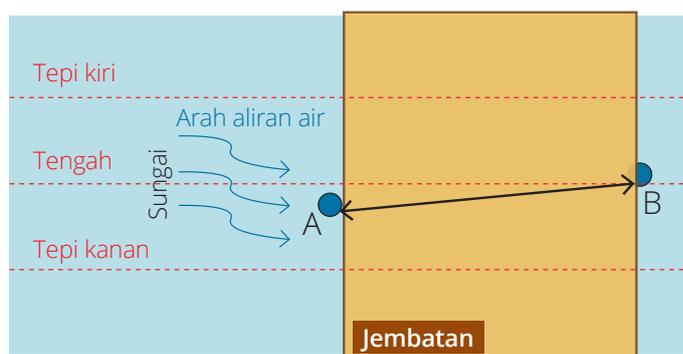
Pengukuran kecepatan aliran air dilakukan minimal 3 kali, yaitu 2 kali di musim hujan dan 1 kali di musim kemarau. Satu kali pengukuran dilaksanakan selama 5 hari berturut-turut pada pukul 07.00, 10.00, 13.00, 16.00 dan saat hujan lebat jika diperlukan.

Alat dan bahan:

- Pengapung (bola pingpong/potongan kayu)
- Meteran
- Stopwatch
- Alat tulis
- Tabel Perhitungan Kecepatan Aliran Air

Tahapan:

1. Dari jembatan di atas sungai yang telah dibuat profilnya, lempar pengapung ke aliran air.
2. Catat waktu tempuh pengapung dari titik A (saat mulai masuk dibawah jembatan) hingga titik B (saat mulai keluar dari bawah jembatan) pada Tabel Kecepatan Aliran.
3. Ukur jarak lintasan dari titik A ke titik B dari atas jembatan kemudian catat pada Tabel Kecepatan Aliran.
4. Ulangi langkah 1-3 minimal sebanyak 3 kali.
5. Untuk sungai dengan lebar lebih dari 10 meter, pengukuran dilakukan di 3 titik yaitu tepi kanan, tengah, dan tepi kiri.
6. Tentukan faktor koreksi kecepatan aliran berdasarkan kekasaran dasar sungai (0.85 untuk dasar sungai yang relatif halus dan 0.75 untuk dasar sungai yang relatif kasar, namun umumnya nilai koreksi yang digunakan adalah 0.65).
7. Hitung kecepatan terkoreksi dengan mengalikan kecepatan rata-rata dengan faktor koreksi dasar sungai.



Gambar 4. Ilustrasi pengukuran kecepatan aliran air

Tabel Kecepatan Aliran

Bulan : _____
 Lokasi : _____
 Koordinat* : _____
 Pengamat : _____

Waktu : _____
 Desa : _____

Ulangan	Di tepi kanan sungai			Di tengah sungai			Di tepi kiri sungai		
	S	T	V	S	T	V	S	T	V
1									
2									
3									
Kecepatan rata-rata									
Kecepatan rata-rata seluruhnya									
Faktor koreksi									
Kecepatan rata-rata terkoreksi									

Keterangan:

S = jarak (meter), **T** = waktu (detik), **V** = kecepatan = jarak/waktu (meter/detik)
Kecepatan rata-rata = rata-rata dari kecepatan pada ulangan 1, ulangan 2 dan ulangan 3
Kecepatan rata-rata seluruhnya = rata-rata dari kecepatan rata-rata di tepi kanan, tengah dan kiri sungai
Faktor koreksi = 0.85 untuk dasar sungai yang relatif halus dan 0.75 untuk dasar sungai yang relative kasar, namun umumnya nilai koreksi yang digunakan adalah 0.65
Kecepatan rata-rata terkoreksi = kecepatan rata-rata seluruhnya x faktor koreksi

5. Menghitung luas penampang vertikal basah sungai

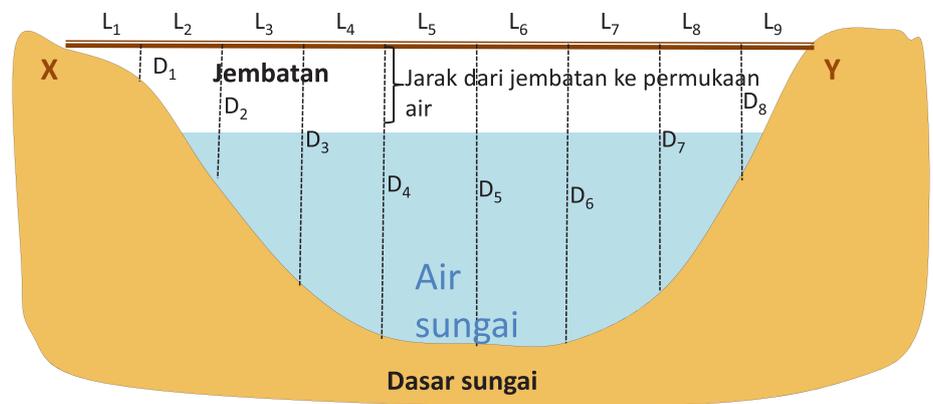
Penampang vertikal basah sungai adalah penampang vertikal sungai yang terisi oleh air (Gambar 5). Perhitungan luas penampang tersebut bergantung pada ketinggian air sungai saat itu terhadap profil sungai yang telah dibuat sebelumnya.

Alat dan bahan:

- Alat tulis
- Data ketinggian muka air
- Tabel Pengukuran Profil Sungai yang telah dibuat
- Kalkulator/komputer

Tahapan:

1. Masukan data profil sungai (dari Tabel Pengukuran Profil Sungai) yang telah dibuat pada tabel perhitungan luas penampang vetikal basah sungai
2. Masukan data tinggi muka air yang telah dicatat ke dalam Tabel Perhitungan Luas Penampang Vetikal Basah Sungai
3. Berdasarkan data tinggi muka air tersebut, hitung jarak dari jembatan ke permukaan air
4. Hitung nilai D* atau profil basah sungai
5. Hitung luas penampang vertikal basah sungai



Penampang vertikal basah sungai

Gambar 5. Ilustrasi penampang vertikal basah sungai

Tabel Perhitungan Luas Penampang Vertikal Basah Sungai

Tanggal pengukuran : _____ Waktu : _____
 Lokasi : _____ Desa : _____
 Koordinat* : _____
 Pengamat : _____

Tinggi muka air pada interval (*lokasi meteran tinggi muka air*) = _____ meter
 Maka jarak dari jembatan ke permukaan air = _____ meter

Interval	L (jarak interval, m)	D (Kedalaman sungai dari jembatan)	D* (Kedalaman air, m)	L x D*
1				
2				
3				
4				
5				
6				
n				
Luas penampang vertikal basah sungai (A, Total)				

Jarak dari jembatan ke permukaan air = kedalaman sungai dari jembatan pada interval tersebut - tinggi muka air. Contoh: Meteran tinggi muka air dipasang pada interval ke-3, dimana kedalaman sungai dari jembatan pada interval ke-3 adalah 5 m dan tinggi muka air pada interval ke-3 = 3 m, maka jarak dari jembatan ke permukaan air adalah 5 m - 3 m = 2 m.

D* = D - Jarak dari jembatan ke permukaan air (jika nilai D* bernilai negatif, maka D* ditulis 0)

6. Membuat kurva lengkung (*rating curve*) dan menghitung debit

Debit aliran dihitung berdasarkan perkalian antara luas penampang vertikal basah sungai dan kecepatan aliran air. Namun demikian, debit yang dihitung ini merupakan debit aliran saat itu (debit sesaat). Data tinggi muka air harian dikonversi menjadi debit harian menggunakan kurva lengkung debit yang dibuat berdasarkan hubungan antara debit sesaat dan tinggi muka air.

Alat dan bahan:

- Alat tulis
- Data tinggi muka air
- Data kecepatan aliran
- Data Luas penampang vertikal basah sungai
- Komputer

Tahapan:

1. Masukan data tinggi muka air, kecepatan aliran, dan luas penampang vertikal basah sungai ke dalam Tabel Perhitungan Debit Sesaat Sungai.

2. Hitung debit sesaat sebagai perkalian antara luas penampang vertikal basah sungai dengan kecepatan aliran
3. Buat grafik antara debit sesaat dengan tinggi muka air untuk mendapatkan persamaan kurva lengkung debit (*rating curve*) dengan menggunakan *Ms. Excel*
4. Hitung Debit harian berdasarkan data tinggi muka air harian dan kurva lengkung debit yang telah didapat.

Contoh Kasus

Pada periode Oktober 2015 sampai Juni 2016, program Smart-Tree Invest yang dikelola World Agroforestry Centre (ICRAF) melakukan pemantauan tinggi muka air dan pengukuran debit sungai Buol yang terletak di Das Buol, Kabupaten Buol, Sulawesi Tengah. Pemantauan dan pengukuran debit ini dilakukan bersama-sama dengan masyarakat.

Kegiatan penelitian hidrologi di DAS Buol ini dilakukan untuk menyediakan data-data iklim dan hidrologi

Tabel Perhitungan Debit Sesaat Sungai

Tahun : _____
 Lokasi : _____
 Desa : _____

Tanggal pengamatan	Waktu pengamatan	Tinggi muka air (H, m)	Luas penampang vertikal basah sungai (A, m ²)	Kecepatan aliran (V, m/detik)	Debit sesaat (A x V, m ³ /detik)

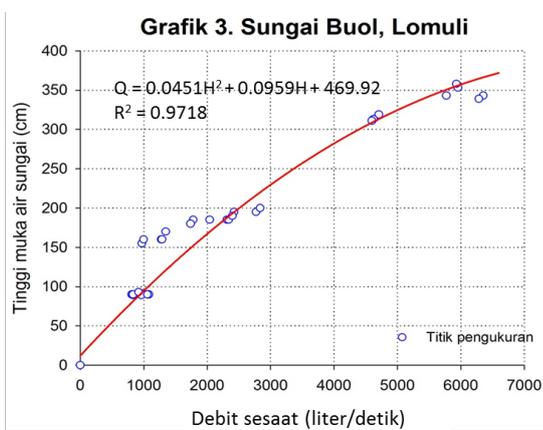
Kecepatan aliran = kecepatan rata-rata terkoreksi dari Tabel Perhitungan Kecepatan Aliran



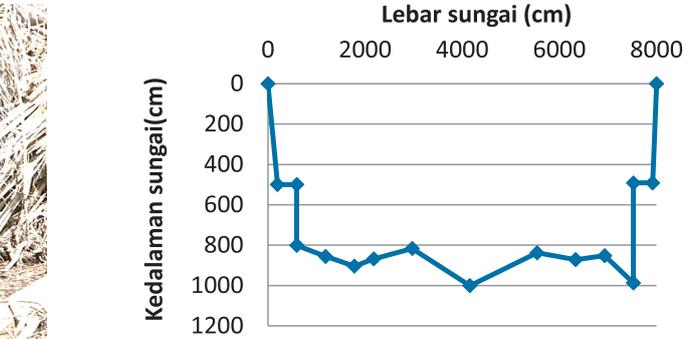
Gambar 6. Lokasi pengamatan tinggi muka air sungai Buol di Desa Lomuli

yang dapat digunakan untuk menilai kondisi DAS Buol serta menjadi bahan masukan untuk perencanaan pengelolaan DAS yang lebih baik.

Lokasi pemantauan adalah di Desa Lomuli di Kecamatan Tiloan untuk memperoleh data daerah tengah DAS Buol, dan Desa Goamunial di Kecamatan Momunu untuk data daerah hilir. Di Desa Lomuli, sungai Buol memiliki lebar sekitar 80 meter dengan lokasi pemantauan tinggi muka air berada di bawah Jembatan Jepang (sebutan masyarakat setempat). Gambar 6 merupakan lokasi pemantauan tinggi muka air sungai Buol di Desa Lomuli. Pencatatan dilakukan setiap hari pada pagi dan sore.



Keterangan: Q = debit, H = tinggi muka air



Gambar 7. Profil sungai Buol di Desa Lomuli yang diukur bersama-sama dengan masyarakat

Saat musim kemarau pada bulan Oktober 2015, dilakukan pembuatan profil sungai sebagai dasar untuk perhitungan debit (Gambar 7).

Pengukuran kecepatan aliran dan pengukuran debit sesaat untuk memperoleh hubungan antara tinggi muka air dan debit sungai dilakukan pada bulan Oktober 2015, Januari dan Februari 2016. (Gambar 8)

Hubungan antara tinggi muka air dan debit sungai tersebut selanjutnya digunakan untuk mengkonversi data tinggi muka air harian menjadi debit harian. Data yang diperoleh kemudian digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menilai kondisi DAS Buol dan perencanaan pengelolaan DAS.

CARA MEMBACA GRAFIK

Tinggi muka air (cm)	Debit air (liter/detik)	Tinggi muka air (cm)	Debit air (liter/detik)	Tinggi muka air (cm)	Debit air (liter/detik)
0	470	160	1640	320	5119
10	475	170	1790	330	5413
20	490	180	1948	340	5716
30	513	190	2116	350	6028
40	546	200	2293	360	6349
50	587	210	2479	370	6680
60	638	220	2674	380	7019
70	698	230	2878	390	7367
80	766	240	3091	400	7724
90	844	250	3313	410	8091
100	930	260	3544	420	8466
110	1026	270	3784	430	8850
120	1131	280	4033	440	9243
130	1245	290	4291	450	9646
140	1367	300	4558	460	10057
150	1499	310	4834	470	10478

Debit = banyaknya air yang lewat dalam 1 detik

Gambar 8. Grafik hubungan tinggi muka air dan debit sesaat sungai Buol dari hasil pengukuran bersama-sama dengan masyarakat (Kiri) dan tabel konversi tinggi muka air menjadi debit sungai berdasarkan persamaan kurva lengkung debit ($Q = 0.0451H^2 + 0.0959H + 469.92$) (kanan)

Petunjuk Teknis

Penulis Lisa Tanika | Editor Aunul Fauzi | Tata Letak Riky M Hilmanasyah

Informasi lebih lanjut: Lisa Tanika (l.tanika@cgiar.org)



World Agroforestry Centre (ICRAF)

Southeast Asia Regional Program
Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang, Bogor 16115
PO Box 161, Bogor 16001, Indonesia
Tel: +62 251 8625415; Fax: +62 251 8625416
www.worldagroforestry.org/region/southeast-asia
blog.worldagroforestry.org

ICRAF Buol Sulawesi Tengah

Jl. Syarif Mansur No. 42, RT-01/RW-01
Leok II, Kecamatan Biau, Kabupaten Buol
94563, Sulawesi Tengah
Phone: +62 8111 9762 66