

FUNGSI HIDROLOGI PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS): PEMAHAMAN, PEMANTAUAN, DAN EVALUASI

Lisa Tanika, Subekti Rahayu, Ni'matul Khasanah dan Sonya Dewi



BAHAN AJAR 4

FUNGSI HIDROLOGI PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS): PEMAHAMAN, PEMANTAUAN, DAN EVALUASI

Lisa Tanika, Subekti Rahayu, Ni'matul Khasanah dan Sonya Dewi

World Agroforestry Centre (ICRAF)

Sitasi

Tanika L, Rahayu S, Khasanah N, Dewi S. 2016. *Fungsi Hidrologi pada Daerah Aliran Sungai (DAS): Pemahaman, Pemantauan, dan Evaluasi*. Bahan Ajar 4. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program.

Penerbitan publikasi ini didanai oleh European Union (EU) melalui proyek Participatory Civil Society Monitoring (ParCiMon), namun tanggungjawab mengenai isi naskah berada pada penulis.

Pernyataan Hak Cipta

The World Agroforestry Centre (ICRAF) memegang hak cipta atas publikasi dan halaman webnya, namun memperbanyak untuk tujuan non-komersial dengan tanpa merubah isi yang terkandung di dalamnya diperbolehkan. Pencantuman referensi diharuskan untuk semua pengutipan dan perbanyak tulisan dari buku ini. Pengutipan informasi yang menjadi hak cipta pihak lain tersebut harus dicantumkan sesuai ketentuan.

Link situs yang ICRAF sediakan memiliki kebijakan tertentu yang harus dihormati. ICRAF menjaga database pengguna meskipun informasi ini tidak disebarluaskan dan hanya digunakan untuk mengukur kegunaan informasi tersebut. Informasi yang diberikan ICRAF, sepengetahuan kami akurat, namun kami tidak memberikan jaminan dan tidak bertanggungjawab apabila timbul kerugian akibat penggunaan informasi tersebut. Tanpa pembatasan, silahkan menambah link ke situs kami www.worldagroforestry.org pada situs anda atau publikasi.

ISBN 978-979-3198-85-9

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 8625 415 Fax: +(62) 251 8625416
Email: icraf-indonesia@cgiar.org
www.worldagroforestry.org/region/southeast-asia
blog.worldagroforestry.org

Foto Sampul

ICRAF/Lisa Tanika dan Ni'matul Khasanah

Desain dan Tata letak

Bobby Haryanto, Riky Mulya Hilmansyah dan Tikah Atikah

2016

Sinopsis

Air merupakan komponen penting dalam mendukung kehidupan makhluk hidup. Kebutuhan akan air sangatlah penting dan tidak dapat tergantikan dengan apapun. Manusia, dalam kehidupan sehari-hari tidak terlepas dari kebutuhan akan air. Hampir semua aktivitas manusia seperti rumah tangga, pertanian, perikanan, peternakan, industri dan mikrohidro memerlukan air. Namun demikian, ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan langsung oleh manusia sangatlah terbatas. Di beberapa tempat, walaupun air yang tersedia melimpah, namun tidak dapat dimanfaatkan karena kualitas airnya tidak memenuhi persyaratan. Bahkan di tempat lain lagi, jumlah air yang tersedia sangat terbatas dengan kualitas yang tidak memenuhi persyaratan. Terbatasnya jumlah dan kualitas air permukaan yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan, mengharuskan kita dapat mengelola dan memanfaatkan sumber air secara benar dan bijaksana.

Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai daerah tangkapan air mempunyai peranan yang penting dalam menyediakan kebutuhan air bagi manusia. Lebih dari itu, DAS berperan penting dalam menjaga lingkungan termasuk menjaga kualitas air, mencegah banjir dan kekeringan saat musim hujan dan kemarau, mengurangi aliran massa (tanah) dari hulu ke hilir. Salah satu upaya untuk menjaga fungsi DAS adalah dengan melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap kondisi DAS secara teratur.

Kegiatan pemantauan dan evaluasi akan menjadi lebih efektif jika dilakukan bersama-sama dengan masyarakat (secara partisipatif). Masyarakat bertempat tinggal di areal DAS dan mengalami langsung perubahan fungsi hidrologi DAS yang terjadi. Oleh karena itu dengan melibatkan masyarakat dalam proses pemantauan dan evaluasi, dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan terutama DAS.

Sebelum melakukan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS, pemahaman mengenai hidrologi dan DAS perlu dibangun. Dengan memahami siklus air di tingkat plot dan bentang lahan, mengetahui apa yang dimaksud dengan DAS, memahami fungsi hidrologi DAS, faktor-faktor yang mempengaruhi serta dampak perubahan fungsi hidrologi DAS, diharapkan kegiatan pemantauan dan evaluasi menjadi lebih mudah dan bermanfaat.

Setelah memahami dasar-dasar hidrologi dan DAS, maka pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS dapat dilaksanakan. Kegiatan ini diawali dengan pengembangan sistem pemantauan dan evaluasi menggunakan prinsip, kriteria dan indikator sebagai kerangka acuan. Selanjutnya, teknik-teknik pemantauan berbagai indikator yang dilakukan melalui diskusi kelompok terfokus dan pengamatan lapangan dijabarkan secara sederhana. Tahap selanjutnya adalah evaluasi dari hasil kegiatan pemantauan untuk mengetahui kondisi fungsi DAS dan memberikan rekomendasi upaya yang perlu dilakukan untuk memperbaiki atau meningkatkan fungsi DAS.

Kata Pengantar

Air adalah kebutuhan utama semua makhluk hidup, termasuk manusia. Namun demikian, ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan bervariasi dari tempat ke tempat di permukaan bumi ini. Daerah Aliran Sungai (DAS) melalui fungsi hidrologinya mempunyai peranan yang besar dalam menjaga ketersediaan air yang dibutuhkan oleh penghuni DAS maupun yang lebih luas. Di sisi lain, banyak hal yang dapat mempengaruhi kelestarian fungsi hidrologi DAS, seperti aktifitas manusia dan perubahan iklim. Oleh karena itu, pemantauan (*monitoring*) terhadap fungsi hidrologi DAS dan evaluasi (*evaluation*) terhadap upaya-upaya yang dilakukan dalam menjaga dan memperbaiki fungsi DAS harus dilakukan dalam rangka pemenuhan kebutuhan akan jasa yang dihasilkan oleh DAS.

Pemantauan dan evaluasi (M&E – Monitoring and Evaluation) yang merupakan bagian dari upaya perbaikan fungsi hidrologi DAS perlu dilakukan secara bersama oleh semua pemangku kepentingan dalam DAS tersebut, dalam peran masing-masing, secara transparan. Selain itu agar efektif, pemantauan dan evaluasi harus mudah, murah dan bisa dipercaya karena adanya perbedaan tingkat pengetahuan dan kepentingan para pemangku kepentingan. Untuk menyamakan persepsi maupun tingkat pemahaman para pihak inilah, buku ini dituliskan. Buku 'Fungsi Hidrologi pada Daerah Aliran Sungai (DAS): Pemahaman, Pemantauan dan Evaluasi' ini merupakan buku pedoman dalam melakukan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS secara partisipatif. Metode yang dijabarkan dalam buku ini, selain menerapkan pendekatan partisipatif atau melibatkan partisipasi masyarakat dalam berbagai kegiatan pemantauan, juga disusun secara sederhana agar mudah diterapkan. Dengan menggunakan pendekatan partisipatif, diharapkan pemahaman kesadaran masyarakat terhadap lingkungan terutama kelestarian fungsi hidrologi DAS akan meningkat sehingga aspirasi dan keinginan untuk berpartisipasi dalam upaya menjaga DAS, memantau dan mengevaluasi hasil upaya tersebut bisa dipacu.

Buku ini terdiri dari dua bagian yaitu: (1) pemahaman tentang hidrologi, dan (2) proses pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS. Bagian pemahaman tentang hidrologi berisi tentang konsep dasar hidrologi secara umum yang perlu diketahui. Sedangkan bagian proses pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS berisi metode dan kegiatan pemantauan dan evaluasi.

Proses penyusunan metode dan teknis pemantauan dan evaluasi dalam buku ini dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan Kelompok Kerja dan masyarakat lokal di Kabupaten Jayapura, Merauke dan Jayawijaya, di Provinsi Papua., serta telah diterapkan di beberapa daerah lain. Pembelajaran dan masukan sudah diakomodir dalam penyempurnaan materi dalam Buku Ajar ini, sehingga diharapkan buku ini dapat berguna bagi semua pemangku kepentingan dalam melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap fungsi hidrologi DAS di

berbagai daerah dengan beragam konteks lokal di Indonesia. Buku ajar ini merupakan bagian dari seri buku Ajar yang diterbitkan dalam kerangka pemantauan partisipatif oleh masyarakat sipil (Participatory Civil Society Monitoring/ParCiMon) yang merupakan suatu proyek yang didanai oleh Uni Eropa dengan area pilot di tiga kabupaten di Papua, yaitu Jayapura, Jayawijaya dan Merauke. Lebih jauh mengenai ParCiMon dipaparkan ke dalam Lampiran 1.

Adapun sasaran pembaca buku ini adalah para pemangku kepentingan (pemerintah daerah, LSM, perusahaan yang memanfaatkan sumber daya air dan masyarakat lokal) di dalam suatu DAS yang akan melakukan kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS. Selain itu, buku ini juga dapat digunakan oleh para akademisi yang akan melakukan penelitian mengenai hidrologi pada tingkat DAS.

Akhir kata, kami mengharapkan buku ini bisa berkontribusi terhadap pengelolaan bentang lahan di Indonesia secara luas, melalui pemahaman para pihak mengenai fungsi hidrologi dan jasa lingkungan DAS.

Penyusun

Pemantauan dan Evaluasi Fungsi Hidrologi DAS

Pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS adalah pengumpulan data tentang indikator-indikator fungsi hidrologi dalam suatu DAS yang dilakukan secara sistematis dan berkala untuk mengetahui perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu dengan adanya suatu program kegiatan.

Masyarakat sipil atau para pemangku kepentingan ('stakeholders') di daerah yang tinggal di sekitar areal implementasi kegiatan rencana aksi, khususnya dalam program pengembangan wilayah berbasis lahan, kebijakan dan strategi perubahan iklim adalah pihak yang paling tepat untuk melakukan pemantauan, karena mereka berinteraksi secara langsung dengan pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya air, bahkan mereka secara langsung mengalami dampak dari perubahan fungsi hidrologi dalam DAS tersebut.

Sebagai sarana dalam pemantauan, maka masyarakat sipil dan para pemangku kepentingan perlu dibekali dengan pemahaman mengenai fungsi hidrologi DAS dan petunjuk pelaksanaan pemantauannya, sehingga mereka dapat melakukan pemantauan secara efektif dan efisien.

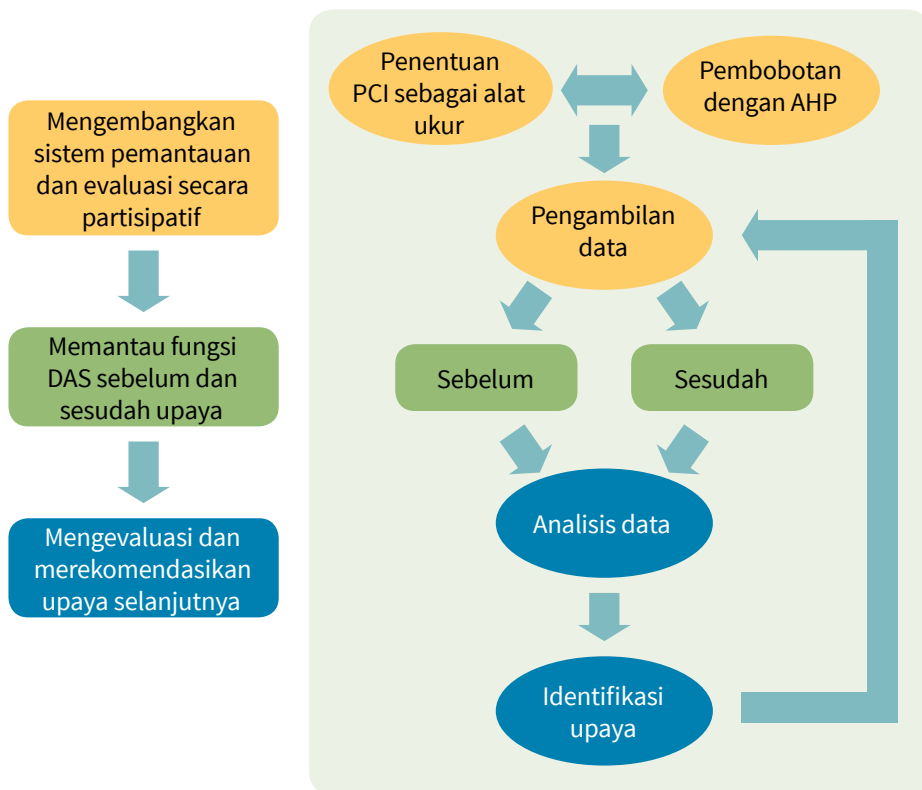
Alat bantu pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS ini disusun dengan metode yang sederhana sehingga dapat dipahami dan diterapkan oleh masyarakat sipil atau pemangku kepentingan lainnya. Bahkan, masyarakat sipil dapat berperan sebagai narasumber bagi masyarakat di tingkat desa dalam memberikan pemahaman dan pelatihan teknis, sehingga masyarakat desa ikut berperan aktif dalam kegiatan pengumpulan data untuk pemantauan fungsi hidrologi DAS. Masyarakat sipil di tingkat kabupaten ini sangat diharapkan menjadi ujung tombak yang mampu menjembatani kegiatan pemantauan fungsi hidrologi DAS sesuai dengan konteks lokal di daerah masing-masing, sehingga pengumpulan data yang dilakukan sesuai dengan kondisi lokal.

Data yang dikumpulkan dalam pemantauan ini selain digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi terhadap program aksi yang telah diimplementasikan juga menjadi data dasar yang dapat digunakan oleh berbagai pihak misalnya: Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), Perusahaan Listrik Tenaga Air (PLTA), perusahaan swasta yang memanfaatkan sumber air di daerah dan pemerintah daerah setempat sebagai dasar dalam membuat strategi pengelolaan DAS dan sumber air secara berkelanjutan.

Tujuan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi

Tujuan pemantauan dan evaluasi terhadap fungsi hidrologi DAS dalam suatu program rencana aksi terdiri antara lain:

1. Mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi terhadap indikator-indikator fungsi hidrologi DAS dengan adanya suatu program aksi, sehingga dapat dijadikan sebagai dasar dalam peningkatan kinerja suatu sistem, kegiatan atau program, sebagai bahan pertimbangan dalam proses perencanaan pengelolaan DAS sehingga fungsi hidrologi DAS menjadi lebih baik
2. Menyediakan sistem peringatan dini terhadap permasalahan hidrologi yang mungkin terjadi di suatu DAS
3. Mengatasi dengan segera permasalahan hidrologi yang muncul pada suatu DAS



Kerangka kerja pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS

Daftar Isi

Sinopsis.....	i
Kata Pengantar	ii
Pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS	iv
Pemahaman	1
1.1. Mengapa kita perlu mempelajari hidrologi?	1
1.2. Apa yang perlu dipahami dalam hidrologi?	2
1.2.1. Siklus hidrologi	2
1.2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)	4
1.2.3. Fungsi hidrologi DAS	7
1.2.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi hidrologi DAS	9
1.2.5. Dampak perubahan kondisi fungsi hidrologi DAS	12
Pemantauan dan Evaluasi Fungsi Hidrologi DAS	13
2.1. Pengembangan sistem pemantauan dan evaluasi secara partisipatif.....	14
2.1.1. Penyusunan prinsip, kriteria dan indikator (PCI) sebagai alat ukur dalam pemantauan dan evaluasi	14
2.1.2. Pembobotan dengan metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	20
2.1.3. Penentuan lokasi pemantauan dan evaluasi.....	24
2.2. Pemantauan melalui kegiatan pengumpulan data	26
2.2.1. Diskusi Kelompok Terfokus (FGD) dan Wawancara	26
2.2.2. Pengamatan lapangan	40
2.3. Evaluasi dan rekomendasi upaya selanjutnya	61
2.3.1. Analisis hasil pemantauan fungsi hidrologi DAS	61
2.3.2. Interpretasi hasil dan identifikasi upaya selanjutnya	63
2.3.3. Evaluasi kegiatan pemantauan fungsi hidrologi DAS.....	67

Daftar Pustaka	69
Daftar Istilah	70
Lampiran.....	72
Lampiran 1. Pengembangan Alat Bantu Pemantauan dan Evaluasi dalam Kegiatan ParCiMon	72
Lampiran 2. Panduan Diskusi Terfokus/Wawancara.....	75
Lampiran 3. Panduan analisis hasil pemantauan fungsi hidrologi DAS	82
Lampiran 4. Lembar Penggabungan Hasil AHP dan Pemantauan	90

Daftar Tabel

Tabel 1. Komponen/proses penyusun siklus hidrologi.....	3
Tabel 2. Klasifikasi DAS berdasarkan luasan wilayahnya.....	5
Tabel 3. Fungsi hidrologi DAS dan relevansi bagi multi pihak.....	9
Tabel 4. Kriteria, indikator, parameter pengukuran dan metode pemantauan Prinsip 1	17
Tabel 5. Kriteria, indikator, parameter pengukuran dan metode pemantauan Prinsip 2	18
Tabel 6. Kriteria, indikator, parameter pengukuran dan metode pemantauan Prinsip 3	19
Tabel 7. Hasil perbandingan berpasangan hasil diskusi dengan masyarakat.....	22
Tabel 8. Contoh hasil AHP prinsip, kriteria dan indikator fungsi hidrologi DAS keseluruhan di Desa Maribaya, Jawa Tengah.....	22
Tabel 9. Tahapan kegiatan orientasi lapangan	24
Tabel 10. Tahapan, aktivitas, alat dan bahan yang diperlukan dalam kegiatan diskusi kelompok terfokus (FGD)	27
Tabel 11. Daftar hadir diskusi kelompok/wawancara pada kegiatan pemantauan fungsi hidrologi DAS.....	28
Tabel 12. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk menggali sumber air dan pemanfaatannya.....	30
Tabel 13. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk penggali permasalahan hidrologi.....	30

Tabel 14. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk menggali aktivitas masyarakat yang terganggu masalah kualitas air.....	31
Tabel 15. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk menggali aktivitas masyarakat yang terganggu masalah banjir dan kekeringan	32
Tabel 16. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk menggali keragaman dan kelimpahan jenis ikan.....	33
Tabel 17. Tabel diskusi/wawancara untuk menggali informasi mengenai kondisi sungai dan permukaan tanah	34
Tabel 18. Alat, bahan dan tahapan pengamatan kondisi fisik air	41
Tabel 19. Tabel pengamatan kondisi fisik air di berbagai sumber air	42
Tabel 20. Alat, bahan dan tahapan pengamatan kondisi kimia air	42
Tabel 21. Contoh hasil pengamatan tingkat kekeruhan di Sungai Maro, Merauke.....	43
Tabel 22. Tabel pengamatan kondisi kimia air di berbagai sumber air.....	44
Tabel 23. Alat, bahan dan tahapan pengamatan kondisi mikroorganisme air.....	45
Tabel 24. Tabel pengamatan mikroorganisme air di berbagai sumber air.....	45
Tabel 25. Alat, bahan dan tahapan pengamatan keberadaan makro-invertebrata penciri kualitas air	46
Tabel 26. Jenis makro-invertebrata penciri kualitas air yang ditemukan berdasarkan pengamatan masyarakat di Desa Gumingsir.....	47
Tabel 27. Tabel pengamatan kejadian banjir.....	48
Tabel 28. Tabel pengamatan kejadian kekeringan.....	48
Tabel 29. Tabel pengamatan kejadian longsor	49
Tabel 30. Alat, bahan dan tahapan pengamatan curah hujan harian	50
Tabel 31. Tabel pengamatan curah hujan harian.....	51
Tabel 32. Alat, bahan dan tahapan pengukuran profil/penampang melintang sungai	53
Tabel 33. Tabel perhitungan luas penampang vertikal sungai	54
Tabel 34. Alat dan bahan serta tahapan dalam mengukur kecepatan aliran.....	54
Tabel 35. Tabel perhitungan kecepatan aliran dan kecepatan aliran terkoreksi.....	55
Tabel 36. Tabel perhitungan debit berdasarkan luas penampang vertikal sungai dan kecepatan aliran.....	55
Tabel 37. Tabel pembuatan kurva lengkung debit (rating curve)	56
Tabel 38. Alat, bahan dan tahapan pengamatan tinggi muka air	56
Tabel 39. Tabel pengamatan tinggi muka air	57

Tabel 40. Perhitungan penampang vertikal sungai di Kampung Wambena, Kabupaten Jayapura	58
Tabel 41. Tabel perhitungan kecepatan aliran sungai di Kampung Wambena, Kabupaten Jayapura.....	59
Tabel 42. Tabel perhitungan debit sungai di Kampung Wambena, Kabupaten Jayapura.....	59
Tabel 43. Alat, bahan dan tahapan pengamatan tingkat abrasi pantai.....	60
Tabel 44. Tabel pengamatan tingkat abrasi pantai.....	61
Tabel 45. Proses analisis data hasil diskusi kelompok mengenai aktivitas masyarakat yang tidak terganggu masalah kualitas air.....	62
Tabel 46. Proses analisis data hasil diskusi kelompok mengenai keragaman ikan.....	62
Tabel 47. Proses analisis data hasil diskusi kelompok mengenai kelimpahan jenis ikan.....	62
Tabel 48. Penggabungan hasil pembobotan dengan metode AHP dan hasil pemantauan yang telah dikuantifikasi	65
Tabel 49. Contoh lembar evaluasi kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS	67

Daftar Gambar

Gambar 1. Persentase ketersediaan air yang ada di Bumi.....	1
Gambar 2. Siklus hidrologi sederhana	3
Gambar 3. Siklus hidrologi pada tingkat plot (A) dan tingkat bentang lahan (B)	4
Gambar 4. Batas Daerah Aliran Sungai (DAS) oleh punggung-punggungan bukit.....	5
Gambar 5. Klasifikasi DAS berdasarkan luas wilayahnya	6
Gambar 6. Pembagian wilayah DAS menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir sesuai dengan bentuk alam dan posisinya.....	7
Gambar 7. Faktor-faktor yang mempengaruhi dan dipengaruhi fungsi hidrologi DAS	9
Gambar 8. Contoh aktivitas manusia yang mempengaruhi fungsi hidrologi DAS; pengelolaan lahan (A), pembukaan lahan (B), dan pembuangan sampah di sekitar sumber air (C)	11
Gambar 9. Permasalahan hidrologi berupa masalah kualitas air, kuantitas air, dan teknis sebagai dampak perubahan iklim, perubahan penggunaan lahan, dan aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan.....	12
Gambar 10. Tahapan kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS.....	13
Gambar 11. Prinsip, kriteria dan indikator untuk fungsi hidrologi DAS terjaga	16

Gambar 12. Hirarki permasalahan dengan multi-kriteria.....	20
Gambar 13. Pemilihan lokasi pemantauan di DAS Serayu, Jawa Tengah	25
Gambar 14. Pembuatan peta partisipatif oleh peserta diskusi (A) dan hasil peta partisipatif (B)	29
Gambar 15. Secchi disk yang dibuat dari kayu yang diberi warna hitam dan putih serta diberi tongkat, digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air.....	41
Gambar 16. Cara pengukuran (A) dan proses penggunaan secchi disk untuk mengukur tingkat kekeruhan air (B).....	41
Gambar 17. Contoh air (atas) dan proses pengukuran tingkat kekeruhan dengan menggunakan secchi disk di Sungai Maro (bawah), Merauke	43
Gambar 18. Makro-invertebrata penciri kualitas air	46
Gambar 19. Alat penakar curah hujan sederhana.....	50
Gambar 20. Lokasi yang harus dihindari saat pemilihan lokasi pengukuran tinggi muka air dan debit: terdapat pusaran air (A), dasar sungai berbatu-batu atau tidak rata (B), pola aliran menyebar saat terjadi peningkatan tinggi muka air (C), dan tidak tersedianya jembatan yang memudahkan proses pengukuran untuk mengukur sungai yang relatif besar (D).	52
Gambar 21. Ilustrasi penampang vertikal sungai (A) dan proses pembuatan profil sungai untuk menghitung luas penampang vertikal sungai (B).....	53
Gambar 22. Alat pengukur tinggi muka air dan lokasi pemasangannya: ditengah sungai (A), dipondasi jembatan/bendungan (B), dan dipinggir sungai (C).	57
Gambar 23. Profil sungai di kampung Wambena, Kabupaten Jayapura	58
Gambar 24. Ilustrasi pengamatan tingkat abrasi pantai berdasarkan lokasi titik surut air laut terendah.	60
Gambar 25. Hasil analisa dan interpretasi monitoring dan evaluasi fungsi hidrologi DAS di desa Maribaya, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah.....	64

Pemahaman

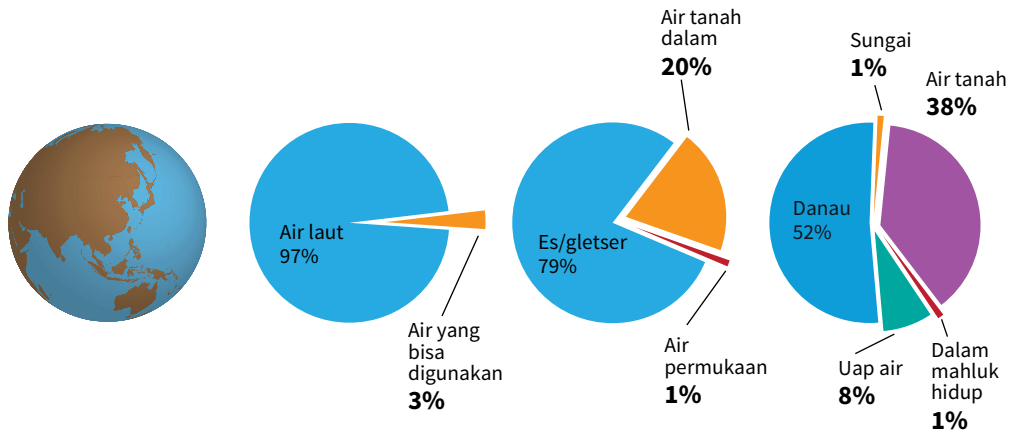
Target	Pemahaman tentang hidrologi, Daerah Aliran Sungai (DAS), fungsi hidrologi DAS, dan pentingnya pengelolaan DAS yang baik
Strategi pembelajaran	Pertemuan tatap mata di kelas
Materi pembelajaran	Rasional mengenai perlunya pemahaman hidrologi, siklus hidrologi, DAS dan klasifikasinya, serta faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi hidrologi DAS
Waktu pelaksanaan	Satu kali, pada awal kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS

1.1. Mengapa kita perlu mempelajari hidrologi?

Tubuh kita terdiri dari 60-80% air tergantung usia dan berat badan; metabolisme tubuh kita memerlukan dua hingga tiga liter air dalam sehari; manusia hanya dapat bertahan hidup selama 3-5 hari tanpa minum atau mendapatkan pasokan air dari luar. Selain itu, air juga diperlukan dalam berbagai aktivitas manusia seperti rumah tangga, pertanian, perikanan, peternakan, industri, pembangkit listrik dan sarana transportasi. Khusus untuk kebutuhan rumah tangga seperti minum, memasak, mencuci dan mandi, air bersih sangat diperlukan.

Kurang lebih 90% permukaan bumi yang kita tempati berupa air. Namun demikian, hanya 3% dari jumlah air yang tersedia yang dapat kita gunakan secara langsung. Dari 3% tersebut masih terbagi lagi menjadi es/gletser di kutub selatan dan utara (72%), air tanah dalam (aquifer) (20%), dan air permukaan (1%) (Gambar 1). Kecilnya jumlah air permukaan yang dapat dimanfaatkan bagi makhluk hidup, mengharuskan kita untuk mengelola dan menggunakannya secara benar dan bijaksana.

Ilmu yang mempelajari mengenai distribusi, pergerakan, kualitas, dan siklus air yang lebih dikenal sebagai hidrologi menjadi dasar dalam merencanakan pengelolaan sumber daya air. Oleh karena itu, hidrologi sangat penting untuk dipelajari. Hidrologi modern, mempelajari distribusi air yang ada di bumi maupun di atmosfer termasuk pergerakannya (Davie, 2008).



Sumber: http://earth.rice.edu/mtpe/hydro/hydrosphere/hot/freshwater/0water_chart.html

Gambar 1. Persentase ketersediaan air yang ada di Bumi.

Hidrologi menjadi semakin penting dalam kaitannya dengan perubahan iklim (*climate change*). Dampak paling umum dari perubahan iklim adalah kenaikan suhu udara, perubahan curah hujan dan kenaikan tinggi muka air laut. Di Indonesia penanda perubahan iklim yang paling terasa adalah semakin besarnya potensi fenomena El Nino dan La Nina yang berdampak pada perubahan curah hujan. Fenomena El Nino menyebabkan kelangkaan air/kekeringan, sedangkan La Nina menyebabkan kenaikan curah hujan hingga terjadi banjir.

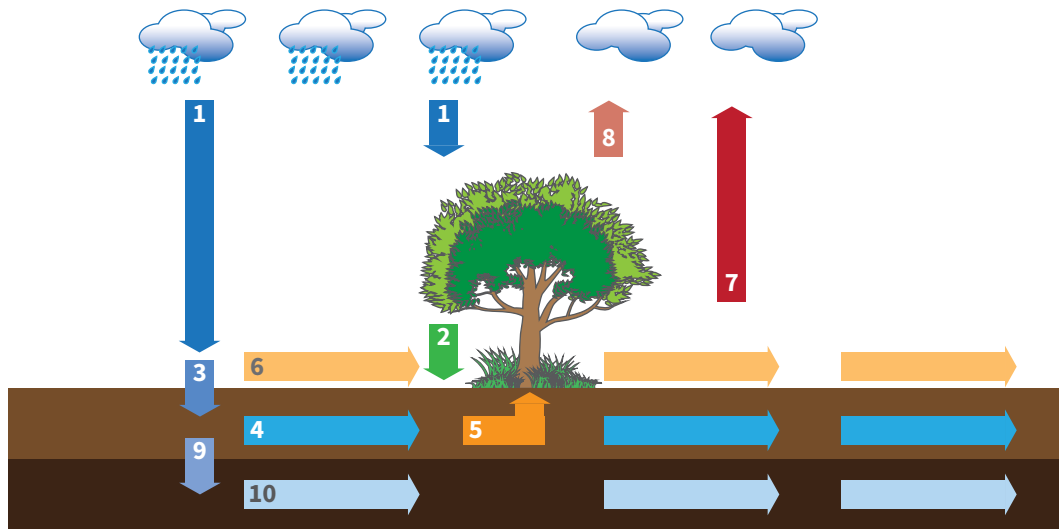
1.2. Apa yang perlu dipahami dalam hidrologi?

1.2.1. Siklus hidrologi

Perjalanan air yang bergerak dari bumi ke atmosfer kemudian jatuh kembali ke bumi, terjadi secara berulang-ulang, dan tidak pernah berhenti dikenal dengan siklus air atau siklus hidrologi (Asdak 2002). Siklus hidrologi perlu untuk dipahami karena berkaitan dengan pengelolaan sumber daya air. Siklus hidrologi ini terjadi di mana saja di berbagai luasan wilayah, baik pada tingkat plot maupun bentang lahan (*landscape*).

1.2.1.1. Siklus hidrologi pada tingkat plot

Luasan terkecil dimana siklus hidrologi masih dapat berlangsung adalah pada tingkat plot, yaitu suatu luasan dengan karakteristik wilayah yang seragam, seperti sawah, pemukiman, kebun kopi, dll. Siklus hidrologi pada tingkat plot melibatkan beberapa komponen/proses antara lain: hujan, aliran batang dan tetesan daun, infiltrasi, aliran bawah permukaan, absorpsi oleh tanaman, aliran permukaan, evaporasi, dan transpirasi (Tabel 1 dan Gambar 2).



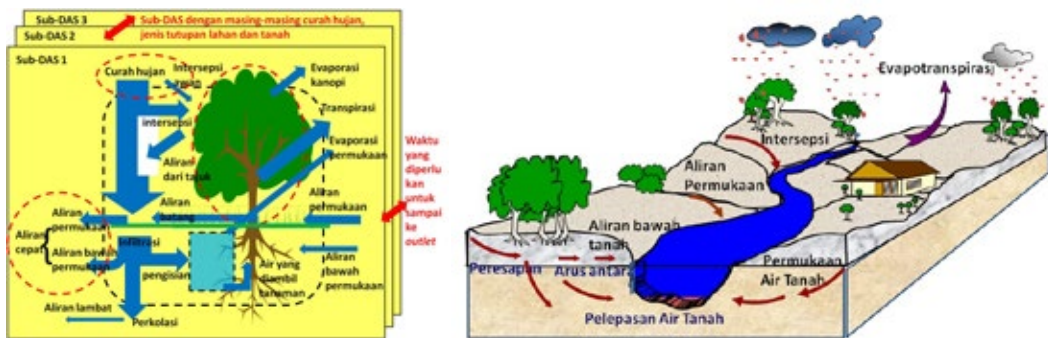
Gambar 2. Siklus hidrologi sederhana

Tabel 1. Komponen/proses penyusun siklus hidrologi

No	Komponen/proses	Deskripsi
1	Hujan (<i>precipitation</i>)	Jatuhnya tetes-tetes uap air yang berasal dari awan
2	Intersepsi (<i>Interception</i>)	Proses tertahannya air hujan oleh tanaman yang kemudian sampai ke permukaan tanah melalui aliran batang dan tetesan kanopi tanaman (<i>stemflow and throughfall</i>)
3	Infiltrasi (<i>infiltration</i>)	Proses meresapnya air hujan ke dalam tanah
4	Aliran bawah permukaan (<i>sub-surface flow</i>)	Aliran air secara horizontal yang terjadi di bawah permukaan tanah
5	Penyerapan oleh tanaman (<i>uptake</i>)	Air tanah yang diserap atau digunakan oleh tanaman
6	Aliran limpasan permukaan (<i>surface flow</i>)	Air hujan yang mengalir secara horizontal yang terjadi di atas permukaan tanah. Aliran permukaan terjadi jika tanah sudah tidak mampu menyerap air yang jatuh ke atas permukaan tanah
7	Evaporasi (<i>evaporation</i>)	Proses perubahan bentuk air ke dalam uap air dan membaur di atmosfer yang kemudian membentuk kabut dan awan melalui proses kondensasi
8	Transpirasi (<i>transpiration</i>)	Proses pelepasan uap air oleh tanaman ke atmosfer yang kemudian membentuk kabut dan awan melalui proses kondensasi
9	Perkolasi (<i>percolation</i>)	Aliran air dalam tanah secara vertikal melalui lapisan-lapisan tanah yang disebabkan oleh gaya gravitasi dan kapiler.
10	Aliran dasar (<i>baseflow</i>)	Aliran air secara horizontal yang terjadi di lapisan <i>aquifer</i> yang mempunyai sifat aliran yang lambat

1.2.1.2. Siklus hidrologi pada tingkat bentang lahan (*landscape*)

Siklus hidrologi pada suatu wilayah yang lebih luas dengan karakteristik yang lebih bervariasi disebut siklus hidrologi pada tingkat bentang lahan. Siklus hidrologi pada tingkat bentang lahan merupakan gabungan berbagai siklus hidrologi pada tingkat plot. Siklus hidrologi pada tingkat bentang lahan selain melibatkan komponen-komponen siklus hidrologi pada tingkat plot (Tabel 1 dan Gambar 3A), juga melibatkan komponen tambahan berupa jaringan sungai (Gambar 3B).

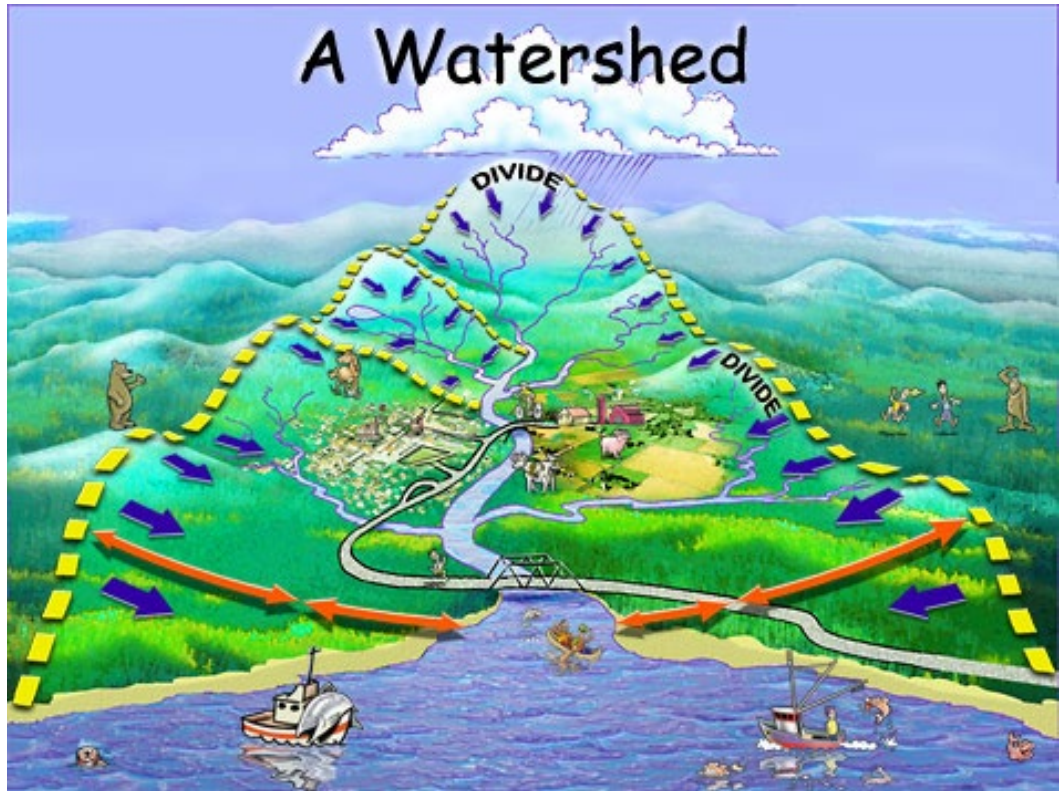


Gambar 3. Siklus hidrologi pada tingkat plot (A) dan tingkat bentang lahan (B)

1.2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Salah satu bentuk bentang lahan terkait dengan keberadaan siklus hidrologi adalah Daerah Aliran Sungai (DAS). DAS merupakan suatu wilayah tertentu yang mempunyai sifat dan bentuk sedemikian rupa sehingga merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai yang melaluinya. Sungai dan anak-anak sungai ini berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan serta sumber air lainnya. Definisi lain menyebutkan bahwa DAS adalah suatu wilayah yang dikelilingi oleh punggung-punggungan bukit yang berfungsi sebagai wilayah tangkapan air, sedimen, dan unsur hara yang kemudian mengalir keluar melalui satu titik (Dunne dan Leopold 1978). Gambar 4 merupakan ilustrasi yang menggambarkan suatu DAS yang dibatasi oleh punggung-punggungan bukit dan terdapat siklus hidrologi baik dalam tingkat plot maupun bentang lahan. Secara umum, DAS dikelompokkan berdasarkan luas wilayah dan posisinya dalam suatu bentang lahan.

Berdasarkan luas wilayahnya, DAS dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu: DAS mikro, DAS meso, dan DAS makro yang masing-masing memiliki karakter dalam hal kapasitasnya menampung air (Gambar 5). Karakter masing-masing ukuran DAS menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan pengelolaan yang perlu dilakukan terhadap DAS (Tabel 2).



Sumber: <http://www.recycleworks.org/kids/water.html>

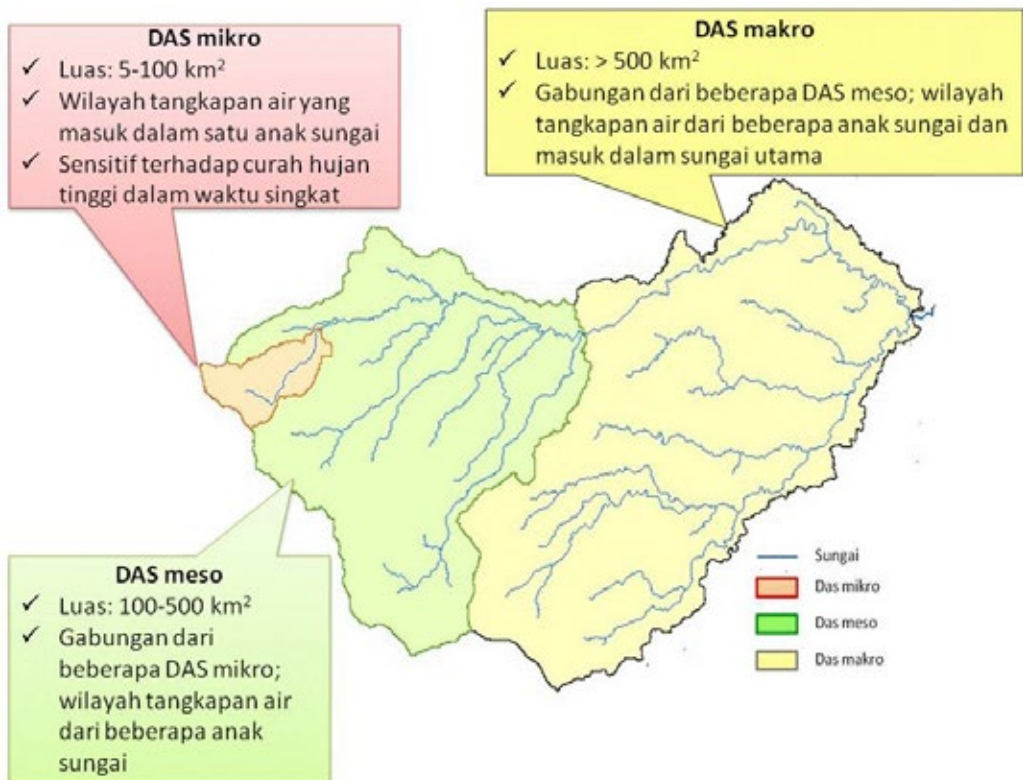
Gambar 4. Batas Daerah Aliran Sungai (DAS) oleh punggung-pungguk bukit

Tabel 2. Klasifikasi DAS berdasarkan luasan wilayahnya

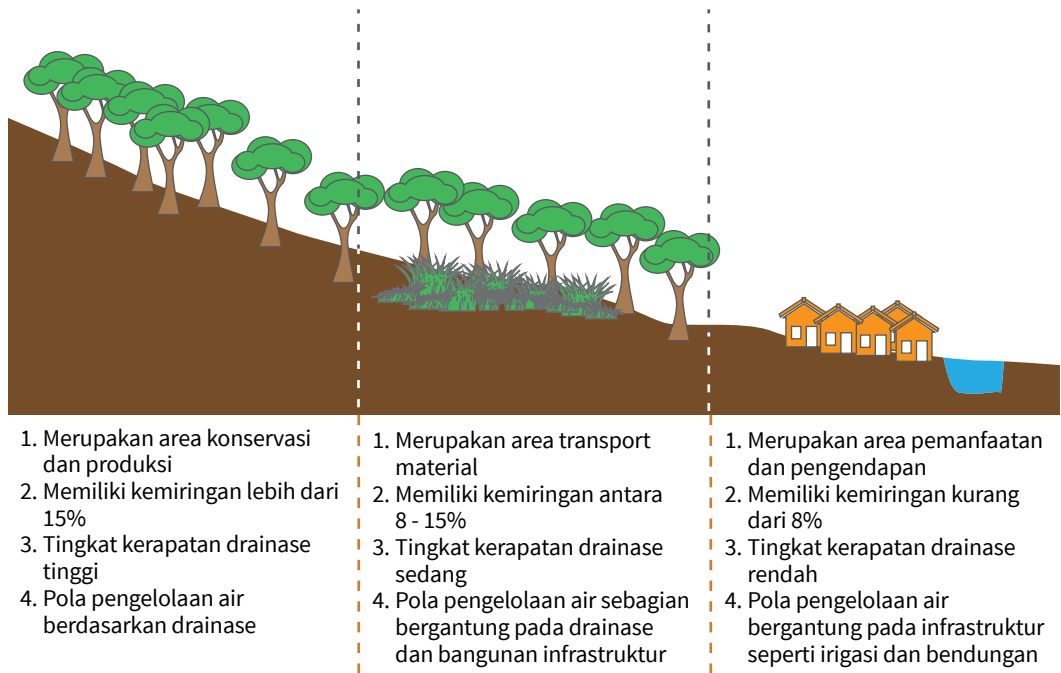
Kelompok	Deskripsi	Luas wilayah	Karakteristik
DAS mikro	Wilayah tangkapan air masuk ke dalam sebuah aliran anak sungai	5-100 km ²	DAS sangat sensitif terhadap pola curah hujan tinggi dengan waktu singkat Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan DAS sangat berpengaruh
DAS meso	Gabungan dari DAS mikro; wilayah tangkapan air terdiri dari beberapa anak sungai	100-500 km ²	Bentuk/pola drainase cukup berpengaruh
DAS makro	Gabungan DAS meso; wilayah tangkapan air masuk ke dalam sungai utama	>500 km ²	Jaringan sungai sudah terbentuk sehingga kapasitas penyimpanan air lebih dominan Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan DAS menjadi salah satu kendala

Berdasarkan posisinya dalam suatu bentang lahan, DAS dibagi menjadi tiga (Gambar 6), yaitu:

1. Bagian hulu yang berada pada wilayah dengan kemiringan lebih dari 15% dengan tingkat kerapatan drainase (sistem tata air) tinggi. Sungai di daerah hulu biasanya tidak terlalu lebar, berbatu dan mempunyai banyak cabang. Bagian hulu DAS merupakan wilayah konservasi.
2. Bagian tengah yang berada pada kemiringan antara 8-15% dengan tingkat kerapatan drainase sedang. Bagian tengah DAS merupakan wilayah pengangkutan sedimen dan unsur hara bila terjadi perubahan pada bagian hulu. Sungai pada bagian tengah DAS umumnya lebih lebar bila dibandingkan dengan bagian hulu, tetapi lebih sempit dari bagian hilir.
3. Bagian hilir yang berada pada kemiringan kurang dari 8% dengan tingkat kerapatan drainase rendah, merupakan wilayah pengendapan dan pemanfaatan. Sungai di daerah hilir lebih lebar dan dalam dibandingkan dengan sungai di daerah hulu dan tengah.



Gambar 5. Klasifikasi DAS berdasarkan luas wilayahnya



Gambar 6. Pembagian wilayah DAS menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir sesuai dengan bentuk alam dan posisinya

1.2.3. Fungsi hidrologi DAS

Berkaitan dengan kejadian hujan, fungsi hidrologi DAS mencakup tiga hal (van Noordwijk *et al.*, 2004), yaitu:

1. Mempertahankan kuantitas air, dalam bentuk:
 - a. Mengalirkan air. DAS dikatakan memiliki fungsi hidrologi yang baik apabila mampu mengalirkan air secara horizontal berupa aliran permukaan tanah, aliran bawah permukaan, dan aliran dasar; maupun secara vertikal berupa aliran batang, infiltrasi, dan perkolasi. DAS mampu mengalirkan air dalam bentuk aliran bawah permukaan dan aliran dasar apabila terjadi peresapan air ke dalam

tanah dalam bentuk infiltrasi. Infiltrasi dapat terjadi pada tanah-tanah berpori yang terbentuk karena adanya perakaran tumbuhan, humus, dan fauna tanah, misalnya cacing tanah. Pada tanah-tanah yang padat, proporsi aliran permukaan akan lebih besar, sedangkan aliran bawah permukaan dan aliran dasar menjadi sedikit. Aliran batang memiliki peran dalam menahan laju aliran permukaan tanah, karena air yang mengalir melalui batang secara perlahan akan meresap ke dalam tanah. Aliran batang hanya terjadi pada tanah-tanah yang tertutup oleh tumbuhan, khususnya pohon.

- b. Menyangga kejadian puncak hujan. DAS dikatakan memiliki fungsi hidrologi yang baik apabila memiliki kemampuan dalam menyangga kejadian hujan yang sangat lebat sehingga tidak menyebabkan banjir atau intensitas dan frekuensi kejadian banjir dapat berkurang. DAS mampu berperan sebagai penyangga kejadian puncak hujan apabila memiliki kemampuan dalam menahan laju aliran permukaan. Tekstur tanah yang gembur dengan kandungan bahan organik tinggi yang berasal dari seresah yang lapuk dan tutupan tumbuhan yang rapat merupakan kondisi yang mampu menahan aliran permukaan.
 - c. Melepas air secara bertahap. DAS memiliki fungsi hidrologi yang baik apabila mampu melepaskan air secara bertahap dari air tanah, terutama pada musim kemarau, sehingga terhindar dari kekurangan air. Air tanah dapat tersedia dan dilepaskan secara perlahan pada musim kemarau apabila terjadi infiltrasi dan perkolasi air dalam jumlah yang cukup pada musim hujan.
2. Mempertahankan kualitas air. DAS memiliki fungsi hidrologi yang baik apabila mampu menyediakan air dengan kualitas yang baik sehingga dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Kualitas air mengacu pada bahan pencemar yang ada di dalam air yang menyebabkan air tidak layak untuk dikonsumsi, misalnya pencemaran oleh bahan-bahan kimia seperti pupuk, pestisida, dan limbah industri maupun pencemaran oleh tanah-tanah yang terlarut sehingga menyebabkan air menjadi keruh.
 3. Mempertahankan kestabilan tanah. DAS memiliki fungsi hidrologi yang baik apabila memiliki kemampuan dalam mempertahankan kestabilan tanah dari kejadian erosi, longsor, dan abrasi.

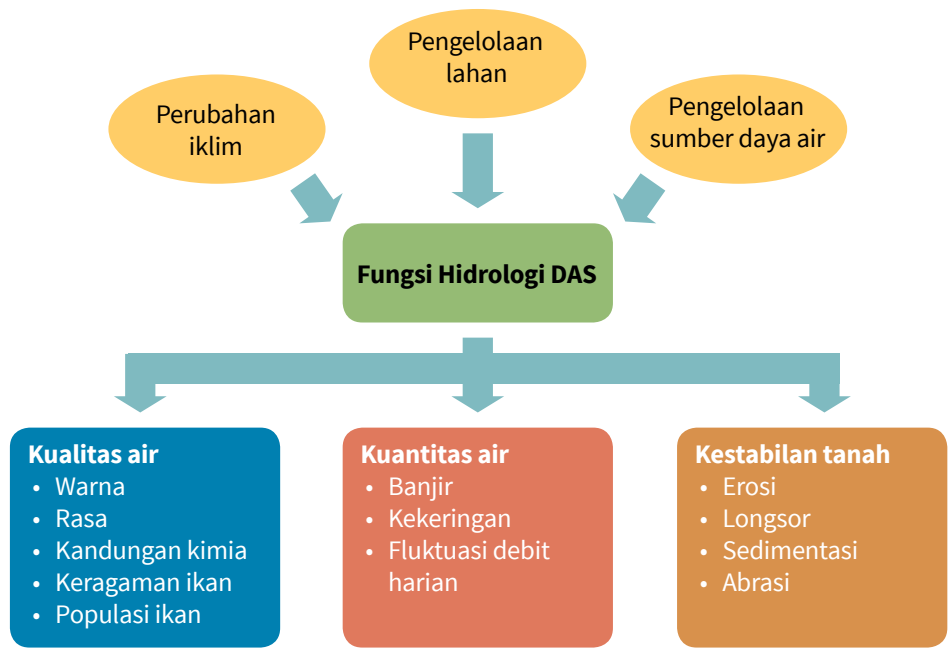
Berbagai pihak memiliki kepentingan yang berbeda dalam kaitannya dengan fungsi hidrologi DAS (Tabel 3), meskipun secara umum semua manusia menginginkan fungsi hidrologi DAS dapat berjalan dengan baik.

Tabel 3. Fungsi hidrologi DAS dan relevansi bagi multi pihak

Fungsi hidrologi DAS		Relevansi bagi multi pihak
Kuantitas air	Mengalirkan air	Semua pengguna air
	Menyangga kejadian puncak	Masyarakat yang tinggal di daerah rawan banjir
	Melepas air secara bertahap	Masyarakat yang bergantung pada sungai saat musim kemarau
Kualitas air	Memelihara kualitas air	Semua pengguna air
Kestabilan tanah	Mengurangi kejadian longsor/erosi	Masyarakat yang tinggal di daerah rawan longor

1.2.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi hidrologi DAS

Fungsi hidrologi DAS dipengaruhi oleh: (a) perubahan iklim, (b) perubahan penggunaan lahan, dan (c) aktivitas manusia (Gambar 7). Ketiga faktor tersebut akan mempengaruhi kondisi DAS yang ditunjukkan oleh adanya perubahan kualitas dan kuantitas (jumlah) air (Gambar 7). Perubahan kualitas dan kuantitas air akan mempengaruhi ketersediaan air baik untuk kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri, maupun penggunaan yang lain seperti untuk mikrohidro.



Gambar 7. Faktor-faktor yang mempengaruhi dan dipengaruhi fungsi hidrologi DAS

a. Perubahan iklim

Iklim adalah kondisi rata-rata cuaca pada suatu tempat dalam waktu yang lama. Perubahan iklim didefinisikan sebagai perubahan secara nyata yang terjadi pada saat ini mengenai pola cuaca yang dihitung berdasarkan angka statistik dalam jangka waktu tertentu dalam kurun waktu puluhan hingga jutaan tahun (IPCC 2007a).

Pemanasan global dan perubahan curah hujan yang merupakan bagian dari perubahan iklim berdampak pada siklus hidrologi, yaitu terjadinya perubahan ketersediaan air sebagai akibat dari kekeringan, peningkatan suhu, meningkatnya kejadian dan intensitas banjir akibat siklon tropis (Bates et al 2008). Kekeringan dan peningkatan suhu merupakan pemicu kebakaran hutan dan lahan di Indonesia, disamping aktivitas manusia.

b. Aktivitas manusia dalam pengelolaan lahan

Menurut Guo et al (2008), perubahan tutupan lahan mempengaruhi siklus hidrologi melalui proses infiltrasi, evapotranspirasi, dan intersepsi oleh vegetasi. Sebagai contoh, tutupan lahan hutan yang dikonversi menjadi tanaman semusim menyebabkan berkurangnya tingkat infiltrasi, intersepsi, dan evapotranspirasi. Perubahan tersebut mengakibatkan curah hujan yang sampai ke permukaan tanah dan menjadi aliran permukaan menjadi semakin besar sehingga berpotensi banjir dan erosi.

c. Aktivitas manusia dalam pengelolaan sumber daya air

Aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan (Gambar 8) menyebabkan penurunan fungsi hidrologi DAS. Sebagai contoh pemukiman di bantaran sungai yang menyebabkan limbah rumah tangga langsung masuk ke sungai, penggunaan pestisida dan pupuk kimia secara berlebihan terutama di lahan dekat sumber air.



Gambar 8. Contoh aktivitas manusia yang mempengaruhi fungsi hidrologi DAS; pengelolaan lahan (A), pembukaan lahan (B), dan pembuangan sampah di sekitar sumber air (C)

1.2.5. Dampak perubahan kondisi fungsi hidrologi DAS

Perubahan iklim dan aktivitas manusia dalam pengelolaan lahan dan sumber daya air berdampak pada perubahan kuantitas air (banjir, kekeringan), kualitas air (warna, tingkat kekeruhan), dan kondisi tanah (erosi, sedimentasi, abrasi) (Gambar 9).

1. Kualitas air. Kualitas air merupakan kondisi air berdasarkan karakter fisika, kimia dan biologis/mikroorganisme. Penurunan fungsi hidrologi DAS menyebabkan penurunan kualitas air sehingga air tidak layak lagi digunakan untuk kebutuhan masyarakat. Indikator yang paling mudah digunakan untuk menunjukkan kualitas air adalah bau, warna, rasa, kelimpahan dan keragaman fauna air.
2. Kuantitas air. Kuantitas air merupakan kondisi air berdasarkan jumlah air yang tersedia yang dapat digunakan oleh masyarakat. Penurunan fungsi hidrologi DAS menyebabkan peningkatan jumlah air yang signifikan sehingga terjadi banjir, maupun penurunan jumlah air berupa kekeringan. Selain itu, DAS yang masih terjaga mampu menyangga agar debit air relatif stabil sehingga mengurangi fluktuasi debit saat musim hujan maupun kering.

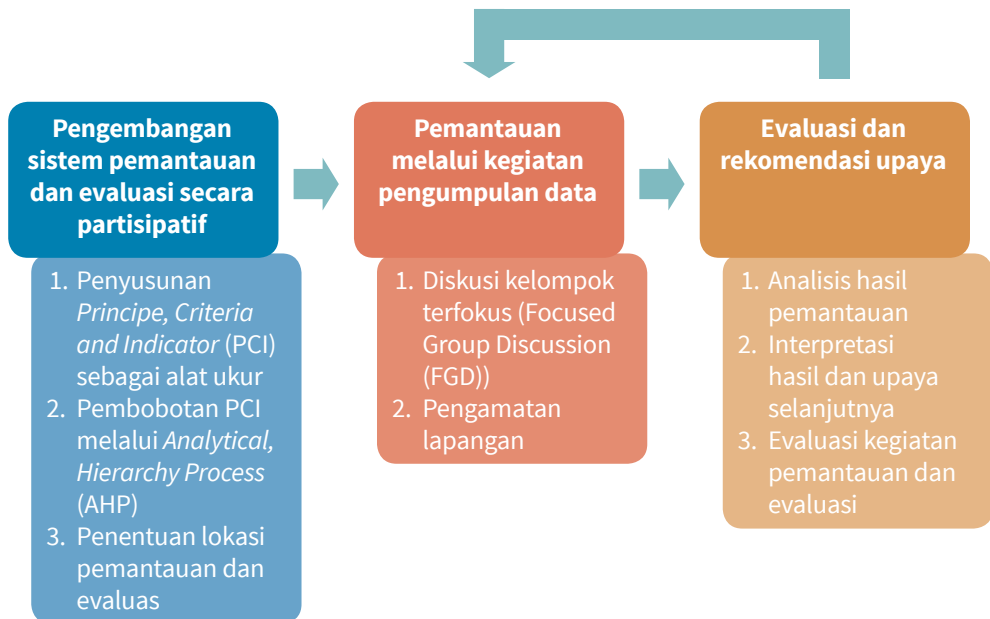
3. Kondisi tanah. Berkaitan dengan kondisi tanah, fungsi hidrologi DAS yang masih terjaga ditunjukkan melalui kondisi tanah yang stabil. Hal ini berarti DAS mampu mengurangi pengangkutan tanah dalam jumlah besar (erosi dan longsor) saat mengalirkan air baik di permukaan tanah maupun di bantaran sungai, sehingga sedimentasi dan pendangkalan sungai tidak terjadi dalam waktu singkat.



Gambar 9. Permasalahan hidrologi berupa masalah kualitas air, kuantitas air, dan teknis sebagai dampak perubahan iklim, perubahan penggunaan lahan, dan aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan

Pemantauan dan Evaluasi Fungsi Hidrologi DAS

Secara umum kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS terdiri dari tiga tahapan, yaitu: (1) pengembangan sistem pemantauan dan evaluasi secara partisipatif, (2) pelaksanaan kegiatan pemantauan berupa pengumpulan data, dan (3) evaluasi dan rekomendasi upaya selanjutnya (Gambar 10).



Gambar 10. Tahapan kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS

2.1. Pengembangan sistem pemantauan dan evaluasi secara partisipatif

Tahap pengembangan sistem pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS terdiri dari tiga bagian, yaitu: (1) penyusunan Prinsip, Kriteria dan Indikator (PCI) sebagai alat ukur, (2) pembobotan PCI melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dan (3) penentuan lokasi pemantauan dan evaluasi .

2.1.1. Penyusunan prinsip, kriteria dan indikator (PCI) sebagai alat ukur dalam pemantauan dan evaluasi

Tujuan	<ul style="list-style-type: none">• Memahami tujuan kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS• Memahami dan mengembangkan prinsip, kriteria, dan indikator fungsi hidrologi DAS
Strategi pembelajaran	Tatap muka dan diskusi
Alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none">• Alat tulis• Kertas plano
Waktu pelaksanaan	Satu kali, sebelum kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS

Pemantauan (*monitoring*) merupakan suatu proses pengumpulan data secara sistematis yang dilakukan secara berkala terhadap suatu indikator tertentu untuk memperoleh informasi mengenai suatu kondisi, program, atau kegiatan yang sedang berlangsung. Evaluasi (*evaluation*) merupakan suatu penilaian secara sistematis berdasarkan hasil pemantauan terhadap suatu kondisi, program, atau kegiatan yang telah selesai atau mencapai tahap tertentu (UNDP 2009).

Pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS merupakan suatu kegiatan pengumpulan informasi secara sistematis untuk menilai kondisi fungsi hidrologi suatu DAS dan kemudian dilakukan penilaian untuk melihat apakah fungsi hidrologi DAS dalam kondisi baik atau sebaliknya. Kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS penting dilakukan untuk: (1) meningkatkan/mempertahankan fungsi hidrologi DAS, (2) menyediakan sistem peringatan dini terhadap suatu permasalahan yang mungkin terjadi, dan (3) mengatasi dengan segera permasalahan yang telah muncul (diadopsi dari PSC 2008).

Kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS dapat menjadi lebih efektif jika dilakukan secara partisipatif (melibatkan masyarakat lokal). Hal ini perlu menjadi pertimbangan karena masyarakat lokal yang langsung mengalami dan merasakan dampak

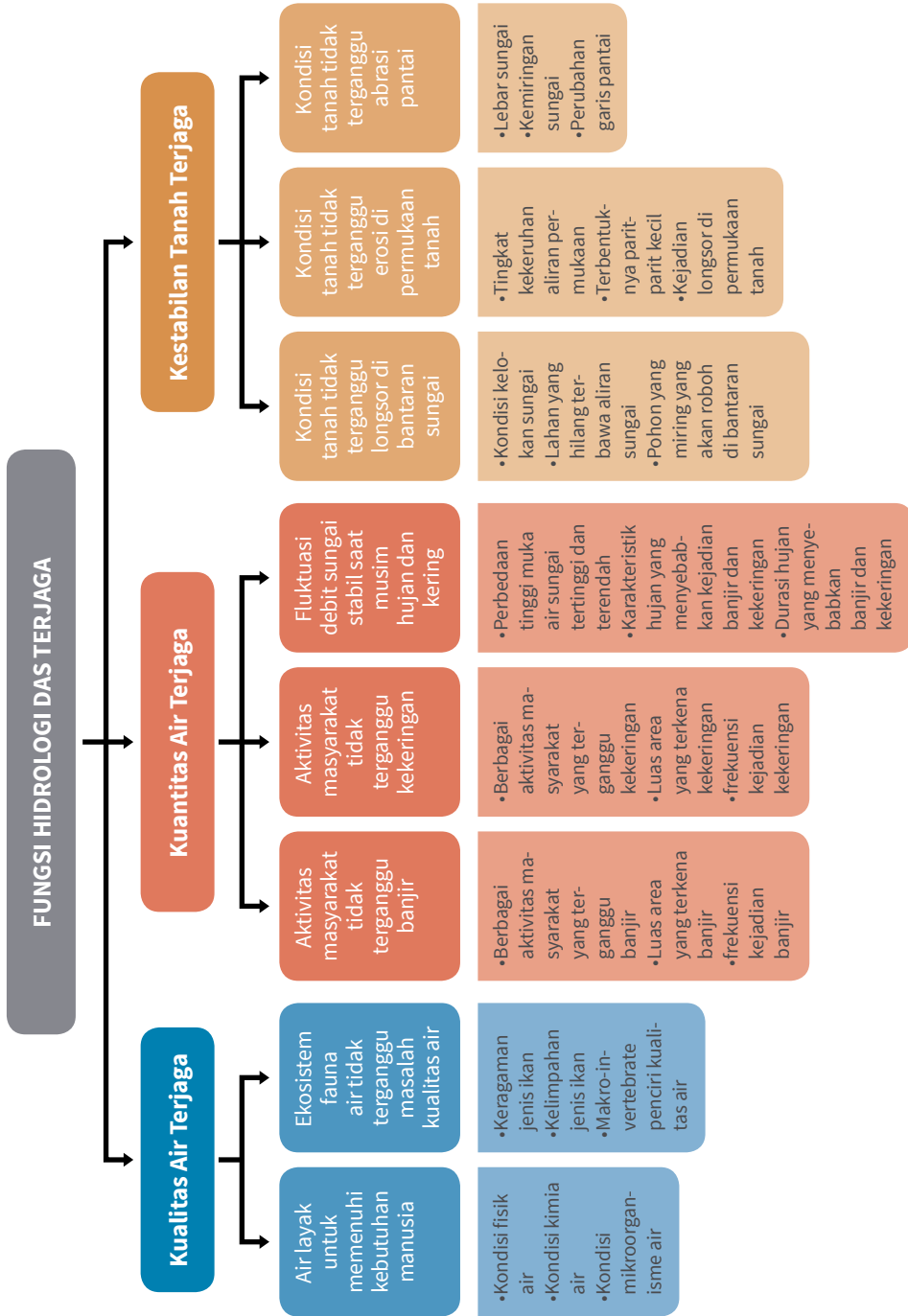
yang disebabkan oleh penurunan kinerja DAS. Agar masyarakat dapat ikut ambil bagian dalam kegiatan tersebut, diperlukan penyederhanaan terhadap metode pemantauan dan evaluasi sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan masyarakat.

Oleh karena kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS harus dilakukan secara berkala atau berulang-ulang dengan jangka waktu tertentu, maka dalam pelaksanaannya diperlukan suatu kerangka logika yang dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan pengumpulan informasi dan penilaian. Salah satu kerangka logika yang dapat digunakan untuk mengelola informasi atau data-data yang sudah atau ingin dikumpulkan adalah dengan menggunakan kerangka prinsip, kriteria, dan indikator.

Prinsip merupakan suatu kebenaran atau hukum pokok yang menjadi dasar suatu pertimbangan atau tindakan untuk mencapai tujuan. Prinsip memberikan landasan bagi kriteria dan indikator (Mendoza dan Macoun 1999). **Kriteria** merupakan jembatan antara prinsip dan indikator, biasanya berupa proses atau metode untuk mencapai prinsip. **Indikator** adalah hal-hal yang dapat diukur atau dipantau.

Prinsip, Kriteria dan Indikator (PCI) untuk pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS secara partisipatif dalam buku ini merupakan penyederhanaan PCI yang dikeluarkan oleh Dirjen Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial tahun 2009 (P.04/V-SET/2009). Penyederhanaan ini disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan masyarakat dalam melakukan pemantauan dan evaluasi. Jika tujuan pemantauan dan evaluasi yang dikeluarkan oleh Dirjen RLPS untuk pelestarian dan pengelolaan DAS secara umum, maka pemantauan dan evaluasi pada tingkat komunitas dalam buku ini adalah untuk memastikan fungsi hidrologi DAS tetap terjaga.

Tiga prinsip dalam pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS, yaitu: (1) kualitas air tetap terjaga, (2) kuantitas/jumlah air tetap terjaga, dan (3) kestabilan tanah terjaga. Ketiga prinsip tersebut memiliki kriteria dan indikator yang dapat menggambarkan kondisi hidrologi DAS (Gambar 11). Detail parameter dan metode pengumpulan data untuk masing-masing prinsip, kriteria, dan indikator dapat dilihat pada Tabel 4-6. Contoh penerapan PCI dalam pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi adalah sebagai berikut: agar fungsi hidrologi DAS tetap terjaga (**tujuan**), maka 'kualitas air harus terjaga' (**prinsip**), cara untuk menilai bahwa 'kualitas air terjaga' adalah 'air layak digunakan untuk kebutuhan masyarakat' (**kriteria**), hal-hal yang dapat dipantau yang dapat menunjukkan 'air layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat' adalah 'kondisi fisik air', 'kondisi kimia air', 'kondisi mikroorganisme air' dan aktivitas masyarakat tidak terganggu masalah kualitas air' (**indikator**).



Gambar 11. Prinsip, kriteria dan indikator untuk fungsi hidrologi DAS terjaga

Tabel 4. Kriteria, indikator, parameter pengukuran dan metode pemantauan Prinsip 1

Prinsip 1: Kualitas Air Terjaga			
Kriteria	Indikator	Parameter pengamatan	Metode Pengamatan
Air layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat	Kondisi fisik air	Warna	<i>Pengamatan lapangan</i> kondisi fisik air
		Bau	
		Rasa	
		Tingkat kekeruhan	
Berbagai aktivitas masyarakat yang tidak mengganggu masalah kualitas air	Kondisi kimia air	Kandungan bahan kimia air	<i>Pengamatan lapangan</i> kondisi kimia air
	Kondisi mikroorganisme air	Kandungan mikroorganisme air	<i>Pengamatan lapangan</i> kondisi mikroorganisme air
	Berbagai aktivitas masyarakat yang tidak mengganggu masalah kualitas air	Aktivitas rumah tangga	<i>Diskusi/wawancara</i> berbagai aktivitas masyarakat yang terganggu masalah kualitas air
		Aktivitas pertanian	
		Aktivitas perikanan	
		Aktivitas peternakan	
		Industri rumah tangga	
		Mikrohidro	
Ekosistem fauna air tidak terganggu oleh masalah kualitas air	Keragaman jenis ikan	Jenis-jenis ikan yang tidak ditemukan lagi	<i>Diskusi/wawancara</i> keragaman dan kelimpahan jenis ikan
	Kelimpahan jenis ikan	Tingkat kelimpahan jenis ikan yang mengalami penurunan	
	Keberadaan makroinvertebrata penciri kualitas air	Makro-invertebrata	

Tabel 5. Kriteria, indikator, parameter pengukuran dan metode pemantauan Prinsip 2

Prinsip 2: Kuantitas Air Terjaga				
Kriteria	Indikator	Parameter pengamatan	Metode Pengamatan	
Aktivitas masyarakat tidak terganggu permasalahan banjir	Berbagai aktivitas masyarakat yang tidak terganggu banjir	Aktivitas rumah tangga	Diskusi/wawancara berbagai aktivitas masyarakat yang terganggu banjir dan kekeringan	
		Aktivitas pertanian		
		Aktivitas perikanan		
		Aktivitas peternakan		
		Industri rumah tangga		
		Mikrohidro		
Aktivitas masyarakat tidak terganggu permasalahan kekeringan	Luas wilayah yang terkena banjir	Jumlah dusun yang terkena banjir	Pengamatan lapangan kejadian banjir	
		Banyaknya kejadian banjir per tahun		
	Berbagai aktivitas masyarakat yang tidak terganggu kekeringan	Aktivitas rumah tangga	Diskusi/wawancara berbagai aktivitas masyarakat yang terganggu banjir dan kekeringan	
		Aktivitas pertanian		
		Aktivitas perikanan		
		Aktivitas peternakan		
		Industri rumah tangga		
	Mikrohidro			
	Fluktuasi debit air sungai stabil saat musim hujan dan kemarau	Luas wilayah yang terkena kekeringan	Jumlah dusun yang mengalami kekeringan	Pengamatan lapangan kejadian kekeringan
			Banyaknya kejadian kekeringan per tahun	
Perbedaan tinggi muka air sungai tertinggi dan terendah		Tinggi muka air sungai	Pengamatan lapangan debit dan tinggi muka air sungai	
		Karakteristik hujan yang menyebabkan banjir dan kekeringan		Jumlah curah hujan
Durasi hujan yang menyebabkan kejadian banjir dan kekeringan	Lamanya waktu hujan dan tidak ada hujan			

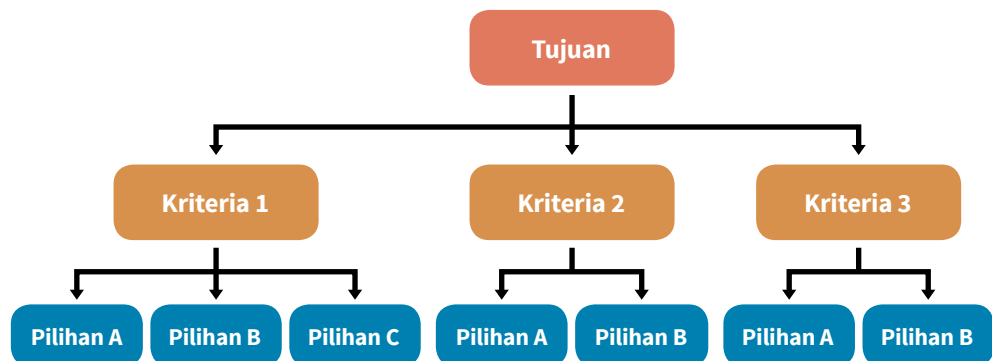
Tabel 6. Kriteria, indikator, parameter pengukuran dan metode pemantauan Prinsip 3

Prinsip 3: Kestabilan Tanah Terjaga			
Kriteria	Indikator	Parameter pengamatan	Metode Pengamatan
Kondisi tanah tidak terganggu masalah longsor/erosi di bantaran sungai	Kondisi kelokan sungai	Perubahan lokasi dan kondisi sungai	Diskusi/wawancara/transek kondisi tanah dan sungai
	Lahan yang hilang akibat terbawa aliran sungai	Banyaknya titik-titik kejadian kehilangan lahan	
	Pohon yang miring yang akan rubuh di bantaran sungai	Banyaknya titik-titik kejadian kehilangan pohon	
Kondisi tanah tidak terganggu masalah erosi di permukaan tanah	Keberadaan erosi lembar	Kondisi tanah dan air	Diskusi/wawancara kondisi tanah dan sungai
	Terbentuknya parit-parit kecil	Kondisi tanah	
	Frekuensi kejadian longsor di permukaan tanah	Banyaknya kejadian longsor per tahun	
Kondisi tanah tidak terganggu masalah abrasi pantai	Lebar pantai	Lebar pantai	Pengamatan lapangan tingkat abrasi pantai
	Kemiringan pantai	Kemiringan pantai	
	Lokasi garis pantai	Jarak pemukiman ke pantai	

2.1.2. Pembobotan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Tujuan	Memahami sistem pengambilan keputusan melalui <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) dan menentukan bobot masing-masing komponen prinsip, kriteria dan indikator
Strategi pembelajaran	Tatap muka dan diskusi di kelas
Waktu pelaksanaan	Satu kali, sebelum kegiatan pemantauan dan evaluasi
Alat dan bahan	Prinsip, kriteria dan indikator yang telah disusun

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Prof. Thomas L. Saaty. Metode ini dikembangkan untuk membantu memecahkan permasalahan dengan multi-kriteria. Secara umum, pemecahan masalah dengan multi-kriteria ini akan disederhanakan menjadi beberapa bagian yang dapat disusun kedalam suatu bentuk hirarki (Gambar 12).



Gambar 12. Hirarki permasalahan dengan multi-kriteria

Proses pengambilan keputusan tersebut dilakukan melalui perbandingan berpasangan dari masing-masing kriteria dan pilihan untuk menilai mana yang lebih penting. Sebagai contoh, antara Kriteria 1 dan Kriteria 2 mana yang lebih penting, antara Pilihan A dan Pilihan B mana yang lebih penting, begitu seterusnya. Keluaran dari proses AHP ini adalah suatu nilai berupa bobot untuk masing-masing kriteria dan pilihan. Perbandingan berpasangan ini dilakukan secara subjektif dengan skala perbandingan antara 1-5 (1 = sama penting, 3 = lebih penting, dan 5 sangat lebih penting).

Prinsip, kriteria dan indikator fungsi hidrologi DAS juga dapat dibentuk menjadi suatu hirarki (Gambar 11). Oleh karena itu, pembobotan masing-masing prinsip, kriteria, dan indikator dapat dilakukan melalui metode AHP.

Proses pembobotan prinsip, kriteria, dan indikator fungsi hidrologi DAS dengan AHP dilakukan bersama-sama oleh para pemangku kepentingan di dalam DAS. Mereka bersama-sama menentukan parameter-parameter mana yang lebih penting terkait dengan kondisi DAS.

Hasil pembobotan AHP dapat menjadi ciri pengelolaan air yang ada di suatu DAS. Sebagai contoh, pada proses pembobotan kriteria 'aktivitas masyarakat tidak terganggu permasalahan kekeringan' dengan indikator: berbagai aktivitas masyarakat yang tidak terganggu kekeringan, frekuensi kejadian kekeringan, luas wilayah yang mengalami kekeringan, memperoleh bobot yang paling kecil diantara indikator lainnya dengan alasan terdapat sumber air lain yang masih dapat digunakan.

Selain itu, hasil AHP juga dapat menjadi petunjuk, indikator-indikator mana yang menjadi prioritas dalam pemantauan. Indikator-indikator dengan bobot yang tinggi dianggap sebagai indikator yang penting sehingga dalam proses pemantauan harus diutamakan. Sebaliknya, indikator-indikator dengan nilai yang rendah dapat menjadi prioritas kedua jika waktu, biaya, atau tenaga terbatas.

Box 1. Contoh pembobotan prinsip, kriteria dan indikator fungsi hidrologi DAS menggunakan AHP

Berdasarkan hasil diskusi dengan aparat desa diperoleh informasi mengenai bagaimana masyarakat mendeteksi adanya longsor/erosi di bantaran sungai. Pilihan indikator adanya longsor/erosi di bantaran sungai antara lain: adanya pohon-pohon yang tumbang/miring, adanya lahan yang hilang terbawa aliran sungai, dan kondisi sungai yang semakin berkelok-kelok. Pertanyaan AHP yang diajukan pada aparat desa berupa:

- Terjadinya longsor/erosi di bantaran sungai, lebih mudah dikenali dari adanya pohon-pohon yang miring/tumbang di bantaran sungai atau adanya lahan yang hilang di bantaran sungai?
- Terjadinya longsor/erosi di bantaran sungai, lebih mudah dikenali dari adanya pohon-pohon yang miring/tumbang di bantaran sungai atau dari kondisi sungai yang semakin berkelok-kelok?
- Terjadinya longsor/erosi di bantaran sungai, lebih mudah dikenali dari adanya lahan yang hilang terbawa aliran sungai atau dari kondisi sungai yang semakin berkelok-kelok?

Proses perbandingan berpasangan dalam AHP dapat disajikan seperti Tabel 7 untuk memudahkan peserta diskusi dan fasilitator. Setelah diperoleh data perbandingan berpasangan dari masing-masing kriteria, maka selanjutnya dengan proses perhitungan AHP diperoleh bobot untuk masing-masing parameter.

Lanjutan Box 1. Contoh pembobotan prinsip, kriteria dan indikator fungsi hidrologi DAS menggunakan AHP

Tabel 7. Hasil perbandingan berpasangan hasil diskusi dengan masyarakat

Indikator terjadinya longsor/erosi di bantaran sungai	Keberadaan pohon-pohon yang miring/tumbang di bantaran sungai	Keberadaan lahan yang hilang di bantaran sungai	Kondisi sungai yang semakin berkelok-kelok
Keberadaan pohon-pohon yang miring/tumbang di bantaran sungai		1/3	1/3
Keberadaan lahan yang hilang di bantaran sungai			1/3
Kondisi sungai yang semakin berkelok-kelok			

Berdasarkan hasil perhitungan AHP dari Tabel 7, menurut masyarakat kondisi sungai yang semakin berkelok-kelok mempunyai bobot 58%, keberadaan lahan yang hilang di bantaran sungai mempunyai bobot 28%, dan keberadaan pohon yang tumbang/miring mempunyai bobot 14% untuk menunjukkan adanya masalah longsor/erosi di bantaran sungai.

Setelah masing-masing prinsip, kriteria, dan indikator dilakukan perbandingan secara berpasangan, maka akan diperoleh bobot untuk masing-masing prinsip, kriteria, dan indikator seperti pada Tabel 8. Hasil pembobotan ini dapat berbeda untuk lokasi hulu, tengah, dan hilir sesuai dengan kondisi lokasi masing-masing.

Tabel 8. Contoh hasil AHP prinsip, kriteria dan indikator fungsi hidrologi DAS keseluruhan di Desa Maribaya, Jawa Tengah

Prinsip	Bobot	Kriteria	Bobot	Indikator	Bobot	Bobot AHP
Kualitas air terjaga	0.33	Air layak digunakan oleh masyarakat	0.79	Kondisi fisik air	0.17	0.04
				kondisi kimia air	0.17	0.04
				Kondisi mikroorganisme air	0.17	0.04
				Berbagai aktivitas masyarakat tidak mengganggu masalah kualitas air	0.48	0.13
		Ekosistem alami fauna air tidak mengganggu masalah kualitas air	0.21	Keragaman jenis ikan	0.41	0.03
				Kelimpahan jenis ikan	0.48	0.03
				Ditemukannya makro-invertebrata penciri kualitas air	0.11	0.01

Lanjutan Box 1. Contoh pembobotan prinsip, kriteria dan indikator fungsi hidrologi DAS menggunakan AHP

Kuantitas air terjaga	0.33	Aktivitas masyarakat tidak terganggu masalah kelangkaan air	0.47	Berbagai aktivitas masyarakat tidak terganggu kekeringan	0.50	0.08
				Frekuensi kejadian kekeringan	0.25	0.04
				Luas wilayah yang terkena dampak kekeringan	0.25	0.04
		Aktivitas masyarakat tidak terancam banjir	0.27	Berbagai aktivitas masyarakat tidak terganggu banjir	0.50	0.04
				Frekuensi kejadian banjir	0.25	0.02
				Luas wilayah yang terkena dampak banjir	0.25	0.02
		Fluktuasi debit saat musim hujan dan kering tidak berbeda jauh (stabil)	0.27	Perbedaan tinggi muka air tertinggi dan terendah	0.26	0.02
				Karakteristik curah hujan yang menyebabkan peningkatan muka air	0.64	0.06
				Durasi waktu peningkatan/ penurunan tinggi muka air sungai	0.10	0.01
Kestabilan Tanah terjaga	0.33	Kondisi tanah tidak terganggu masalah abrasi sungai	0.50	Keberadaan pohon yang hilang/tumbang/miring di tepi sungai	0.14	0.02
				Keberadaan lahan yang hilang akibat terbawa arus sungai	0.28	0.05
				Kondisi kelokan sungai yang semakin parah	0.58	0.10
		Kondisi tanah tidak terganggu masalah abrasi pantai	0.00	Lokasi garis pantai	0.00	0.00
				Lebar pantai	0.00	0.00
				Kemiringan pantai	0.00	0.00
		Kondisi tanah tidak terganggu masalah erosi dipermukaan tanah	0.50	Adanya lapisan tanah yang hilang akibat terbawa aliran air	0.10	0.02
				Terbentuknya parit-parit kecil	0.64	0.11
				Kejadian longsor	0.26	0.04
Total						1

2.1.3. Penentuan lokasi pemantauan dan evaluasi

Tujuan	Menentukan lokasi-lokasi pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS sehingga mampu mewakili keseluruhan kondisi DAS
Strategi pembelajaran	Tatap muka dan diskusi di kelas dan pengamatan lapangan
Waktu pelaksanaan	Satu kali, sebelum kegiatan pemantauan dan evaluasi
Alat dan bahan	Peta dan data kecamatan dan kabupaten dalam angka

Orientasi lapangan perlu dilakukan sebelum kegiatan pemantauan dan evaluasi agar memperoleh gambaran keseluruhan DAS secara umum. Tahap ini penting untuk menentukan lokasi-lokasi di dalam DAS yang perlu dipantau dan dievaluasi sehingga dapat mewakili kondisi DAS secara keseluruhan. Lokasi-lokasi pemantauan dan evaluasi dipilih berdasarkan beberapa kriteria yang dapat mewakili variasi kondisi DAS tersebut, seperti tutupan lahan, tingkat kesejahteraan masyarakat, ketinggian, dll. Semakin bervariasi kondisi dalam satu DAS maka semakin banyak lokasi pemantauan dan evaluasi yang diperlukan. Tahapan kegiatan orientasi lapangan dapat dilihat pada Tabel 9.

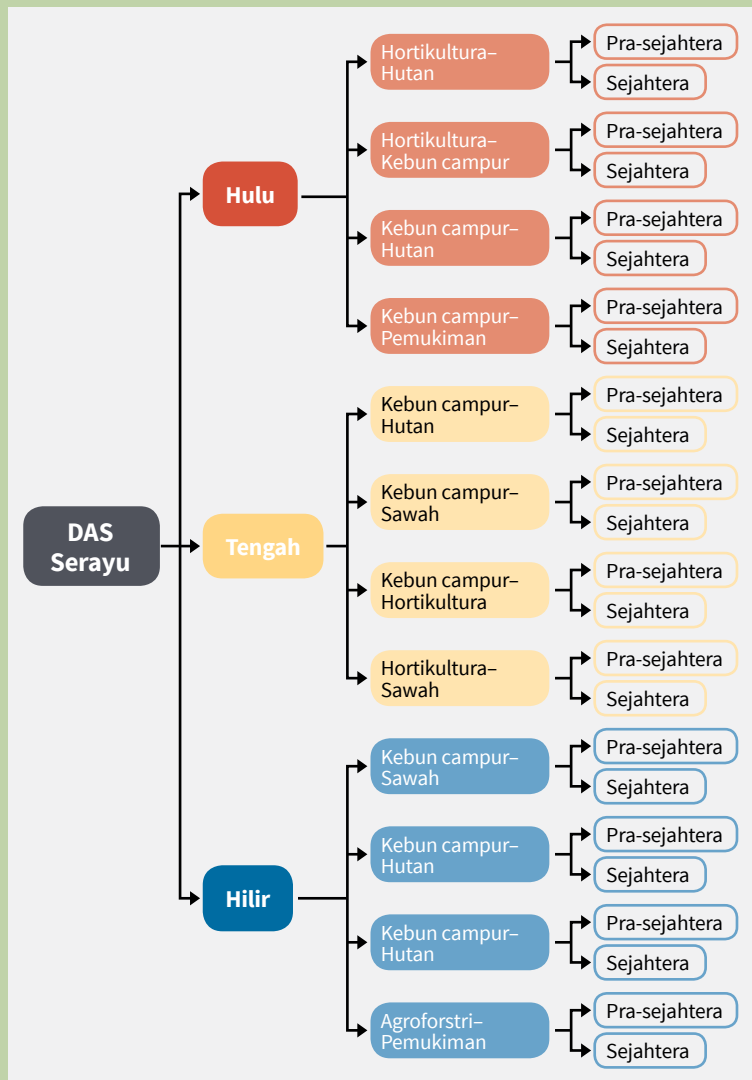
Tabel 9. Tahapan kegiatan orientasi lapangan

Tahapan kegiatan	Deskripsi	Output
Studi pustaka	Pengumpulan informasi kondisi DAS dari berbagai pustaka (artikel, laporan, artikel ilmiah, dll)	Berbagai permasalahan hidrologi dan lokasinya dalam DAS
Pengumpulan data sekunder	Pengumpulan data-data sekunder (tutupan lahan, iklim, hidrologi, kecamatan dan kabupaten dalam angka)	Variasi iklim, hidrologi, topografi, tutupan lahan, mata pencaharian utama, dan kesejahteraan masyarakat.
Pemilihan calon lokasi pemantauan	Identifikasi lokasi-lokasi (kelompok desa/kecamatan) yang mempunyai potensi untuk mewakili berbagai variasi kondisi dalam DAS	Nama-nama kecamatan/kelompok desa
Kunjungan ke calon lokasi untuk menentukan lokasi pemantauan	Kunjungan ke lapangan untuk memverifikasi data sekunder dan studi pustaka	Nama-nama desa sebagai lokasi kegiatan pemantauan dan evaluasi

Box 2. Contoh hasil pemilihan lokasi

Orientasi lapangan dilakukan di DAS Serayu, Jawa Tengah dengan tujuan untuk mengumpulkan data awal kegiatan pemantauan dan evaluasi dalam program pengembangan wilayah berbasis penggunaan lahan, kebijakan dan perubahan iklim. DAS Serayu mencakup wilayah Kabupaten Cilacap, Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, dan Wonosobo.

Berdasarkan posisi ketinggian dalam DAS Serayu, maka dilakukan pembagian kelompok, yaitu bagian hulu (> 800 m dpl), tengah (800 – 100 m dpl), dan hilir (< 100 m dpl). Pada masing-masing lokasi, dipilih empat lokasi (kecamatan) dengan dominasi tutupan lahan yang berbeda. Pada bagian hulu dipilih lokasi dengan dominasi tutupan hutan primer dan hortikultura; pada bagian tengah dipilih lokasi dengan dominasi tutupan lahan berupa kebun campuran, dan pada bagian hilir dipilih lokasi dengan dominasi tutupan lahan persawahan (Gambar 13). Berdasarkan posisi ketinggian dalam DAS dan tutupan lahan, pada bagian hulu terpilih kecamatan Batur, Kejajar, Kalikajar, dan Karangreja; bagian tengah terpilih Kecamatan Pagentan, Karangayar, Kutasari, dan Mojotengah; dan bagian hilir terpilih Kecamatan Susukan, Rawalo, Jatilawang, dan Kesugihan, sebagai lokasi pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS Serayu. Selanjutnya, pada masing-masing kecamatan dipilih 2 desa yang mewakili tingkat kesejahteraan yang berbeda. Dengan demikian, keseluruhan lokasi pemantauan dan evaluasi sebanyak 24 desa.



Gambar 13. Pemilihan lokasi pemantauan di DAS Serayu, Jawa Tengah

2.2. Pemantauan melalui kegiatan pengumpulan data

Berdasarkan Tabel 4-6, terdapat dua metode pengumpulan data dalam kegiatan pemantauan fungsi hidrologi DAS, diskusi kelompok/wawancara dengan beberapa tokoh kunci dan pengamatan/pengukuran lapangan.

2.2.1. Diskusi Kelompok Terfokus (FGD) dan Wawancara

Tujuan	Meningkatkan kemampuan dalam melakukan diskusi kelompok/wawancara untuk menggali informasi mengenai: <ul style="list-style-type: none">a. Pemetaan sumber air, tutupan lahan dan lokasi permasalahan hidrologib. Berbagai sumber air, pemanfaatan dan permasalahannyac. Berbagai aktivitas masyarakat yang terganggu masalah kualitas aird. Berbagai aktivitas masyarakat yang terganggu masalah banjir dan kekeringane. Kondisi tanah dan sungaif. Keragaman dan kelimpahan jenis ikan
Strategi pembelajaran	Pemberian materi di kelas dan praktek di lapangan
Frekuensi diskusi	Satu tahun sekali

Kegiatan diskusi kelompok terfokus (FGD) merupakan suatu proses diskusi terarah/terstruktur yang terdiri dari sekelompok orang (6-10 orang) yang dipandu oleh seorang fasilitator. Tujuan dari pelaksanaan FGD adalah untuk mengumpulkan informasi-informasi terkait daerah aliran sungai dan sumber daya air (kualitas dan kuantitas) serta permasalahannya berdasarkan persepsi masyarakat. Sebagai contoh, informasi-informasi yang dikumpulkan seperti perubahan kualitas air menurut masyarakat (berwarna, keruh, bau, berasa, tercemar) dan dampak yang dirasakan (ringan, sedang dan berat). Jika di suatu wilayah/daerah tidak dapat dilakukan FGD maka pengumpulan informasi dapat dilakukan melalui wawancara dengan beberapa tokoh kunci di wilayah tersebut. Materi yang digunakan untuk wawancara sama dengan materi yang digunakan untuk diskusi kelompok.

Kegiatan diskusi/wawancara ini dilakukan di tingkat desa atau kelompok desa untuk mewakili DAS mikro (DAS dengan luas kurang dari 100 km²). Peserta dalam kegiatan diskusi dipilih dari masyarakat setempat yang dapat memberikan informasi mengenai kondisi fungsi hidrologi di wilayah mereka.

Secara umum, kegiatan FGD dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: pra-FGD, pelaksanaan FGD, dan pasca FGD (Tabel 10). Pra-FGD merupakan kegiatan persiapan sebelum melakukan FGD, seperti perijinan, persiapan materi diskusi, penentuan lokasi dan waktu pelaksanaan. Kegiatan pelaksanaan FGD terdiri dari dua bagian, yaitu (a) pemetaan secara partisipatif, dan (b) diskusi kelompok. Kegiatan pasca FGD merupakan kegiatan penutup dari keseluruhan proses FGD.

Tabel 10. Tahapan, aktivitas, alat dan bahan yang diperlukan dalam kegiatan diskusi kelompok terfokus (FGD)

Tahapan	Aktivitas	Alat dan bahan
Pra-diskusi	<ul style="list-style-type: none"> Menghubungi kepala desa dan atau tokoh masyarakat untuk menyampaikan rencana kegiatan, maksud dan tujuan kegiatan. Meminta pendapat mengenai waktu dan tempat pelaksanaan, perlengkapan logistik dan akomodasi selama pelaksanaan kegiatan diskusi atau wawancara. Membuat daftar peserta yang diundang dalam diskusi kelompok atau daftar narasumber untuk kegiatan wawancara. Mempersiapkan surat-menyurat terkait perijinan dalam pelaksanaan diskusi kelompok atau wawancara Mempelajari dan mempersiapkan materi yang akan didiskusikan 	<p>Surat permohonan ijin kegiatan diskusi/wawancara dari pemerintah lokal (kabupaten dan kecamatan).</p> <p>Surat permohonan ijin dan fasilitasi kegiatan diskusi/wawancara kepada pemerintah desa</p>
Pelaksanaan diskusi/wawancara	<p>Diskusi Kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> Diskusi kelompok dibuka oleh kepala desa atau tokoh masyarakat. Fasilitator memperkenalkan diri terlebih dahulu dan menerangkan tujuan diskusi kelompok dalam hal ini mengumpulkan informasi-informasi terkait daerah aliran sungai dan sumber daya air (kualitas dan kuantitas) serta permasalahannya berdasarkan persepsi masyarakat. Fasilitator meminta peserta diskusi untuk menuliskan nama, umur dan aktivitas keseharian dalam lembar kehadiran (Tabel 11) Pelaksanaan diskusi: pembuatan peta secara partisipatif dan diskusi kelompok <p>Wawancara</p> <ul style="list-style-type: none"> Menghubungi narasumber yang ingin kita wawancara Menjelaskan maksud dan tujuan kegiatan wawancara kepada narasumber dalam hal ini mengumpulkan informasi-informasi terkait daerah aliran sungai dan sumber daya air (kualitas dan kuantitas) serta permasalahannya berdasarkan persepsi masyarakat. Meminta ijin untuk melakukan wawancara serta membuat janji kapan wawancara bisa dilakukan sehingga tidak mengganggu aktifitas narasumber. Pelaksanaan wawancara pada waktu dan tempat yang telah disepakati Narasumber mengisi daftar peserta wawancara (Tabel 11) 	<p>Lembar kehadiran</p> <p>Materi diskusi (Lampiran 2) yang telah di cetak di kertas A1 atau A4 sesuai dengan kebutuhan</p> <p>Alat tulis</p> <p>Kertas A1</p> <p>Daftar peserta wawancara</p> <p>Materi diskusi (Lampiran 2) yang telah di cetak di kertas A4</p> <p>Alat tulis</p>
Pasca diskusi	<ul style="list-style-type: none"> Memeriksa kembali daftar pertanyaan apakah ada yang terlewat. Merangkum hasil kegiatan diskusi/wawancara untuk memverifikasi kepada masyarakat. Memberikan peserta diskusi/narasumber untuk bertanya 	<p>Hasil diskusi</p>

Tabel 11. Daftar hadir diskusi kelompok/wawancara pada kegiatan pemantauan fungsi hidrologi DAS

DAFTAR HADIR DISKUSI KELOMPOK

Tanggal kegiatan :

Fasilitator :

No	Nama	Asal desa/dusun	Usia	L/P	Pekerjaan	Tanda tangan

Materi kegiatan diskusi kelompok/wawancara terdiri dari:

- Pemetaan secara partisipatif (Gambar 14),
- Sumber air, pemanfaatan dan permasalahannya (Tabel 12 dan 13)
- Aktivitas masyarakat yang terganggu masalah kualitas air (Tabel 14)
- Aktivitas masyarakat yang terganggu masalah kekeringan dan banjir (Tabel 15)
- Keragaman dan kelimpahan jenis ikan (Tabel 16)
- Kondisi sungai dan permukaan tanah (Tabel 17)

Pemetaan secara partisipatif (Gambar 14) adalah suatu proses pembuatan peta/sketsa suatu wilayah dengan mengkombinasikan kondisi wilayah dengan pengetahuan lokal masyarakat menggunakan pemahaman dan bahasa yang umum (IFAD 2009). Tujuan pemetaan partisipatif dalam kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS adalah untuk memberikan pemahaman yang sama antara fasilitator dengan peserta diskusi terkait sumber daya air, permasalahan dan pengelolaannya secara spasial sebelum kegiatan diskusi kelompok terfokus dimulai. Hasil dari pemetaan partisipatif adalah sebuah sketsa peta wilayah dengan beberapa atribut berupa jalan, sungai, tutupan lahan, lokasi sumber air, lokasi infrastruktur sumber daya air dan lokasi wilayah rawan bencana seperti banjir, longsor, erosi, dll.



Gambar 14. Pembuatan peta partisipatif oleh peserta diskusi (A) dan hasil peta partisipatif (B)
(foto: ICRAF/Ni'matul Khasanah)

Setelah proses pembuatan peta selesai, maka kegiatan diskusi /wawancara dilakukan secara terstruktur dengan bantuan tabel agar diperoleh konsistensi jawaban untuk setiap periode diskusi/wawancara sehingga hasilnya dapat dibandingkan setiap tahunnya. Materi diskusi/wawancara pemantauan fungsi hidrologi DAS disajikan pada Tabel 12-17.

Tabel 12. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk menggali sumber air dan pemanfaatannya

Pemanfaatan	Sumber air saat kondisi normal							
	Sungai	Sumur gali	Sumur bor	Mata air	Air hujan	Rawa	Danau	Total
Rumah tangga								100%
Pertanian								100%
Perikanan								100%
Peternakan								100%
Indistri rumah tangga								100%
Mikrohidro								100%

Pemanfaatan	Sumber air saat kondisi ekstrim ^{*)}							
	Sungai	Sumur gali	Sumur bor	Mata air	Air hujan	Rawa	Danau	Total
Rumah tangga								100%
Pertanian								100%
Perikanan								100%
Peternakan								100%
Indistri rumah tangga								100%
Mikrohidro								100%

*) kondisi ekstrim = kemarau panjang

Tabel 13. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk penggalan permasalahan hidrologi

Masalah yang dihadapi	Ya/ Tidak?	Sumber air	Waktu Kejadian			Frekuensi kejadian ^{*)}		
			Tidak bergantung musim	Musim hujan	Musim kemarau	Jarang	Kadang-kadang	Sering
Keruh								
Bau								
Berwarna								
Mengandung zat kapur								
Tercemar								
Payau								
Banjir								
Kekeringan								
Lain2:								

*) dapat menggunakan data hasil pengamatan jika tersedia

Tabel 14. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk menggali aktivitas masyarakat yang terganggu masalah kualitas air

Masalah kualitas air yang dialami	Jenis kegiatan	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/T)	Tingkat keparahan masalah		
			Masih dapat digunakan tanpa perlu upaya tertentu	Masih dapat digunakan namun perlu upaya sederhana seperti: mengendapkan, menyaring, memberi kaporit	Tidak dapat digunakan sehingga membeli/mendatangkan air dari luar desa, atau air terpaksa digunakan
-----	Rumah tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Peternakan				
	Indistri rumah tangga				
-----	Mikrohidro				
	Rumah tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Peternakan				
-----	Indistri rumah tangga				
	Mikrohidro				

Tabel 15. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk menggali aktivitas masyarakat yang terganggu masalah banjir dan kekeringan

Masalah kualitas air yang dialami	Jenis kegiatan	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/T)	Tingkat keparahan masalah		
			Jumlah air berkurang, kegiatan masyarakat tidak terpengaruh, tidak memerlukan sumber air lain	Jumlah air berkurang, mempengaruhi kegiatan masyarakat, namun masih dapat menggunakan sumber air lain dalam satu desa	Jumlah air sangat berkurang, kegiatan masyarakat sangat terpengaruh, memerlukan sumber air dari luar desa (beli/bantuan)
Kekeringan	Rumah tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Peternakan				
	Industri rumah tangga				
	Mikrohidro				
Masalah kualitas air yang dialami	Jenis kegiatan	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/T)	Tingkat keparahan masalah		
			Ada genangan air, tidak mempengaruhi kegiatan sehari-hari dan kegiatan lain	Ada genangan air, mempengaruhi kegiatan sehari-hari dan kegiatan lain kurang dari sehari, lahan pertanian tergenang tetapi tidak ada kerugian	Ada genangan air, mempengaruhi kegiatan sehari-hari dan kegiatan lain lebih dari sehari, terdapat kerugian (fasilitas umum rusak, tanaman mati, ternak mati, rumah terendam, dll)
Banjir	Rumah tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Peternakan				
	Industri rumah tangga				
	Mikrohidro				

Tabel 16. Tabel diskusi kelompok/wawancara untuk menggali keragaman dan kelimpahan jenis ikan

Jenis ikan	Endemik? (Y/T)	Masih ditemukan saat ini? (Y/T)	Kelimpahan ikan dibandingkan 5 tahun yang lalu			Pemanfaatan		Frekuensi pemanfaatan		
			Meningkat	Berkurang	Tetap	Dikonsumsi	Dijual	Jarang	Kadang-kadang	Sering

Tabel 17. Tabel diskusi/wawancara untuk menggali informasi mengenai kondisi sungai dan permukaan tanah

No.	Indikator	Ya/ Tidak?	Jika ‘Ya’, maka banyaknya lokasi		
			Sedikit (hanya di beberapa lokasi/titik tertentu saja)	Sedang (hanya di beberapa lokasi namun cukup panjang/luas)	Banyak (hampir di sepanjang sungai/permukaan tanah)
Kondisi bantaran sungai					
1a	Kondisi kekelokan sungai				
1b	Lahan yang hilang akibat terbawa aliran sungai				
1c	Pohon yang miring yang akan rubuh di bantaran sungai				
Kondisi permukaan tanah					
2a	Keberadaan genangan-genangan air yang berwarna coklat saat hujan				
2b	Keberadaan tanaman yang tertutup oleh percikan-percikan tanah saat hujan				
2c	Keberadaan tanaman yang akar-akarnya terlihat akibat tanah terkikis aliran air hujan				
2d	Terbentuknya alur-alur di permukaan tanah dengan kedalaman < 10 cm				
2e	Terbentuknya alur-alur di permukaan tanah dengan kedalaman 10-50 cm				
2f	Terbentuknya parit-parit kecil di permukaan tanah dengan kedalaman > 50 cm				

Box 3. Contoh hasil diskusi kelompok

Berikut merupakan contoh hasil diskusi dengan aparat pemerintah Desa Maribaya, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Purbalingga untuk menggali informasi mengenai kondisi fungsi hidrologi DAS Serayu di Jawa Tengah.

Sumber air	Pemanfaatan					
	Rumah tangga	Pertanian	Perikanan	Peternakan	Industri rumah tangga	Mikrohidro
Sumur	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya	Tidak
Sungai	Tidak	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Mata air	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Masalah yang dihadapi	Ya/ Tidak?	Sumber air	Waktu kejadian		
			Tidak bergantung musim	Musim hujan	Musim kemarau
Keruh	Tidak	-	-	-	-
Bau	Tidak	-	-	-	-
Berwarna	Tidak	-	-	-	-
Mengandung zat kapur	Tidak	-	-	-	-
Tercemar	Tidak	-	-	-	-
Payau	Tidak	-	-	-	-
Banjir	Tidak	-	-	-	-
Kekeringan	Ya	Sungai, mata air	-	-	√
.....					

Lanjutan Box 3. Contoh hasil diskusi kelompok

Masalah kualitas air yang dialami	Jenis Kegiatan	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/T)	Tingkat keparahan masalah ¹⁾		
			Masih dapat digunakan tanpa perlu upaya tertentu	Masih dapat digunakan namun perlu upaya sederhana seperti: mengendapkan, menyaring, memberi kaporit	Tidak dapat digunakan sehingga perlu membeli/ mendatangkan air dari luar desa, atau air terpaksa digunakan
Keruh	Rumah Tangga	Tidak	-	-	-
	Pertanian	Tidak	-	-	-
	Perikanan	Tidak	-	-	-
	Perternakan	Tidak	-	-	-
	Industri rumah tangga	Tidak	-	-	-
	Mikrohidro	Tidak	-	-	-
Berwarna	Rumah Tangga	Tidak	-	-	-
	Pertanian	Tidak	-	-	-
	Perikanan	Tidak	-	-	-
	Perternakan	Tidak	-	-	-
	Industri rumah tangga	Tidak	-	-	-
	Mikrohidro	Tidak	-	-	-
Mengandung zat kapur	Rumah Tangga	Tidal	-	-	-
	Pertanian	Tidak	-	-	-
	Perikanan	Tidak	-	-	-
	Perternakan	Tidak	-	-	-
	Industri rumah tangga	Tidak	-	-	-
	Mikrohidro	Tidak	-	-	-

¹⁾ Beri tanda *checklist* (✓) pada pada kolom tingkat keparahan yang dialami/dirasakan oleh masyarakat

Lanjutan Box 3. Contoh hasil diskusi kelompok

Masalah kuantitas yang dialami	Jenis Kegiatan	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/T)	Jumlah air berkurang, kegiatan masyarakat tidak terpengaruh dan tidak memerlukan sumber air lain	Jumlah air berkurang dan kegiatan masyarakat terpengaruh, namun masih dapat menggunakan sumber air lain dalam satu desa	Jumlah air sangat berkurang, kegiatan masyarakat sangat terpengaruh dan memerlukan sumber air dari luar desa (beli atau bantuan)
Kekeringan	Rumah Tangga	Ya	✓	-	-
	Pertanian	Ya	-	-	✓
	Perikanan	Ya	-	-	✓
	Perternakan	Ya	✓	-	-
	Industri rumah tangga	Ya	✓	-	-
	Mikrohidro	Tidak	-	-	-
Masalah	Jenis Kegiatan	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/T)	Ada genangan air, tidak mempengaruhi kegiatan sehari-hari dan kegiatan lain	Ada genangan air, mempengaruhi kegiatan sehari-hari dan kegiatan lain kurang dari sehari (lahan pertanian tergenang tetapi tidak ada kerugian)	Ada genangan air, mempengaruhi kegiatan sehari-hari dan kegiatan lain lebih dari sehari, terdapat kerugian (fasilitas rusak, tanaman mati, ternak mati, rumah terendam, dll)
Banjir	Rumah Tangga	Tidak	-	-	-
	Pertanian	Tidak	-	-	-
	Perikanan	Tidak	-	-	-
	Perternakan	Tidak	-	-	-
	Industri rumah tangga	Tidak	-	-	-
	Mikrohidro	Tidak	-	-	-

Lanjutan Box 3. Contoh hasil diskusi kelompok

Jenis ikan	Ende- mik? (Y/T)	Masih ditemukan saat ini?	Kelimpahan ikan dibandingkan 5 tahun yang lalu			Pemanfaatan			Frekuensi pemanfaatan	
			Meningkat	Berkurang	Tetap	Dikonsumsi	Dijual	Jarang	Kadang- kadang	Sering
Lele Jawa	Tidak	Ya	✓			✓	✓	✓		
Wader	Tidak	Ya	✓			✓	✓	✓		
Jolong	Tidak	Ya	✓			✓	✓	✓		
Bogo	Tidak	Ya	✓			✓	✓	✓		
Mujaer	Tidak	Ya	✓			✓	✓	✓		
Kekel	Tidak	Ya	✓			✓	✓	✓		
Tawes	Tidak	Ya	✓			✓	✓	✓		
Uceng- uceng	Tidak	Ya	✓			✓	✓	✓		
Gabus	Tidak	Ya	✓			✓	✓	✓		

Lanjutan Box 3. Contoh hasil diskusi kelompok

No	Indikator	Ya/ Tidak?	Jika 'Ya', maka banyaknya lokasi		
			Sedikit (hanya di beberapa lokasi/ titik tertentu saja)	Sedang (hanya di beberapa lokasi namun cukup panjang/luas)	Banyak (hampir di sepanjang sungai/ permukaan tanah)
Kondisi Bantaran Sungai					
401a	Kondisi sungai yang semakin berkelok-kelok	Ya	-	√	-
401b	Lahan yang hilang akibat terbawa aliran sungai	Ya	-	-	√
401c	Pohon yang tumbang/hilang akibat terbawa aliran sungai	Tidak	-	-	-
Kondisi Permukaan Tanah					
501a	Keberadaan genangan-genangan air yang berwarna coklat saat hujan	Ya	-	-	√
501b	Keberadaan tanaman yang tertutup oleh percikan-percikan tanah saat hujan	Ya	-	-	
501c	Keberadaan tanaman yang akar-akarnya terlihat akibat tanah yang terbawa aliran air	Tidak	-	-	-
502d	Terbentuknya alur-alur di permukaan tanah dengan kedalaman < 10 cm	Ya	-	-	√
502e	Terbentuknya alur-alur di permukaan tanah dengan kedalaman 10-50 cm	Ya	-	√	-
502f	Terbentuknya parit-parit kecil di permukaan tanah dengan kedalaman > 50 cm	Tidak	-	-	-

2.2.2. Pengamatan lapangan

Tujuan	Meningkatkan kemampuan dalam melakukan pengamatan lapangan terhadap: <ul style="list-style-type: none">a. kondisi fisik airb. kondisi kimia airc. kondisi mikroorganisme aird. keberadaan makro-invertebrata penciri kualitas aire. kejadian banjirf. kejadian kekeringang. kejadian longsorh. curah hujani. debit dan tinggi muka air sungaij. tingkat abrasi pantai
Strategi pembelajaran	Pemberian materi di kelas dan praktek di lapangan
Waktu pengamatan	Berkala sesuai parameter yang diamati

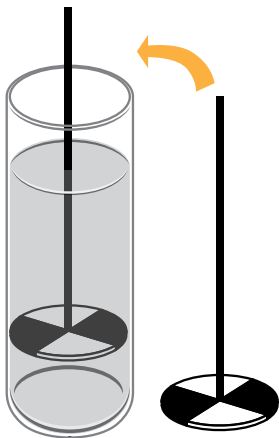
Pengamatan langsung di lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang dapat diukur melalui pengamatan atau pengukuran sederhana, seperti curah hujan, debit air, tinggi muka air, kondisi air, kejadian banjir, kejadian kekeringan, dan kejadian longsor. Pengamatan atau pengukuran ini dilaksanakan secara berkala sesuai dengan data-data yang diperlukan. Kegiatan ini melibatkan pegawai khusus dari kabupaten dan masyarakat desa yang tinggal di sekitar sungai atau sumber-sumber air lainnya sehingga memudahkan dalam kegiatan pengamatan atau pengukuran. Parameter-parameter yang diamati/diukur di lapangan antara lain: kondisi fisik air, kondisi kimia air, kondisi mikroorganisme air, keberadaan makro-invertebrata, kejadian banjir, kejadian kekeringan, kejadian longsor, curah hujan, debit air, tinggi muka air sungai, dan tingkat abrasi pantai.

a. Kondisi fisik air

Penilaian kondisi fisik air merupakan penilaian kondisi air yang dapat dirasakan menggunakan pancaindra, seperti penampakan, bau, dan rasa. Parameter-parameter kondisi fisik air yang diamati meliputi: warna, bau, rasa, dan tingkat kekeruhan. Tabel 18 merupakan alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan pengamatan fisik air.

Tabel 18. Alat, bahan dan tahapan pengamatan kondisi fisik air

Periode pengamatan	Musim hujan dan musim kemarau (dua kali per tahun)
Alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none">• Botol untuk mengambil contoh air• Tabung transparan setinggi 50-60 cm (dapat dibuat dari dua botol bekas air kemasan 600 ml yang disatukan)• Secchi disk (Gambar 15)• Alat tulis
Tahapan pengamatan	<ol style="list-style-type: none">1. Ambil contoh air sebanyak 1 liter2. Masukkan ke dalam tabung transparan3. Amati warna, bau dan rasa air, kemudian catat pada Tabel 194. Aduk air yang ada di dalam tabung sehingga tidak terdapat endapan di bagian bawah tabung5. Masukkan secchi disk perlahan-lahan dan amati secara tegak lurus hingga warna hitam dan putih tidak lagi terlihat/tidak dapat dibedakan (Gambar 16)6. Baca berapa kedalaman secchi disk tersebut dan catat hasil kedalamannya pada Tabel 197. Ulangi langkah 5-6 beberapa kali8. Ulangi langkah 1-7 untuk sumber air yang berbeda



Gambar 15. Secchi disk yang dibuat dari kayu yang diberi warna hitam dan putih serta diberi tongkat, digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air



Gambar 16. Cara pengukuran (A) dan proses penggunaan secchi disk untuk mengukur tingkat kekeruhan air (B)

Tabel 19. Tabel pengamatan kondisi fisik air di berbagai sumber air

Tanggal Pengamatan: _____

No.	Jenis sumber air ¹⁾	Lokasi ²⁾	Berwarna (Ya/Tidak)	Bau (Ya/Tidak)	Berasa (Ya/Tidak)	Kedalaman Secchi disk (cm)

Keterangan:

1. Jenis sumber air: sumur bor, sumur gali, sungai, mata air, rawa, dan danau
2. Lokasi: nama dusun/desa atau pemilik sumber air

b. Kondisi kimia air

Penilaian kandungan kimia air bertujuan untuk melihat tingginya zat-zat kimia terlarut berbahaya yang ada di dalam air. Air teh digunakan dalam pengujian ini karena penyajian teh sangat dipengaruhi oleh kualitas air terutama kimia dan mineral yang terkandung didalamnya. Teh memberikan reaksi terhadap kandungan mineral dan kimia yang ada didalam air berupa bau, perubahan warna, dan munculnya lendir. Pengujian ini hanya sebagai deteksi awal tingkat kandungan kimia. Untuk mengidentifikasi jenis-jenis zat kimia yang terkandung didalamnya perlu dilakukan pengujian di laboratorium. Tabel 20 merupakan alat dan bahan pengamatan kondisi kimia air (Kusnaedi 2010).

Tabel 20. Alat, bahan dan tahapan pengamatan kondisi kimia air

Periode pengamatan	Musim hujan dan musim kemarau (dua kali per tahun)
Alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none"> • Botol bekas air mineral yang telah dipotong bagian atasnya • Botol untuk mengambil contoh air • Air teh • Gelas ukur • Alat tulis
Tahapan pengamatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ambil contoh air 100 ml 2. Campurkan 100 ml contoh air dengan 200 ml air teh ke dalam botol bekas air mineral yang telah dipotong bagian atasnya. 3. Diamkan campuran air tersebut dalam keadaan terbuka selama 1 malam dan amati perubahannya setiap jam dan catat dalam Tabel 22 4. Ulangi langkah 1-3 untuk sumber air yang berbeda

Box 4. Contoh pengamatan kondisi fisik air

Pengukuran tingkat kekeruhan di Sungai Maro, Merauke dilakukan di beberapa desa yang dilalui Sungai Maro. Hasil pengukuran disajikan dalam Tabel 21, sedangkan contoh air dan proses pengukurannya ditunjukkan oleh Gambar 17.

Tabel 21. Contoh hasil pengamatan tingkat kekeruhan di Sungai Maro, Merauke

Jenis sumber air	Desa	Berwarna	Bau	Berasa	Kedalaman Sacchi disk (cm)		
					Ul. 1	Ul. 2	Ul. 3
Air Sungai Maro 'c'	Kuprik	Tidak	Tidak	Tidak	6,7	6,8	6,8
Air Sungai Maro 'd'	Kuprik	Tidak	Tidak	Tidak	5,6	5,6	5,7
Air Sungai Maro 'e'	Kuprik	Tidak	Tidak	Tidak	5,2	5,3	5,2
Air Sungai Maro	Angger Permegi	Tidak	Tidak	Tidak	6,5	6,8	6,7
Air Sungai Maro	Karnosari	Tidak	Tidak	Tidak	5,2	5,3	5,3
Air Sungai Maro	Tambat	Tidak	Tidak	Tidak	4,3	4,4	4,4

Catatan: Note: Ul. = ulangan



Gambar 17. Contoh air (atas) dan proses pengukuran tingkat kekeruhan dengan menggunakan secchi disk di Sungai Maro (bawah), Merauke (foto: ICRAF/Jamaludin)

Tabel 22. Tabel pengamatan kondisi kimia air di berbagai sumber air

Tanggal pengamatan: _____

No	Jenis Sumber air ¹⁾	Lokasi ²⁾	Parameter pengamatan	Jam ³⁾						
				<1	<4	<7	<10	<13	<16	>16
			Muncul lendir							
			Berubah warna							
			Bau							
			Terdapat lapisan minyak							
			Muncul lendir							
			Berubah warna							
			Bau							
			Terdapat lapisan minyak							
			Muncul lendir							
			Berubah warna							
			Bau							
			Terdapat lapisan minyak							

Keterangan:

1. Jenis sumber air: sumur bor, sumur gali, sungai, mata air, rawa, dan danau
2. Lokasi: nama dusun/desa atau pemilik sumber air
3. Jika 'Ya' maka beri tanda (√) pada parameter pengukuran

c. Kondisi mikroorganisme air

Pemanfaatan sumber air dengan tidak memperhatikan fungsi lingkungan seperti pembuangan limbah rumah tangga maupun industri secara sembarangan dapat meningkatkan tingkat pencemaran air. Bakteri patogen dan mikroorganisme yang berbahaya masuk ke sumber air melalui limbah yang dibuang yang kemudian berkembang biak secara cepat sesuai karena memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi. Bakteri dan mikroorganisme memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga kemampuan menyimpan enzim-enzim yang dihasilkan melalui proses metabolisme terbatas, sebagai akibatnya enzim-enzim tersebut dilepas kembali yang menyebabkan pencemaran air. Pencemaran ini yang menyebabkan air menjadi bau, berwarna atau menghasilkan endapan.

Pengamatan kondisi biologis air bertujuan untuk melihat tingkat kandungan mikroorganisme/bakteri-bakteri berbahaya yang terkandung dalam air. Seperti pengamatan kondisi kimia air, pengamatan kondisi mikroorganisme air ini hanya sebagai deteksi awal tingkat kandungan mikroorganisme air. Untuk mengetahui jenis-jenis dan banyaknya mikroorganisme yang terkandung harus dilakukan pengujian di laboratorium. Tabel 23 merupakan alat dan bahan serta langkah-langkah pengujian kondisi mikroorganisme air (Kusnaedi 2010).

Tabel 23. Alat, bahan dan tahapan pengamatan kondisi mikroorganisme air

Periode pengamatan	Musim hujan dan musim kemarau (dua kali per tahun)
Alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none"> • Botol bekas air mineral 300 ml • Botol untuk mengambil contoh air • Gelas ukur • Alat tulis
Tahapan pengamatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ambil contoh air 200 ml 2. Masukkan contoh air tersebut ke dalam botol bekas air mineral kemudian tutup rapat. 3. Diamkan air tersebut dan amati perubahan yang terjadi setiap hari selama 6 hari ditempat terbuka, kemudian catat dalam Tabel 24 4. Ulangi langkah 1-3 untuk sumber air yang berbeda

Tabel 24. Tabel pengamatan mikroorganisme air di berbagai sumber air

Tanggal pengamatan: _____

No	Jenis Sumber air ¹⁾	Lokasi ²⁾	Parameter pengamatan	Hari ³⁾					
				1	2	3	4	5	6
			Muncul gumpalan berwarna (putih, hitam, atau hijau)						
			Berubah warna						
			Muncul lendir						
			Muncul gumpalan berwarna (putih, hitam, atau hijau)						
			Berubah warna						
			Muncul lendir						
			Muncul gumpalan berwarna (putih, hitam, atau hijau)						
			Berubah warna						
			Muncul lendir						

Keterangan:

1. Jenis sumber air: sumur bor, sumur gali, sungai, mata air, rawa, dan danau
2. Lokasi: nama dusun/desa atau pemilik sumber air
3. Jika 'Ya' maka beri tanda (√) pada parameter pengukuran



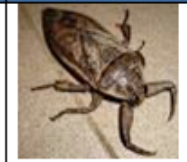




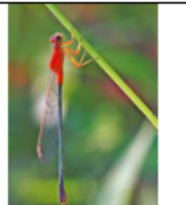



d. Keberadaan makroinvertebrata penciri kualitas air

Makro-invertebrata air merupakan hewan air tanpa tulang belakang yang dapat diamati dengan mata telanjang, tanpa bantuan alat pembesar (Tjokrokusumo 2006). Hewan-hewan ini secara alami hidup di dalam air dan bergantung pada kemampuan beradaptasi dan toleransi terhadap lingkungan yang tercemar. Oleh karena itu, keberadaan makro-

invertebrata ini dapat menjadi bioindikator kondisi perairan. Tabel 25 menyajikan alat dan bahan dan langkah-langkah untuk mengamati keberadaan makro-invertebrata penciri kualitas air. Berdasarkan sensitifitasnya terhadap polusi, makro-invertebrata air dapat dibagi menjadi empat kelompok, yaitu: sangat sensitif (*hanya dapat hidup di perairan yang sangat bersih*), agak sensitif (*dapat hidup di perairan bersih*), toleran (*dapat hidup di perairan agak kotor*) dan sangat toleran (*dapat hidup dimana saja*)

Tabel 25. Alat, bahan dan tahapan pengamatan keberadaan makro-invertebrata penciri kualitas air

Alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none"> • Alat tulis • Gambar makro-invertebrata pada Gambar 18
Tahapan pengamatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tentukan lokasi pengamatan makro-invertebrata di sungai maupun di mata air dengan kriteria mudah dijangkau namun tidak terlalu sering dilalui oleh masyarakat 2. Beri tanda pada gambar makro-invertebrata yang ditemukan di sumber air tersebut

SANGAT BAGUS	BAGUS/BERSIH	KURANG BAGUS/ AGAK KOTOR	BURUK/KOTOR
 <p>Udang air tawar</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>	 <p>kijing</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>	 <p>Kepik air</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>	 <p>Cacing rambut</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>
	 <p>Siput berpintu</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>	 <p>Anggang-anggang</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>	 <p>lintah</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>
	 <p>Capung jarum</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>	 <p>Kumbang air</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>	 <p>kerang</p>  <p>Siput tak berpintu</p> <p><input type="checkbox"/> Ada <input type="checkbox"/> Tidak ada</p>

Gambar 18. Makro-invertebrata penciri kualitas air

Box 5. Contoh pengamatan keberadaan makro-invertebrata penciri kualitas air

Hasil pengamatan masyarakat di Desa Gumingsir, Kecamatan Pagentan, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah, menunjukkan bahwa kualitas air sungai di desa mereka masih tergolong sangat bersih. Hal ini ditunjukkan dengan masih ditemukannya udang air tawar yang merupakan makro-invertebrata yang hanya dapat hidup pada kondisi air yang sangat bersih (Tabel 26).

Tabel 26. Jenis makro-invertebrata penciri kualitas air yang ditemukan berdasarkan pengamatan masyarakat di Desa Gumingsir

Makro-invertebrata	Ditemukan?
Udang air tawar	Ya
Kijing	Ya
Siput berpintu	Ya
Capung jarum	Tidak
Kepik air	Ya
Anggang-anggang	Ya
Kumbang air	Tidak
Cacing rambut	Tidak
Lintah	Ya
Kerang	Tidak

e. Kejadian banjir

Pengamatan kejadian banjir dilakukan untuk menilai seberapa parah kejadian banjir yang terjadi di suatu wilayah berdasarkan frekuensi, luas wilayah genangan dan kerugian yang ditimbulkan oleh kejadian banjir. Pengamatan kejadian banjir dilakukan melalui pencatatan lokasi, luas wilayah genangan, kerugian dan karakteristik curah hujan saat kejadian banjir pada Tabel 27.

Tabel 27. Tabel pengamatan kejadian banjir

Desa: _____

No	Tgl. kejadian banjir	Lokasi ¹⁾	Luas wilayah genangan banjir ²⁾	Curah hujan	
				Jumlah hujan (ml) ³⁾	Lamanya kejadian hujan (jam) ⁴⁾

Keterangan:

1. Lokasi: Banyaknya dusun yang terkena banjir (1 dusun, 2 dusun, 3 dusun, dll)
2. Luas genangan banjir: sebagian kecil dusun, sebagian besar dusun, seluruh wilayah dusun
3. Jumlah hujan: banyaknya curah hujan hari tersebut yang dicatat berdasarkan alat penakar curah hujan
4. Lamanya kejadian hujan yang menyebabkan banjir (1 jam, 2 jam, 3 jam, dll)

f. Kejadian kekeringan

Pengamatan kejadian kekeringan dilakukan untuk menilai seberapa parah kejadian kekeringan yang terjadi di suatu wilayah berdasarkan frekuensi, luas wilayah dan kerugian yang ditimbulkan oleh kejadian kekeringan. Pengamatan kejadian kekeringan dilakukan melalui pencatatan bulan kejadian, lokasi, luas wilayah kekeringan, dan kejadian kekeringan pada Tabel 28.

Tabel 28. Tabel pengamatan kejadian kekeringan

Desa: _____

No	Bulan	Lokasi ¹⁾	Luas wilayah kekeringan ²⁾	Lama kejadian kekeringan ³⁾

Keterangan:

1. Lokasi: Jumlah dusun yang mengalami kekeringan (1 dusun, 2 dusun, 3 dusun, dll)
2. Luas area kekeringan: sebagian kecil dusun, sebagian besar dusun, seluruh wilayah dusun
3. Lama kejadian kekeringan: 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, 4 minggu, dst

g. Kejadian longsor

Pengamatan kejadian longsor dilakukan untuk menilai seberapa parah kejadian longsor yang terjadi di suatu wilayah berdasarkan frekuensi, luas wilayah dan kerugian yang ditimbulkan oleh kejadian longsor. Pengamatan kejadian longsor dilakukan melalui pencatatan lokasi, tipe longsor, panjang wilayah longsor dan kerugian saat kejadian longsor pada Tabel 29.

Tabel 29. Tabel pengamatan kejadian longsor

Desa: _____

No	Tgl. kejadian longsor	Lokasi ¹⁾	Tipe longsor ²⁾	Panjang wilayah longsor ³⁾	Kerugian akibat longsor ⁴⁾

Keterangan:

1. Lokasi: nama dusun/desa yang terkena longsor
2. Tipe longsor: batuan, tanah atau lumpur
3. Panjang longsor: 1-5 m, 5-10 m, lebih dari 10 m
4. Kerugian: rumah rusak, tanaman mati/rusak, ternak/ikan mati, fasilitas umum rusak, korban jiwa, dll

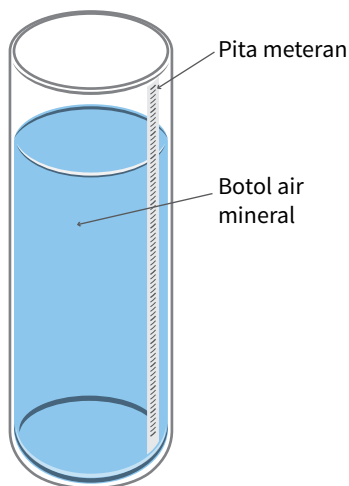
h. Curah hujan

Hujan merupakan air yang dilepas oleh atmosfer yang sampai ke permukaan tanah (Davie, 2008). Hujan dalam siklus hidrologi sangat penting karena merupakan masukan utama air yang masuk ke dalam DAS. Oleh karena itu, dalam pemantauan fungsi hidrologi DAS, jumlah curah hujan menjadi faktor penting yang harus diperhatikan karena akan mempengaruhi debit air.

Alat pengukur/penakar curah hujan mengukur volume air yang masuk secara horizontal pada luasan tertentu. Jumlah curah hujan biasanya dalam bentuk kedalaman dengan satuan millimeter (mm). Alat pengukur curah hujan manual dapat dibuat secara sederhana. Tabel 30 menunjukkan alat dan bahan serta cara pengamatan curah hujan harian.

Tabel 30. Alat, bahan dan tahapan pengamatan curah hujan harian

Periode pengamatan	Harian
Alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none"> • Botol air mineral 1.5 liter atau pipa pvc • Gelas takar atau botol susu yang terdapat skala ukurannya • Bambu/kayu 1-1.5 m untuk tiang penyangga • Alat tulis
Cara pembuatan alat penakar curah hujan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potong bagian atas botol air mineral, tempelkan meteran kain didalam botol sehingga didapat alat penakar curah hujan sederhana (Gambar 19) 2. Hitung luas penampang penakar curah hujan dan catat dalam Tabel Pengamatan Curah Hujan (Tabel 31) 3. Letakkan alat penakar pada bambu atau tiang penyangga di atas permukaan tanah dan pada tempat terbuka (tidak di dekat pohon atau di bawah atap rumah), namun masih dalam wilayah yang mudah dijangkau
Langkah-langkah pengamatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Setiap jam 7 pagi, lakukan pengamatan ketinggian air (mm) dalam tabung atau ukur dengan menggunakan gelas takar atau botol susu, kemudian catat dalam Tabel 31. 2. Kosongkan tabung yang telah diukur kemudian letakkan kembali di tempat semula.



Gambar 19. Alat penakar curah hujan sederhana

Tabel 31. Tabel pengamatan curah hujan harian

Bulan : _____

Lokasi : _____

Koordinat : _____

Pengamat : _____

Luas penampang penakar curah hujan: _____ mm²

Tanggal	Curah hujan	Tanggal	Curah hujan	Tanggal	Curah hujan
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	
				Total curah hujan	
				Curah hujan maksimum	
				Jumlah hari hujan	

i. Debit dan tinggi muka air sungai

Debit adalah suatu laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang per satuan waktu (Asdak, 2002). Debit sungai adalah laju aliran air yang melewati penampang melintang sungai per satuan waktu. Satuan yang digunakan dalam debit adalah m³/detik atau liter/detik.

Data debit sungai merupakan data yang penting dalam hidrologi dan pengelolaan DAS, karena dalam data debit tersimpan berbagai informasi mengenai kondisi hidrologi suatu DAS. Oleh karena itu, pengukuran debit menjadi salah satu bagian penting dalam kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS.

Informasi yang dapat diperoleh dari pengukuran debit adalah variasi saat debit tertinggi dan terendah. Variasi debit ini memberi gambaran mengenai kemampuan DAS dalam menyangga kejadian hujan di atas rata-rata. DAS yang baik masih memiliki kemampuan untuk menyangga kejadian hujan di atas rata-rata dan menyediakan air saat kemarau panjang, sehingga debit tidak langsung mencapai titik tertinggi atau terendah namun meningkat dan menurun secara perlahan.

Pengukuran debit dilakukan melalui pengamatan tinggi muka air yang dilakukan setiap hari. Oleh karena itu, kegiatan ini dapat melibatkan masyarakat lokal dalam proses pengamatan tinggi muka air, terutama masyarakat yang tinggal di pinggir aliran sungai.

Kegiatan pengukuran debit/tinggi muka air terdiri dari beberapa tahapan, yaitu: (1) menentukan lokasi pengamatan/pengukuran, (2) membuat profil sungai, (3) mengukur kecepatan aliran air, (4) menghitung debit, dan (5) mengamati tinggi muka air sungai.

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

Pemilihan lokasi pengukuran berkaitan dengan tingkat akurasi hasil pengukuran. Beberapa kriteria pemilihan lokasi pengukuran tinggi muka air dan debit yang harus diperhatikan antara lain (Gambar 20): tidak ada pusaran air, profil sungai rata tanpa ada penghalang aliran sungai, arus sungai terpusat dan tidak menyebar saat tinggi muka air naik dan memerlukan jembatan jika pengukuran dilakukan di sungai besar.



<http://posterkini.blogspot.com/2013/04/pusaran-air-aneh-muncul-di-sungai-latvia.html>, <http://imultidimensi.wordpress.com/2011/01/24/selamat-dari-kematian-keanehan-dan-keajaiban-selamat-dari-kematian/>

Gambar 20. Lokasi yang harus dihindari saat pemilihan lokasi pengukuran tinggi muka air dan debit: terdapat pusaran air (A), dasar sungai berbatu-batu atau tidak rata (B), pola aliran menyebar saat terjadi peningkatan tinggi muka air (C), dan tidak tersedianya jembatan yang memudahkan proses pengukuran untuk mengukur sungai yang relatif besar (D).

2. Membuat profil/penampang melintang sungai

Profil sungai merupakan gambaran bentuk penampang vertikal sungai. Pembuatan profil sungai diperlukan untuk menghitung luas penampang vertikal sungai yang dilewati oleh aliran air. Perhitungan ini diperlukan untuk menentukan banyaknya aliran yang melewati wilayah tersebut setiap detiknya. Tabel 32 menunjukkan alat, bahan dan tahapan untuk membuat profil sungai dan perhitungan luas penampang vertikal sungai.

Tabel 32. Alat, bahan dan tahapan pengukuran profil/penampang melintang sungai

Periode pengamatan	Awal musim hujan, pertengahan musim hujan, awal musim kemarau, dan pertengahan musim kemarau
Alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none">• Tali• Tongkat yang sudah ditempel meteran
Tahapan pengukuran dan perhitungan luas penampang vertikal sungai	<ol style="list-style-type: none">1. Tentukan lokasi pengukuran debit yang memenuhi kriteria yang telah ditentukan di atas2. Ukur lebar sungai (penampang horizontal)3. Bagi lebar sungai menjadi 10-20 bagian dengan jarak yang sama (Gambar 21A)4. Ukur kedalaman air pada setiap interval dengan menggunakan tongkat (Gambar 21B)5. Hitung luas penampang vertikal sungai dengan persamaan atau masukan dalam Tabel 336. Luas penampang = $L1D1+L2L2+L3D3+...+LnDn$



Gambar 21. Ilustrasi penampang vertikal sungai (A) dan proses pembuatan profil sungai untuk menghitung luas penampang vertikal sungai (B).

Tabel 33. Tabel perhitungan luas penampang vertikal sungai

Interval Ke-...	L (jarak interval, m) (a)	D (kedalaman, m) (b)	Hasil perkalian L dan D (m ²) (c)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
Luas penampang vertikal sungai (A, TOTAL) (d)			

3. Mengukur kecepatan aliran air

Kecepatan aliran air dihitung dengan membagi jarak dengan waktu tempuh suatu benda yang mengapung yang mengikuti aliran air. Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan aliran air di sungai adalah kekasaran dasar sungai. Semakin berbatu dasar sungai, maka kecepatan air semakin berkurang. Oleh karena itu, kecepatan yang dihitung berdasarkan jarak dan waktu tempuh (Kecepatan maksimal) harus dikoreksi dengan faktor kekasaran sungai. Tabel 34 menunjukkan alat, bahan dan tahapan dalam perhitungan kecepatan maksimal terkoreksi aliran sungai.

Tabel 34. Alat dan bahan serta tahapan dalam mengukur kecepatan aliran

Periode pengamatan	Awal musim hujan, pertengahan musim hujan, awal musim kemarau, dan pertengahan musim kemarau
Alat dan Bahan	<ul style="list-style-type: none"> • Alat tulis • Pengapung seperti bola pingpong atau potongan bambu • Meteran • Stopwatch
Tahapan pengukuran kecepatan aliran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pilih lokasi pengukuran pada bagian sungai yang relatif lurus dan tidak terdapat banyak pusaran air. Bila sungai relatif lebar maka di bawah jembatan adalah tempat pengukuran yang ideal 2. 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) 3. Tentukan lintasan dengan jarak tertentu, kira-kira waktu tempuh benda yang diapungkan kurang lebih 20 detik 4. Buat profil sungai pada titik akhir lintasan 5. Catat waktu tempuh benda apung mulai saat dilepaskan sampai dengan garis lintasan akhir pada Tabel 35, kemudian ulangi 3 kali 6. Hitung kecepatan terkoreksi dengan mengalikan kecepatan maksimal dengan faktor koreksi dasar sungai

Tabel 35. Tabel perhitungan kecepatan aliran dan kecepatan aliran terkoreksi

Ulangan ke-... (e)	Jarak (m) (f)	Waktu tempuh (detik) (g)	Kecepatan (jarak/waktu), (m/detik) (h)
1			
2			
3			
Jumlah (i)			
Rata-rata (Jumlah : 3) (j)			
Faktor koreksi kecepatan aliran (k) (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)			
Kecepatan aliran yang telah dikoreksi (m/detik) (l) (hasil perkalian kecepatan (j) dikalikan dengan faktor koreksi (k))			

4. Menghitung debit

Debit aliran (Tabel 36) dihitung berdasarkan perkalian antara luas penampang vertikal sungai (Tabel 33) dan kecepatan aliran (Tabel 35). Namun demikian, debit yang dihitung ini merupakan debit aliran saat itu (debit sesaat). Untuk memprediksi debit aliran sungai secara terus menerus maka diperlukan pengukuran dan perhitungan debit minimal 4 kali pengukuran pada awal musim hujan, pertengahan musim hujan, awal musim kering, dan pertengahan musim kering (Tabel 37). Selanjutnya, dibuat grafik antara debit sesaat dengan tinggi muka air untuk mendapatkan persamaan kurva lengkung debit (rating curve). Persamaan kurva lengkung debit ini digunakan untuk memprediksi debit aliran berdasarkan tinggi muka air yang telah dicatat.

Tabel 36. Tabel perhitungan debit berdasarkan luas penampang vertikal sungai dan kecepatan aliran

Luas penampang vertikal sungai (d)	Kecepatan aliran (l)	Debit (m^3/detik) (perkalian luas penampang vertikal sungai dan kecepatan aliran)

Tabel 37. Tabel pembuatan kurva lengkung debit (rating curve)

Waktu pengukuran	Tanggal pengukuran	Tinggi muka air (H, m)	Debit (Q, m ³ /detik)
Awal musim hujan			
Pertengahan musim hujan			
Awal musim kering			
Pertengahan musim kering			

5. Mengamati tinggi muka air sungai

Data tinggi muka air merupakan data dasar yang diperlukan untuk perhitungan debit. Data ini dapat digunakan untuk memprediksi debit menggunakan persamaan kurva lengkung debit (*rating curve*) yang dibuat berdasarkan Tabel 37. Pengamatan data tinggi muka air termasuk pengamatan yang mudah dilakukan namun memerlukan periode pengamatan yang lebih sering dibandingkan pengukuran debit sesaat. Dibeberapa tempat, pengamatan tinggi muka air digunakan untuk memprediksi kejadian banjir. Sebagai contoh: pengamatan tinggi muka air di Bendungan Katulampa, Bogor untuk memprediksi kejadian banjir di Jakarta. Tabel 38 adalah alat dan bahan serta tahapan dalam melakukan pengamatan tinggi muka air.

Tabel 38. Alat, bahan dan tahapan pengamatan tinggi muka air

Periode pengamatan	Harian
Alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none"> • Alat tulis • Form tabel pengamatan tinggi muka air (Tabel 39) • Batang Bambu/balok kayu • Cat
Tahapan pengamatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buat meteran dari batang bambu atau balok kayu 2. Pasang batang bambu/balok kayu di pinggir sungai tempat pengukuran debit (Gambar 22) 3. Lakukan pencatatan tinggi muka air setiap periode tertentu (harian/mingguan) pada Tabel 39.



Sumber: <https://perhubungan2.files.wordpress.com/2012/01/staffgag.jpg>, <http://www.bojonegorokab.go.id/uploads/artikel/ARTIKEL20160226115655am.jpg>, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/Bendung_Katulampa_tinggi_muka_air.JPG

Gambar 22. Alat pengukur tinggi muka air dan lokasi pemasangannya: ditengah sungai (A), dipondasi jembatan/bendungan (B), dan dipinggir sungai (C).

Tabel 39. Tabel pengamatan tinggi muka air

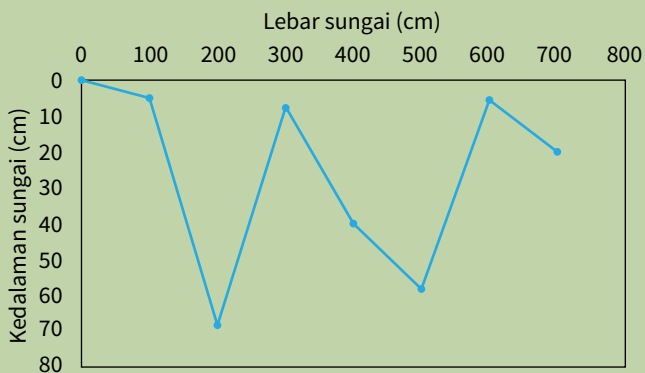
TABEL PENGAMATAN TINGGI MUKA AIR	
Lokasi	:
Koordinat	:
Pengamat	:
Tanggal	Tinggi muka air (cm)

Box 6. Contoh pengukuran debit

Gambar 23 menggambarkan kegiatan pengukuran debit sungai di Kampung Wambena, Jayapura. Kegiatan pengukuran debit sungai dimulai dengan membagi sungai selebar 7 meter (700 cm) menjadi tujuh interval dengan lebar masing-masing interval 1 m (100 cm). Hasil pengukuran pada masing-masing interval dan perhitungan luas penampang melintang dan profil sungai disajikan pada Tabel 40 dan Gambar 23. Perhitungan kecepatan aliran dan debit sungai disajikan pada Tabel 41 dan 42.

Tabel 40. Perhitungan penampang vertikal sungai di Kampung Wambena, Kabupaten Jayapura

10	L (jarak interval, cm) (a)	D (kedalaman, cm) (b)	Hasil perkalian L dan D (cm ²) (c)
1	100	4.5	450
2	100	68	6,800
3	100	7	700
4	100	39	3,900
5	100	57.5	5,750
6	100	5	500
7	100	20	2,000
Luas penampang vertikal sungai (A, TOTAL) (d)			20,100



Gambar 23. Profil sungai di kampung Wambena, Kabupaten Jayapura

Lanjutan Box 6. Contoh pengukuran debit

Tabel 41. Tabel perhitungan kecepatan aliran sungai di Kampung Wambena, Kabupaten Jayapura

Ulangan ke-... (e)	Jarak (cm) (f)	Waktu tempuh (detik) (g)	Kecepatan (jarak/waktu), (cm/detik) (h)
1	760	30	25.3
2	760	30	25.3
3	760	25	30.4
Jumlah (i)			81.1
Rata-rata (Jumlah : 3) (j)			27.0 cm/detik
Faktor koreksi kecepatan aliran (k). (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)			0.6
Kecepatan aliran yang telah dikoreksi (cm/detik) (l) (hasil perkalian kecepatan (j) dikalikan dengan faktor koreksi (k))			16.2

Tabel 42. Tabel perhitungan debit sungai di Kampung Wambena, Kabupaten Jayapura

Luas penampang vertikal sungai (cm ²) (d)	Kecepatan aliran (cm/ detik) (l)	Debit (cm ³ /detik) (perkalian luas penampang vertikal sungai dan kecepatan aliran)
20,100	16.2	325,888 cm ³ /detik atau 352.9 liter/detik



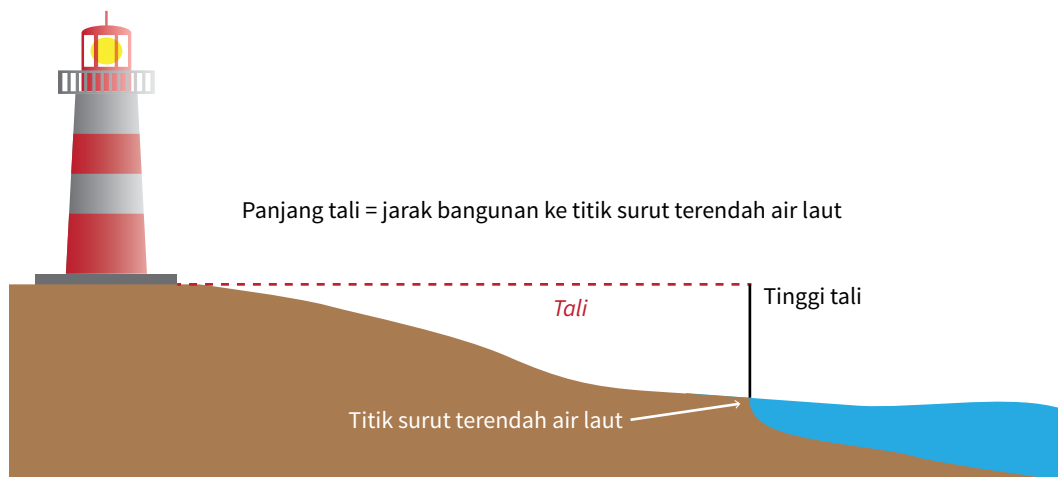
Kegiatan pengukuran tinggi muka air dan debit di desa Wambena oleh masyarakat

j. Tingkat abrasi pantai

Abrasi pantai merupakan proses pengikisan daratan oleh gelombang air laut. Abrasi pantai bersifat merusak dan menyebabkan semakin berkurangnya wilayah daratan. Pengamatan tingkat abrasi pantai dapat dilihat dari perubahan kondisi pantai dan garis pantai (batas air terendah saat surut). Perubahan kondisi pantai dan garis pantai dapat diamati melalui lebar pantai, lokasi garis pantai, dan kemiringan pantai. Alat, bahan, dan metode pengamatan tingkat abrasi pantai dapat dilihat pada Tabel 43.

Tabel 43. Alat, bahan dan tahapan pengamatan tingkat abrasi pantai

Periode pengamatan	Dua kali per tahun
Alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none">• Alat tulis• Meteran
Tahapan pengamatan tingkat abrasi pantai	<ol style="list-style-type: none">1. Cari tahu kapan waktu surut air laut terendah dan pasang tertinggi2. Beri penanda tiang kayu pada batas air dan daratan saat surut terendah dan pasang tertinggi air laut3. Cari bangunan permanen dilokasi pantai sebagai penanda wilayah pengukuran4. Bentangkan tali dari bangunan permanen terdekat ke tiang kayu batas antara air dan daratan saat surut terendah (Gambar 24)5. Ukur jarak bangunan permanen tersebut ke batas air dan daratan saat surut terendah kemudian catat pada Tabel 446. Ukur ketinggian tali pada bagian batas air dan daratan untuk menghitung kemiringan pantai, kemudian catat pada Tabel 447. Ukur jarak bangunan permanen tersebut ke tiang kayu batas air dan daratan saat pasang air laut tertinggi, kemudian catat pada Tabel 44



Gambar 24. Ilustrasi pengamatan tingkat abrasi pantai berdasarkan lokasi titik surut air laut terendah.

Tabel 44. Tabel pengamatan tingkat abrasi pantai

Desa: _____

No	Tanggal pengamatan	Jarak ke titik air surut terendah (cm)	Jarak ke titik air pasang tertinggi (cm)	Tinggi tali pada tiang kayu di titik surut terendah (cm)

2.3. Evaluasi dan rekomendasi upaya selanjutnya

Evaluasi hasil pemantauan merupakan pengolahan data-data yang telah dikumpulkan melalui kegiatan pemantauan sehingga dapat memberikan informasi mengenai kondisi fungsi hidrologi DAS. Berdasarkan informasi yang diperoleh tersebut, diharapkan dapat memberikan rekomendasi upaya/kegiatan selanjutnya yang diperlukan untuk perbaikan fungsi DAS.

Kegiatan evaluasi terdiri dari tiga bagian, yaitu: (1) analisis hasil pemantauan fungsi hidrologi DAS, (2) interpretasi hasil dan identifikasi upaya selanjutnya, dan (3) evaluasi kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS.

2.3.1. Analisis hasil pemantauan fungsi hidrologi DAS

Tujuan	Meningkatkan kemampuan dalam menganalisa hasil pemantauan fungsi hidrologi DAS
Strategi pembelajaran	Tatap muka dan diskusi di kelas
Alat dan bahan	Alat tulis dan kertas plano
Waktu kegiatan	Setelah kegiatan pemantauan

Data analisis merupakan suatu proses pengolahan data lebih lanjut sehingga diperoleh suatu informasi yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan. Melalui data analisis, diharapkan data-data tersebut dapat memberikan informasi/gambaran kondisi suatu sistem, dapat dibandingkan dan memberikan penjelasan terhadap suatu kondisi.

Proses analisis data hasil pemantauan fungsi hidrologi (DAS) bertujuan untuk mentransformasi data-data yang diperoleh dari diskusi dan pengamatan lapangan menjadi data kuantitatif (data-data dalam bentuk angka). Panduan proses analisis data hasil diskusi dan pengamatan lapangan dapat dilihat pada Lampiran 3.

Box 7. Contoh penerapan

Tabel 45-47 merupakan contoh analisis data hasil diskusi dari Box 3. Nilai indikator menunjukkan persentase aktivitas masyarakat yang tidak mengganggu masalah kualitas air, persentase tingkat keragaman ikan saat ini jika dibandingkan dengan keragaman ikan sebelumnya dan persentase tingkat kelimpahan ikan.

Tabel 45. Proses analisis data hasil diskusi kelompok mengenai aktivitas masyarakat yang tidak mengganggu masalah kualitas air.

Aktivitas	Tingkat keparahan			Rata-rata tingkat keparahan
	#1 Keruh	#2 Berwarna	#3 Mengandung zat kapur	
Rumah Tangga	1	1	1	1
Pertanian	1	1	1	1
Perikanan	1	1	1	1
Perternakan	1	1	1	1
Industri rumah tangga	1	1	1	1
Mikrohidro	1	1	1	1
Indikator Aktivitas masyarakat tidak mengganggu masalah kualitas air (Rata-rata)				1

Tingkat keparahan: kolom 1 = 0.67, kolom 2 = 0.33, kolom 3 = 0, lainnya = 1

Tabel 46. Proses analisis data hasil diskusi kelompok mengenai keragaman ikan.

Jumlah keragaman jenis ikan	9
Jumlah keragaman jenis ikan yang masih ditemukan saat ini	9
Indikator keragaman jenis ikan (Jumlah keragaman jenis ikan yang masih ditemukan saat ini/Jumlah keragaman ikan)	1.00

Tabel 47. Proses analisis data hasil diskusi kelompok mengenai kelimpahan jenis ikan.

Indikator	Nilai	Total nilai (indikator x nilai)
Jumlah ikan yang kelimpahannya meningkat	0	0
Jumlah ikan yang kelimpahannya menurun	9	-9
Jumlah ikan yang kelimpahannya tetap	0	0
Total		-9
Indikator kelimpahan jenis ikan (Total/jumlah keragaman ikan)+1)/2		0

2.3.2. Interpretasi hasil dan identifikasi upaya selanjutnya

Tujuan	Meningkatkan kemampuan dalam menginterpretasikan hasil pemantauan dan evaluasi, serta memberikan rekomendasi kegiatan/upaya selanjutnya
Strategi pembelajaran	Tatap muka dan diskusi di kelas
Alat dan bahan	Alat tulis dan kertas plano
Waktu kegiatan	Setelah kegiatan pemantauan

Tahapan terakhir dari kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS adalah interpretasi data, yaitu proses penilaian kondisi fungsi hidrologi DAS pemantauan yang telah dilakukan. Tahap ini terdiri dari tiga bagian, yaitu: (1) penggabungan hasil pembobotan dengan AHP dan analisis data hasil pemantauan, (2) interpretasi hasil, dan (3) penyusunan rekomendasi upaya selanjutnya .

Penggabungan hasil pembobotan AHP dan hasil analisis data pemantauan dilakukan dengan mengalikan kedua jenis data tersebut (Lampiran 4). Hasil dari penggabungan ini adalah sebuah nilai pada masing-masing indikator yang menunjukkan kontribusi indikator tersebut terhadap fungsi hidrologi DAS.

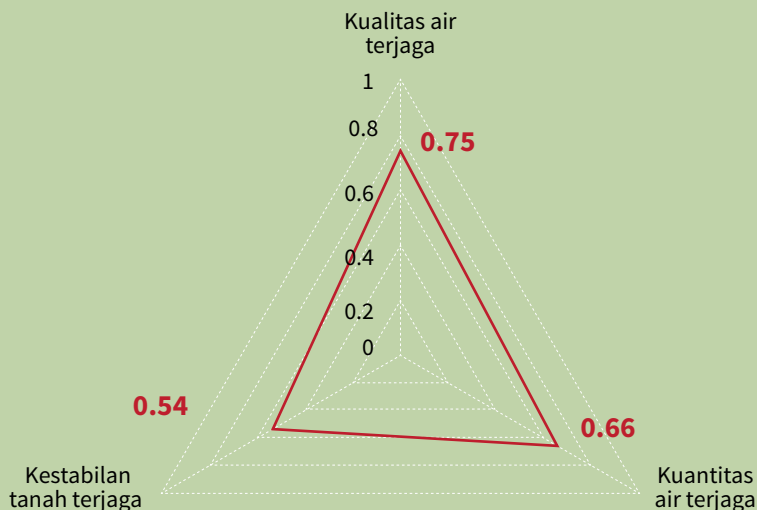
Interpretasi hasil pemantauan fungsi hidrologi DAS adalah penggambaran kondisi fungsi hidrologi DAS berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan dan dianalisis sehingga memberikan suatu informasi. Interpretasi hasil fungsi hidrologi DAS dapat dilakukan pada masing-masing lokasi pemantauan, kelompok lokasi pemantauan (hulu, tengah dan hilir) atau DAS secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil interpretasi maka dapat dilihat prinsip mana dalam PCI fungsi hidrologi DAS yang paling lemah atau memiliki nilai paling kecil. Upaya/kegiatan selanjutnya untuk perbaikan DAS dapat diarahkan untuk memperkuat komponen tersebut. PCI di daerah hulu, tengah dan hilir memungkinkan memiliki nilai yang berbeda-beda, oleh karena itu upaya/kegiatan selanjutnya yang direkomendasikan juga berbeda.

Box 8. Contoh penerapan

Tabel 48 merupakan contoh penggabungan hasil pembobotan masing-masing prinsip, kriteria dan indikator dengan data hasil pemantauan yang telah dianalisis. Pembobotan dengan metode AHP maupun pemantauan dilakukan bersama-sama dengan aparat desa Maribaya, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah.

Berdasarkan Tabel 48, maka dapat dikatakan bahwa fungsi hidrologi DAS di Desa Maribaya adalah sebesar 0.65 (range 0-1, nilai 1 berarti tidak terdapat masalah DAS sama sekali, nilai 0 berarti semua komponen memiliki masalah pada tingkat paling parah), yang merupakan rata-rata dari prinsip kualitas air terjaga 0.75, kuantitas air terjaga 0.66 dan kestabilan tanah terjaga 0.54. Prinsip kestabilan tanah terjaga memiliki nilai cukup rendah (Gambar 25), oleh karena itu kegiatan konservasi tanah dan upaya menjaga kualitas air dapat menjadi salah satu rekomendasi untuk perencanaan selanjutnya. Lebih jauh lagi, ketidakstabilan tanah banyak terjadi di permukaan tanah dibandingkan di bantaran sungai. Masalah erosi lebar, erosi parit dan tanah longsor banyak terjadi di Desa Maribaya. Oleh sebab itu, konservasi tanah di lahan-lahan miring menjadi dapat menjadi upaya yang selanjutnya dapat dilakukan.



Gambar 25. Hasil analisa dan interpretasi monitoring dan evaluasi fungsi hidrologi DAS di desa Maribaya, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah

Lanjutan Box 8. Contoh penerapan

Tabel 48. Penggabungan hasil pembobotan dengan metode AHP dan hasil pemantauan yang telah dikuantifikasi

Prinsip	Kriteria	Indikator	Bobot AHP	Nilai indikator	Bobot x Indikator
Kualitas air terjaga	Air layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat	Kondisi fisik air	0.04	0.70	0.028
		Kondisi kimia air	0.04	0.70	0.028
		Kondisi mikroorganisme air	0.04	0.70	0.028
		Berbagai aktivitas masyarakat tidak mengganggu masalah kualitas air	0.14	1.00	0.13
	Ekosistem alami fauna air tidak terganggu masalah kualitas air	Keragaman ikan	0.03	1.00	0.025
		Kelimpahan jenis ikan	0.03	0.00	0.005
		Ditemukannya makro-invertebrata penciri kualitas air	0.01	0.75	0.006
Jumlah			0.33	4.85	0.251
Nilai prinsip kualitas air terjaga jumlah (Bobot x indikator)/jumlah bobot AHP					0.75
Kuantitas air terjaga	Aktivitas masyarakat tidak terganggu masalah kekeringan	Berbagai aktivitas masyarakat yang tidak mengganggu kekeringan	0.08	0.76	0.061
		Frekuensi kejadian kekeringan	0.04	0.70	0.028
		Luas wilayah yang terkena dampak kekeringan	0.04	0.70	0.028
	Aktivitas masyarakat tidak terancam banjir	Berbagai aktivitas masyarakat yang tidak mengganggu banjir	0.04	1.00	0.04
		Frekuensi kejadian Banjir	0.02	0.70	0.014
		Luas wilayah yang terkena banjir	0.02	0.70	0.014
	Fluktuasi debit saat musim hujan dan kering tidak berbeda jauh (stabil)	Perbedaan tinggi muka air tertinggi dan terendah	0.02	0.10	0.002
		Karakteristik curah hujan yang menyebabkan peningkatan muka air	0.06	0.50	0.03
		Durasi waktu peningkatan/ penurunan tinggi muka air sungai	0.01	0.33	0.003
Jumlah			0.33	5.49	0.22
Nilai prinsip kuantitas air terjaga jumlah (Bobot x indikator)/jumlah bobot AHP					0.66

Lanjutan Box 8. Contoh penerapan

Prinsip	Kriteria	Indikator	Bobot AHP	Nilai indikator	Bobot x Indikator
Kestabilan Tanah terjaga	Kondisi tanah tidak terganggu masalah abrasi sungai	Keberadaan pohon yang hilang/ tumbang akibat terbawa aliran sungai	0.02	1.00	0.02
		Keberadaan lahan yang hilang akibat terbawa arus sungai	0.05	0.75	0.038
		Kondisi sungai yang semakin berkelok-kelok	0.10	0.50	0.05
	Kondisi tanah tidak terganggu masalah abrasi pantai	Lokasi garis pantai	0.00	0	0
		Lebar pantai	0.00	0	0
		Kemiringan pantai	0.00	0	0
	Kondisi tanah tidak terganggu masalah erosi	Keberadaan erosi lembar	0.02	0.50	0.01
		Terbentuknya parit-parit kecil	0.11	0.38	0.042
		Keberadaan tanah longsor	0.04	0.50	0.02
Jumlah			0.33	3.63	0.18
Nilai prinsip kestabilan tanah terjaga jumlah(Bobot x indikator)/jumlah bobot AHP					0.54

2.3.3. Evaluasi kegiatan pemantauan fungsi hidrologi DAS

Evaluasi kegiatan pemantauan fungsi hidrologi merupakan evaluasi proses kegiatan pemantauan dan evaluasi tersebut. Tujuan evaluasi ini adalah untuk memperoleh gambaran proses kegiatan sehingga dapat menilai kualitas dari data yang dikumpulkan. Selain itu, evaluasi kegiatan juga berguna untuk perbaikan kegiatan pemantauan berikutnya. Hal-hal yang dievaluasi dalam kegiatan ini antara lain orang yang melakukan pemantauan, proses pengambilan data, waktu pengambilan data dan jumlah dan variasi narasumber.

Tabel 49. Contoh lembar evaluasi kegiatan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS

Lokasi :

Tanggal evaluasi :

No	Poin evaluasi	Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Keterlibatan masyarakat secara aktif dalam kegiatan diskusi/wawancara					
2	Keterlibatan aparat desa dalam kegiatan diskusi kelompok/wawancara					
3	Keterlibatan masyarakat secara aktif dalam kegiatan pengamatan lapangan					
4	Keterlibatan aparat desa secara aktif dalam kegiatan pengamatan lapangan					
5	Keterlibatan kelompok kerja/forum daerah dalam kegiatan diskusi kelompok/wawancara					
6	Keterlibatan kelompok kerja/forum daerah dalam kegiatan pengamatan lapangan					
7	Kelengkapan data-data hasil pengamatan					
8	Kelengkapan data-data hasil diskusi/wawancara					

Keterangan: 1 = sangat kurang, 2 = kurang, 3 = cukup, 4 = baik, 5 = sangat baik

Apakah terdapat perubahan metode pengamatan lapangan? Jika 'Ya', mengapa?

Apakah terdapat perubahan materi diskusi kelompok/wawancara? Jika 'Ya', mengapa?

Apakah terdapat parameter pengamatan lapangan yang sulit dilakukan? Jika 'Ya' mengapa dan apakah terdapat solusi yang telah dilakukan?

Daftar Pustaka

- Asdak C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta, Indonesia: Gajah Mada University Press.
- Bates BC, Kundzewicz ZW, Wu S, Palutikof JP (Eds). 2008. *Climate Change and Water*. Technical paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC Secretariat.
- Davie T. 2008. *Fundamental of Hydrology – 2nd ed.*, Routledge Fundamentals of Physical Geography, Taylor & Francis e-Library.
- Guo H, Hu Q, Jiang T. 2008. Annual and seasonal stream flow responses to climate and land cover changes in the Poyang lake basin, China. *Journal of Hydrology* 355:106-122.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007a. *Climate Change 2007: Regional Climate Projections*. Geneva, Switzerland: IPCC Secretariat.
- Kusnaedi 2010. *Mengolah air kotor menjadi air minum: Memperoleh air bersih dengan metode sederhana*. Jakarta, Indonesia: Penebar Swadaya.
- Mendoza GA, Macoun P. 1999. *Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicator*. Jakarta, Indonesia: Centre for International Forestry Research (CIFOR).
- Thapa GB, Integrated Watershed Management: Basic Concepts and Issues, *Human Settlement Development*. Vol 2.
- Tjokrokusumo SW. 2006. Bentuk Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Polusi Lahan Perairan. *Jurnal Hidrosfer* 1(1):10-20
- Saharkar UR, Kulkarni DD, Pore AA. 2015. Micro & Macro Watershed Management Using Remote Sensing and GIS Software for Talegaon Dabhade, *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*. Vol 4:191-195.
- [PSC] The Public Service Commission. 2008. *The Basic Concept in Monitoring and Evaluation*, Republic of South Africa.
- Rahayu S, Widodo RH, van Noordwijk M, Suryadi I, Verbist B. 2013. *Water monitoring in watersheds*. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. 104 p.
- UNDP. 2009. *Handbook for Planning, Monitoring and Evaluating for Development result*. United Nation Development Program.
- Van Noordwijk M, Agus F, Suprayogo D, Hairiah K, Pashya G, Verbist B, Farida A. 2004, Peranan Agroforestri dalam Mempertahankan Kelestarian Fungsi Hidrologis Daerah Aliran Sungai (DAS), *AGRIVITA*. Vol 26.

Daftar Istilah

Aliran cepat	Bagian dari curah hujan yang masuk ke dalam tanah, namun mengalir secara horizontal dan masuk kedalam sungai. Aliran ini mengalami infiltrasi namun tidak ditahan oleh tanah karena terbatas oleh kapasitas lapangnya
Aliran dasar	Bagian dari debit yang ditentukan berdasarkan simpanan air tanah dan tidak terkait dengan kejadian hujan yang sedang terjadi
Aliran permukaan	Air yang mengalir diatas permukaan tanah saat kejadian hujan melebihi kapasitas infiltrasinya. Besarnya aliran permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis tanah, vegetasi yang menutupi permukaan tanah, dan tingkat infiltrasi
Banjir	Debit aliran sungai yang relatif lebih besar dari biasanya akibat hujan yang turun di hulu atau disuatu tempat tertentu secara terus menerus, sehingga air limpasan tidak dapat ditampung oleh alur/palung sungai yang ada dan kemudian air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya
Daerah hilir DAS	Bagian DAS yang dicirikan sebagai daerah pemanfaatan, mempunyai kerapatan drainase rendah, mempunyai kemiringan relatif kecil (kurang dari 8%) dan beberapa tempat merupakan daerah genangan banjir
Daerah hulu DAS	Bagian DAS yang dicirikan sebagai wilayah konservasi, mempunyai kerapatan drainase yang tinggi, mempunyai kemiringan lereng yang besar (lebih dari 15%) dan bukan merupakan daerah pengaturan pemakaian air yang ditentukan melalui sistem drainase
DAS	Suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan
Debit	Air yang melalui suatu penampang melintang sungai per satuan waktu (biasanya satuannya berupa m ³ /detik)
Degradasi/ penurunan (kondisi DAS)	Hilangnya nilai dengan waktu, termasuk menurunnya potensi produksi lahan dan air yang diikuti tanda-tanda perubahan watak hidrologi DAS (kualitas, kuantitas dan kontinuitas)
El Nino	Gejala penyimpangan (<i>anomaly</i>) iklim secara global yang ditunjukkan melalui memanasnya suhu permukaan laut di Samudra Pasifik. Di Indonesia, fenomena El Nino memicu terjadinya kekeringan karena berkurangnya curah hujan
Erosi	Pindahnya atau terangkutnya material tanah atau bagian-bagian tanah dari satu tempat ke tempat lain secara alami
Evaluasi	Proses pengamatan dan analisis data dan fakta, dimana pelaksanaannya dilakukan menurut kepentingannya mulai dari penyusunan rencana, pelaksanaan dan pengembangan program

Evaporasi/ evapotranspirasi	Proses perubahan bentuk air ke dalam bentuk gas dan membaaur di atmosfer. Evapotranspirasi adalah penjumlahan antara evaporasi dan transpirasi oleh tumbuhan
Hidrologi	Ilmu yang mempelajari tentang air, termasuk didalamnya distribusi air dari permukaan, ke dalam bumi dan atmosfer
Indikator	Suatu hal yang dipantau atau diukur
Infiltrasi	Proses meresapnya air hujan dari permukaan tanah ke dalam tanah
Intersepsi	Proses air hujan yang tertahan selama beberapa saat oleh vegetasi yang ada di permukaan tanah, selanjutnya air tersebut akan diuapkan kembali ke atmosfer melalu evaporasi atau digunakan oleh vegetasi untuk transpirasi
Kerapatan drainase	Rasio antara panjang sungai dengan luas wilayah DAS, Untuk menunjukkan kemampuan DAS dalam menyalirkan air melalui sungai dan anak sungai.
Kriteria	Suatu hal yang menjembatani antara prinsip dan indikator, biasanya berupa suatu proses atau cara untuk mencapai tujuan
La Nina	Gejala penyimpangan iklim global kebalikan dari El Nino yang ditunjukkan melalui turunnya suhu permukaan laut di Samudra Pasifik. Di Indonesia, fenomena La Nina memicu meningkatnya curah hujan sehingga banyak terjadi bencana banjir
Partisipatif (masyarakat)	Keikutsertaan individu-individu dari masyarakat dalam suatu kegiatan konservasi tanah dan air secara bersama-sama di suatu wilayah
Pemantauan	Proses pengamatan data dan fakta yang pelaksanaannya dilakukan secara periodik dan terus menerus terhadap: masalah, proses kegiatan, penggunaan input, hasil, faktor-faktor luar yang mempengaruhi dan kendala
Perkolasi	Pergerakan air dalam tanah secara vertikal karena pengaruh gravitasi
Prinsip	Suatu kebenaran atau hukum pokok yang menjadi dasar suatu pertimbangan atau tindakan untuk mencapai tujuan
Sedimentasi	Proses permindahan dan pengendapan erosi tanah, khususnya hasil erosi permukaan dan erosi parit, selain itu sedimentasi juga menggambarkan material yang mengapung yang diangkut oleh gerakan air dan diakumulasi sebagai material dasar
Siklus hidrologi	Pergerakan air dari atmosfer, bumi dan kembali lagi ke atmosfer dalam berbagai bentuk (padat, cair, dan gas)
Sub-DAS	Bagian DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS terbagi habis ke dalam sub DAS-sub DAS

Lampiran

Lampiran 1. Pengembangan Alat Bantu Pemantauan dan Evaluasi dalam Kegiatan ParCiMon

Kegiatan dalam ParCiMon

Participatory Civil Society Monitoring (ParCiMon) atau pemantauan partisipatif oleh masyarakat sipil adalah suatu kegiatan yang mengambil tempat sebagai “pilot area” di tiga kabupaten di Papua, yaitu Jayapura, Jayawijaya dan Merauke. Pada khususnya, untuk pengembangan alat bantu pemantauan dan evaluasi sistem rancangan, tercakup beberapa komponen:

- a. Sistem pemantauan dan evaluasi keanakeragaman hayati dan karbon berbasis masyarakat
- b. Perencanaan tata ruang secara terpadu untuk multi jasa lingkungan termasuk penyimpanan karbon
- c. Sistem pemantauan dan evaluasi berbasis masyarakat dalam perencanaan dan pelaksanaan tata ruang lahan
- d. Pemantauan dan evaluasi berbasis masyarakat sistem investasi dan rencana pengembangan dan pemantauan dan evaluasi berbasis masyarakat untuk bentang lahan berkelanjutan
- e. Pengembangan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi

Paket kegiatan pengembangan sistem pemantauan dan evaluasi ini dilakukan melalui penyediaan materi pembelajaran berupa petunjuk pelaksanaan pemantauan dan evaluasi, khususnya bagi kelompok kerja di kabupaten yang memiliki mandat untuk melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap program-program yang telah dituangkan dalam rencana aksi di tingkat kabupaten. Namun demikian tidak menutup kemungkinan bagi pihak lain, misalnya akademisi di tingkat kabupaten, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), perusahaan swasta untuk menggunakan materi ini sebagai acuan.

Penyediaan materi pembelajaran yang berupa petunjuk pelaksanaan pemantauan dan evaluasi ini diharapkan dapat menjadi rujukan untuk memperkuat kapasitas lokal dalam kegiatan pemantauan dan evaluasi sistem perancangan pada program pengembangan wilayah berbasis penggunaan lahan, kebijakan dan strategi perubahan iklim di tingkat kabupaten.

Pengembangan prinsip, kriteria dan indikator dalam pemantauan dan evaluasi

Pemantauan merupakan suatu proses pengumpulan data secara sistematis yang dilakukan secara berkala terhadap suatu indikator tertentu untuk memperoleh informasi mengenai kondisi, program atau kegiatan yang sedang berlangsung. Sementara, evaluasi merupakan suatu penilaian secara sistematis berdasarkan hasil pemantauan terhadap kondisi, program atau kegiatan yang telah selesai atau mencapai tahap tertentu (UNDP 2009).

Pemantauan dan evaluasi yang merupakan kegiatan pengumpulan informasi atau data secara berkala dan terus-menerus terhadap suatu kondisi, kegiatan atau program dan kemudian dilakukan penilaian untuk melihat capaian dari tujuan yang diinginkan, maka diperlukan suatu kerangka logika yang dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan pengumpulan informasi dan penilaiannya. Salah satu kerangka logika yang dapat digunakan untuk mengelola informasi atau data yang sudah atau ingin dikumpulkan adalah kerangka prinsip, kriteria dan indikator.

Prinsip merupakan suatu kebenaran atau hukum pokok yang menjadi dasar pertimbangan atau tindakan untuk mencapai tujuan. Prinsip memberikan landasan bagi kriteria dan indikator (Mendoza dan Macoun 1999). Kriteria merupakan jembatan antara prinsip dan indikator, biasanya berupa proses atau metode untuk mencapai prinsip. Indikator adalah hal-hal yang dapat diukur atau dipantau untuk melihat capaian dari suatu program kegiatan.

Prinsip, kriteria dan indikator dalam pemantauan dan evaluasi dikembangkan secara partisipatif melalui diskusi dengan berbagai pihak, khususnya para pihak terkait di lokasi pelaksanaan pemantauan dan evaluasi agar diperoleh prinsip, kriteria dan indikator sesuai dengan konteks lokal.

Selanjutnya untuk proses evaluasi, prinsip, kriteria dan indikator ini diberi bobot atau nilai sesuai dengan konteks lokal yang dilakukan secara partisipatif, baik dalam bentuk diskusi kelompok maupun melalui wawancara tingkat individu dengan menggunakan metode Proses Analisis Berjenjang/*Analytical Hierachy Process* (AHP). Pada metode ini, peserta diskusi memberikan penilaian terhadap pasangan-pasangan prinsip, kriteria dan indikator berdasarkan tingkat kepentingannya.

Sistem pemantauan dan evaluasi dalam ParCiMon

Sesuai dengan kegiatan ParCimon, pengembangan alat bantu pemantauan dan evaluasi sistem rancangan ini dirancang untuk dapat diterapkan oleh masyarakat sipil, baik dari kalangan pemerintah daerah yang tergabung dalam kelompok kerja di tingkat kabupaten, akademisi di tingkat lokal, lembaga swadaya masyarakat maupun tokoh-tokoh masyarakat. Alat bantu yang dikembangkan dalam kegiatan ini dikelompokkan menjadi dua, yaitu: (1) kelompok sosial-ekonomi yang terdiri dari empat komponen, yaitu: (a) perubahan

penggunaan lahan, (b) ekonomi hijau, (c) penghidupan masyarakat dan (d) “social safeguard”; (2) kelompok biofisik yang terdiri dari tiga komponen, yaitu: (a) cadangan karbon, (b) keanekaragaman hayati dan (c) fungsi hidrologi.

Pengembangan alat bantu pemantauan and evaluasi sistem rancangan untuk kelompok sosial ekonomi difokuskan pada pengembangan prinsip, kriteria dan indikator serta penilaian terhadap prinsip, kriteria dan indikator melalui proses analisis berjangka pada masing-masing komponen secara partisipatif bersama-sama dengan kelompok kerja di kabupaten. Pada komponen biofisik, pengembangan alat bantu pemantauan dan evaluasi sistem perancangan mencakup penyusunan prinsip, kriteria dan indikator serta penilaiannya seperti pada kelompok sosial ekonomi dan dilengkapi dengan tahapan-tahapan pelaksanaan pemantauan dan evaluasi yang meliputi kegiatan pelatihan dan penyusunan bahan ajar untuk meningkatkan kapasitas masyarakat sipil dalam pengumpulan data dan analisa data.

Penyusunan bahan ajar pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi merupakan salah satu bagian dari pengembangan alat bantu pemantauan dan evaluasi kelompok biosifik dalam pengembangan wilayah berbasis penggunaan lahan, kebijakan dan strategi perubahan iklim.

Lampiran 2. Panduan Diskusi Terfokus/Wawancara

SUMBER DAYA AIR DAN PEMANTAUAN DAN EVALUASI SUMBER DAYA AIR

101. Informasi Umum

Desa : _____
Kecamatan : _____
Etnik : _____
Fasilitator : _____
Co-fasilitator : _____
Hari/tanggal : _____
Waktu : _____

201. Sumber air dan jenis pemanfaatan

TABEL DISKUSI/WAWANCARA SUMBER AIR DAN PEMANFAATANNYA

Pemanfaatan	Sumber air saat kondisi normal							TOTAL
	Sungai	Sumur gali	Sumur bor	Mata air	Air hujan	Rawa	Danau	
Rumah tangga								100 %
Pertanian								100 %
Perikanan								100 %
Peternakan								100 %
Industri rumah tangga								100 %
Mikrohidro								100 %

Pemanfaatan	Sumber air saat kondisi ekstrim							TOTAL
	Sungai	Sumur gali	Sumur bor	Mata air	Air hujan	Rawa	Danau	
Rumah tangga								100 %
Pertanian								100 %
Perikanan								100 %
Peternakan								100 %
Industri rumah tangga								100 %
Mikrohidro								100 %

Kondisi ekstrim: kemarau panjang

202. Permasalahan sumber air: kualitas dan kuantitas

TABEL DISKUSI/WAWANCARA PERMASALAHAN HIDROLOGI

Masalah yang dihadapi	Ya/Tidak?	Sumber air	Waktu kejadian		
			Tidak bergantung musim	Musim hujan	Musim kemarau
Keruh					
Bau					
Berwarna					
Mengandung zat kapur					
Tercemar					
Payau					
Banjir					
Kekeringan					
.....					

TABEL DISKUSI/WAWANCARA AKTIVITAS MASYARAKAT TIDAK TERGANGGU MASALAH KUALITAS AIR

Masalah kualitas air yang dialami	Jenis Aktivitas	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/T)	Tingkat keparahan masalah ¹		
			Masih dapat digunakan tanpa perlu upaya tertentu	Masih dapat digunakan namun perlu upaya sederhana seperti: mengendapkan, menyaring, member kaporit	Air tidak dapat digunakan sehingga perlu membeli/ mendatangkan air dari luar desa, atau air terpaksa digunakan
.....	Rumah Tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Perternakan				
	Industri rumah tangga				
.....	Fasilitas umum (mikrohidro)				
	Rumah Tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Perternakan				
.....	Industri rumah tangga				
	Fasilitas umum (mikrohidro)				
	Rumah Tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
.....	Perternakan				
	Industri rumah tangga				
	Fasilitas umum (mikrohidro)				
	Rumah Tangga				
	Pertanian				

Masalah kualitas air yang dialami	Jenis Aktivitas	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/ T)	Tingkat keparahan masalah ¹		
			Masih dapat digunakan tanpa perlu upaya tertentu	Masih dapat digunakan namun perlu upaya sederhana seperti: mengendapkan, menyaring, member kaporit	Air tidak dapat digunakan sehingga perlu membeli/ mendatangkan air dari luar desa, atau air terpaksa digunakan
.....	Rumah Tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Perternakan				
	Industri rumah tangga				
.....	Fasilitas umum (mikrohidro)				
	Rumah Tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Perternakan				
.....	Industri rumah tangga				
	Fasilitas umum (mikrohidro)				

1 Beri tanda checklist (✓) pada pada kolom tingkat keparahan yang dialami/dirasakan oleh masyarakat

TABEL DISKUSI/WAWANCARA AKTIVITAS MASYARAKAT TIDAK TERGANGGU BANJIR DAN KEKERINGAN

Masalah kuantitas yang dialami	Jenis Aktivitas	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/T)	Jumlah air berkurang, namun kegiatan sama sekali tidak berpengaruh dan tidak memerlukan sumber air lain	Jumlah air berkurang dan mempengaruhi kegiatan masyarakat, namun masih dapat menggunakan sumber air lain dalam satu desa	Jumlah air sangat berkurang, kegiatan masyarakat sangat terpengaruh dan memerlukan sumber air dari luar desa (beli atau bantuan)
Kekeringan	Rumah Tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Perternakan				
	Industri rumah tangga				
	Mikrohidro				
Masalah	Jenis Aktivitas	Apakah terdapat pengaruh terhadap jenis kegiatan? (Y/T)	Ada genangan air, namun tidak mempengaruhi kegiatan sehari-hari dan kegiatan lain	Ada genangan air dan mempengaruhi kegiatan sehari-hari dan kegiatan lain, namun kurang dari sehari (lahan pertanian tergenang tetapi tidak ada kerugian)	Ada genangan air dan mempengaruhi kegiatan sehari-hari dan kegiatan lain lebih dari sehari dan terdapat kerugian (fasilitas rusak, tanaman mati, ternak mati, rumah terendam, dll)
	Rumah Tangga				
	Pertanian				
	Perikanan				
	Perternakan				
Banjir	Industri rumah tangga				
	Mikrohidro				

301. Keragaman dan kelimpahan jenis ikan

Informasi yang dikumpulkan sebagai salah satu indikator kualitas air berdasarkan keragaman dan kelimpahan jenis-jenis ikan

TABEL DISKUSI/WAWANCARA KERAGAMAN DAN KELIMPAHAN JENIS IKAN

Jenis ikan	Endemik? (Y/T) ¹	Masih ditemukan saat ini? (Y/T)	Kelimpahan ikan dibandingkan 5 tahun yang lalu			Pemanfaatan		Frekuensi pemanfaatan ²		
			Meningkat	Berkurang	Tetap	Dikonsumsi	Dijual	Jarang	Kadang-kadang	Sering

1 Endemik = ikan asli/ yang biasa hidup di perairan tersebut

2 Jarang = hanya sekali-kali saja (untuk mengisi waktu luang), kadang-kadang = untuk penghasilan tambahan, sering = untuk penghasilan utama

401. Kondisi sungai dan permukaan tanah

TABEL DISKUSI/WAWANCARA KONDISI SUNGAI DAN PERMUKAAN TANAH

No	Indikator	Ya/ Tidak?	Jika 'Ya', maka banyaknya lokasi		
			Sedikit (hanya di beberapa lokasi/titik tertentu saja)	Sedang (hanya di beberapa lokasi namun cukup panjang/luas)	Banyak (hampir di sepanjang sungai/ permukaan tanah)
Kondisi Bantaran Sungai					
1a	Kondisi kekelokan sungai yang semakin parah				
1b	Lahan yang hilang akibat terbawa aliran sungai				
1c	Pohon yang miring yang akan rubuh di bantaran sungai				
Kondisi Permukaan Tanah					
2a	Keberadaan genangan-genangan air yang berwarna coklat saat hujan				
2b	Keberadaan tanaman yang tertutup oleh percikan-percikan tanah saat hujan				
2c	Keberadaan tanaman yang akar-akarnya terlihat akibat tanah yang terbawa aliran air				
2d	Terbentuknya alur-alur di permukaan tanah dengan kedalaman < 10 cm				
2e	Terbentuknya alur-alur di permukaan tanah dengan kedalaman 10-50 cm				
2f	Terbentuknya parit-parit kecil di permukaan tanah dengan kedalaman >50 cm				

Lampiran 3. Panduan analisis hasil pemantauan fungsi hidrologi DAS

Kondisi Fisik Air

Tanggal pengamatan	Jenis Sumber Air	Lokasi	Berwarna	Bau	Berasa	Tingkat kekeruhan
			</			

Berwarna, Bau, Berasa: 'Ya' = 0, 'Tidak' = 1, Tingkat kekeruhan = kedalaman secchi disk/60

Kondisi Kimia Air

Tanggal pengamatan	Jenis Sumber Air ¹	Lokasi ²	Muncul lendir	Berubah warna	Bau	Terdapat lapisan minyak	Rata-rata
							Indikator kondisi kimia air (Rata-rata)

Muncul lendir, berubah warna, bau, terdapat lapisan minyak: <1jam = 0, <4 jam = 0.14, <7 jam = 0.29, <10 jam = 0.43, <13 jam = 0.57, < 16 jam = 0.71, < 24 jam = 0.86, tidak ada = 0

Kondisi Mikroorganisme Air

Tanggal pengamatan	Jenis Sumber Air ¹	Lokasi ²	Muncul gumpalan	Berubah warna	Muncul lendir	Rata-rata
Indikator kondisi kimia air (Rata-rata)						

Muncul gumpalan, berubah warna, muncul lendir: <1jam = 0, <4 jam = 0.14, <7 jam = 0.29, <10 jam = 0.43, <13 jam = 0.57, < 16 jam = 0.71, < 24 jam = 0.86, tidak ada = 0

Aktivitas Masyarakat Tidak Terganggu Masalah Kualitas Air

Aktivitas	Tingkat keparahan				Rata-rata tingkat keparahan
	#1	#2.....	#3.....	#4.....	
Rumah Tangga					
Pertanian					
Perikanan					
Perternakan					
Industri rumah tangga					
Mikrohidro					
Indikator Aktivitas masyarakat tidak terganggu masalah kualitas air (Rata-rata)					

Tingkat keparahan: kolom 1 = 0.67, kolom 2 = 0.33, kolom 3 = 0, lainnya = 1

Keragaman Jenis ikan

Jumlah keragaman jenis ikan
Jumlah keragaman jenis ikan yang masih ditemukan saat ini
Indikator keragaman jenis ikan (Jumlah keragaman jenis ikan yang masih ditemukan saat ini/Jumlah keragaman ikan)

Kelimpahan Jenis ikan

Indikator	Nilai	Total nilai (indikator x nilai)
Jumlah ikan yang kelimpahannya meningkat	1	
Jumlah ikan yang kelimpahannya menurun	-1	
Jumlah ikan yang kelimpahannya tetap	0	
Total		
Indikator kelimpahan jenis ikan $((\text{Total}/\text{jumlah keragaman ikan})+1)/2$		

Keberadaan makro-invertebrata penciri kualitas air

Jenis makro-invertebrata	Tingkat kepekaan	Ditemukan?	Nilai (Tingkat kepekaan x ditemukan)
Udang air tawar	1		
Kijing	0.75		
siput berpintu	0.75		
capung jarum	0.75		
Kepik air	0.5		
Anggang-anggang	0.5		
Kumbang air	0.5		
Cacing rambut	0.25		
Lintah	0.25		
Kerang	0.25		
Siput tak berpintu	0.25		
Indikator keberadaan makro-invertebrata penciri kualitas air (Nilai maksimum)			

Ditemukan = 1, tidak ditemukan = 0

Berbagai aktivitas masyarakat yang terganggu Banjir

Aktivitas	Ya/Tidak	Tingkat keparahan	Nilai ('Ya/Tidak' x 'Tingkat keparahan')
Rumah Tangga			
Pertanian			
Perikanan			
Perternakan			
Industri rumah tangga			
Mikrohidro			
Indikator berbagai aktivitas masyarakat yang tidak terganggu masalah banjir (Rata-rata)			

Tingkat keparahan: kolom 1 = 0.67, kolom 2 = 0.33, kolom 3 = 0, lainnya = 1

Frekuensi dan Luas Genangan Banjir (dari tabel kejadian banjir)

No	Tgl. Kejadian banjir	Lokasi	Luas wilayah genangan banjir ²	Lokasi x Luas wilayah genangan
Indikator luas genangan banjir (Rata-rata)				
Indikator frekuensi kejadian hujan (jumlah kejadian hujan pertahun)				

Lokasi = jumlah dusun yang tidak mengalami banjir/jumlah dusun

Luas wilayah genangan: sebagian kecil dusun = 0.67, sebagian besar dusun = 0.33, seluruh wilayah dusun = 0, lainnya = 1

Frekuensi kejadian banjir: tidak ada kejadian banjir = 1, 1-2 kali/tahun = 0.67, 3 – 5 kali/tahun = 0.33, lebih dari 5 kali/tahun = 0, tanggal sama dianggap 1 kejadian yang sama

Berbagai aktivitas masyarakat yang terganggu Kekeringan

Aktivitas	Ya/Tidak	Tingkat keparahan	Nilai ('Ya/Tidak' x 'Tingkat keparahan')
Rumah Tangga			
Pertanian			
Perikanan			
Perternakan			
Industri rumah tangga			
Mikrohidro			
Indikator barbagai aktivitas masyarakat yang tidak terganggu masalah kekeringan (Rata-rata)			

Tingkat keparahan: kolom 1 = 0.67, kolom 2 = 0.33, kolom 3 = 0, lainnya = 1

Frekuensi dan Luas area yang mengalami kekeringan (*dari tabel kejadian kekeringan*)

No	Bulan kejadian kekeringan	Lama kejadian kekeringan	Luas wilayah terkena kekeringan	Lokasi	Lokasi x Luas wilayah terkena kekeringan
<i>Rata-rata</i>					
Indikator luas area yang terkena kekeringan <i>(Rata-rata)</i>					
Indikator frekuensi kejadian kekeringan <i>(jumlah kejadian hujan pertahun)</i>					

Lokasi = nama dusun

Luas wilayah terkena kekeringan: sebagian kecil dusun = 0.67, sebagian besar dusun = 0.33 , seluruh wilayah dusun = 0, lainnya = 1

Lama kejadian kekeringan: 1-2 minggu = 0.83 , 3-5 minggu = 0.67, 6-8 minggu = 0.56, 9-12 minggu = 0.33, 13-16 minggu = 0.17, lebih dari 16 minggu = 0, lainnya = 1

Frekuensi kejadian banjir: tidak ada kejadian banjir = 1, 1-2 kali/tahun = 0.67, 3 - 5 kali/tahun = 0.33, lebih dari 5 kali/tahun = 0

Selisih Tinggi Muka Air Sungai Tertinggi dan Terendah (dari Tabel tinggi muka air)

Nama Sungai	Tinggi muka air (cm)		
	Tertinggi	Terendah	Terendah/tertinggi
Indikator selisih tinggi muka air sungai tertinggi dan terendah (Rata-rata)			

Kondisi Bantaran Sungai

Indikator	Y/T	Banyaknya lokasi	P	Nilai
Kondisi pepohonan di pinggir sungai yang miring akibat tanah yang tergerus aliran sungai				
Lahan yang hilang terbawa aliran air				
Kondisi sungai yang semakin berkelok-kelok				

Note: Y = 1, T = 0; Banyaknya lokasi: Banyak = 0.75, sedang = 0.5, sedikit = 0.25 P = 'Y/T' x 'Banyaknya lokasi'
indikator = 1-P

Keberadaan Erosi Lembar di Permukaan Tanah

Indikator	Y/T	Banyaknya lokasi	P	Nilai
Keberadaan genangan-genangan air yang berwarna coklat saat hujan				
Keberadaan tanaman yang tertutup oleh percikan-percikan tanah saat hujan				
Keberadaan tanaman yang akar-akarnya terlihat akibat tanah yang terbawa aliran air				
Indikator Keberadaan erosi lembar (Rata-rata dari Nilai)				

Note: Y = 1, T = 0; Banyak = 0.75, sedang = 0.5, sedikit = 0.25 P = 'Y/T' x 'Banyaknya lokasi' Nilai = 1-P

Terbentuknya Parit-parit Kecil (Erosi Alur)

Indikator	Y/T	Banyaknya lokasi	P	Nilai
Terbentuknya alur-alur di permukaan tanah dengan kedalaman < 10 cm				
Terbentuknya alur-alur di permukaan tanah dengan kedalaman 10-50 cm				
Terbentuknya parit-parit kecil di permukaan tanah dengan kedalaman >50 cm				
Indikator Terbentuknya parit-parit kecil (Rata-rata dari Nilai)				

Note: $Y = 1, T = 0$; Banyak = 0.75, sedang = 0.5, sedikit = 0.25

$$P = 'Y/T' \times \text{'Banyaknya lokasi'} \quad \text{Nilai} = 1-P$$
[illegible]

Panjang wilayah longsor: tidak ada = 1, 1-5 m = 0.75, 5-10 m = 0.5, 11-20 m = 0.25, lebih dari 20 m = 0

Banyaknya kejadian longsor: tidak ada = 1, 1-2 kali/tahun = 0.67, 3-5 kali pertahun = 0.33, lebih dari 5 kali/tahun = 0

Abrasi Pantai

No	Tanggal pengamatan	Jarak ke titik surut air laut terendah (cm)	Jarak ke titik pasang tertinggi air laut (cm)	Lebar pantai (selisih Jarak titik pasang air laut tertinggi dan surut terendah)	Tinggi tali pada tiang kayu di titik surut terendah air laut (cm)
Rata-rata					
Indikator lebar pantai (Jika rata-rata lebar pantai tahun lalu > rata-rata lebar pantai saat ini = 0, jika sama = 0.5, lainnya = 1)					
Indikator kemiringan pantai (Jika rata-rata kemiringan pantai saat ini > rata-rata kemiringan pantai tahun lalu = 0, jika sama = 0.5, lainnya = 1)					
Indikator perubahan garis pantai (Jika rata-rata jarak titik surut air laut terendah tahun lalu > rata-rata jarak titik surut air laut saat ini = 0, jika sama = 0.5, lainnya = 1)					

Lampiran 4. Lembar Penggabungan Hasil AHP dan Pemantauan

PRINSIP	KRITERIA	INDIKATOR	Bobot AHP	Nilai indikator	Bobot x indikator
Kualitas air terjaga	Air layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat	Kondisi fisik air			
		Kondisi kimia air			
		Kondisi mikroorganisme air			
		Berbagai aktivitas masyarakat tidak terganggu masalah kualitas air			
	Ekosistem alami fauna air tidak terganggu masalah kualitas air	Keragaman ikan			
		Kelimpahan jenis ikan			
		Ditemukannya makro-invertebrata penciri kualitas air			
TOTAL					
Kuantitas air terjaga	Aktivitas masyarakat tidak terganggu masalah kekeringan	Berbagai aktivitas masyarakat yang tidak terganggu kekeringan			
		Frekuensi kejadian kekeringan			
		Luas wilayah yang terkena dampak kekeringan			
	Aktivitas masyarakat tidak terancam banjir	Berbagai aktivitas masyarakat yang tidak terganggu banjir			
		Frekuensi kejadian Banjir			
		Luas wilayah yang terkena banjir			
	Fluktuasi debit saat musim hujan dan kering tidak berbeda jauh (stabil)	Perbedaan tinggi muka air tertinggi dan terendah			
		Karakteristik curah hujan yang menyebabkan peningkatan muka air			
		Durasi waktu peningkatan/penurunan tinggi muka air sungai			
TOTAL					
Kestabilan Tanah terjaga	Kondisi tanah tidak terganggu masalah abrasi sungai	Keberadaan pohon yang hilang/ tumbang akibat terbawa aliran sungai			
		Keberadaan lahan yang hilang akibat terbawa arus sungai			
		Kondisi sungai kekelokan sungai yang semakin parah			
	Kondisi tanah tidak terganggu masalah abrasi pantai	Lokasi garis pantai			
		Lebar pantai			
		Kemiringan pantai			
	Kondisi tanah tidak terganggu masalah erosi	Keberadaan erosi lembar			
		Terbentuknya parit-parit kecil			
		Keberadaan tanah longsor			
TOTAL					

Air merupakan komponen penting dalam mendukung kehidupan makhluk hidup. Kebutuhan akan air sangatlah penting dan tidak dapat tergantikan dengan apapun. Manusia, dalam kehidupan sehari-hari tidak terlepas dari kebutuhan akan air. Hampir semua aktivitas manusia seperti rumah tangga, pertanian, perikanan, peternakan, industri dan mikrohidro memerlukan air. Namun demikian, ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan langsung oleh manusia sangatlah terbatas. Di beberapa tempat, walaupun air yang tersedia melimpah, namun tidak dapat dimanfaatkan karena kualitas airnya tidak memenuhi persyaratan. Bahkan di tempat lain lagi, jumlah air yang tersedia sangat terbatas dengan kualitas yang tidak memenuhi persyaratan. Terbatasnya jumlah dan kualitas air permukaan yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan, mengharuskan kita dapat mengelola dan memanfaatkan sumber air secara benar dan bijaksana.

Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai daerah tangkapan air mempunyai peranan yang penting dalam menyediakan kebutuhan air bagi manusia. Lebih dari itu, DAS berperan penting dalam menjaga lingkungan termasuk menjaga kualitas air, mencegah banjir dan kekeringan saat musim hujan dan kemarau, mengurangi aliran massa (tanah) dari hulu ke hilir. Salah satu upaya untuk menjaga fungsi DAS adalah dengan melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap kondisi DAS secara teratur.

Kegiatan pemantauan dan evaluasi akan menjadi lebih efektif jika dilakukan bersama-sama dengan masyarakat (secara partisipatif). Masyarakat bertempat tinggal di areal DAS dan mengalami langsung perubahan fungsi hidrologi DAS yang terjadi. Oleh karena itu dengan melibatkan masyarakat dalam proses pemantauan dan evaluasi, dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan terutama DAS.

Sebelum melakukan pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS, pemahaman mengenai hidrologi dan DAS perlu dibangun. Dengan memahami siklus air di tingkat plot dan bentang lahan, mengetahui apa yang dimaksud dengan DAS, memahami fungsi hidrologi DAS, faktor-faktor yang mempengaruhi serta dampak perubahan fungsi hidrologi DAS, diharapkan kegiatan pemantauan dan evaluasi menjadi lebih mudah dan bermanfaat.

Setelah memahami dasar-dasar hidrologi dan DAS, maka pemantauan dan evaluasi fungsi hidrologi DAS dapat dilaksanakan. Kegiatan ini diawali dengan pengembangan sistem pemantauan dan evaluasi menggunakan prinsip, kriteria dan indikator sebagai kerangka acuan. Selanjutnya, teknik-teknik pemantauan berbagai indikator yang dilakukan melalui diskusi kelompok terfokus dan pengamatan lapangan dijabarkan secara sederhana. Tahap selanjutnya adalah evaluasi dari hasil kegiatan pemantauan untuk mengetahui kondisi fungsi DAS dan memberikan rekomendasi upaya yang perlu dilakukan untuk memperbaiki atau meningkatkan fungsi DAS.

