



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

KLIMATOLOGI & HIDROLOGI HUTAN

12 – Kualitas Air

Dr. Ir. Ambar Kusumandari, M.E.S.
Dr. Hatma Surtaymojo, S.Hut., M.Si.
Muhammad C. Satriagasa, S.Si., M.Sc., M.Ec.Dev.





<https://odis.homeaway.com>



@satriagasa









Kuantitas
(Debit)

Sumberdaya Air

Kualitas

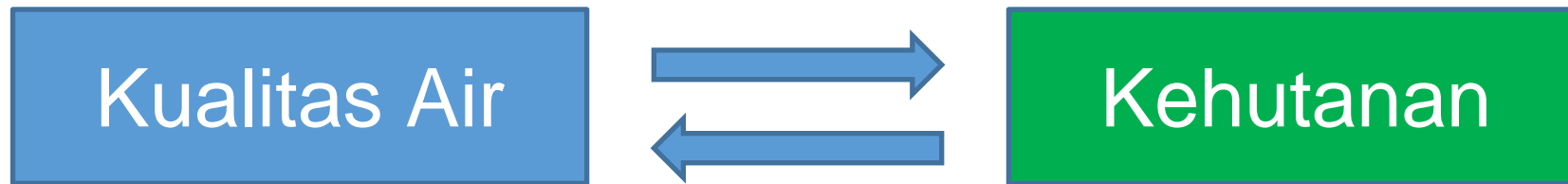
PP 37/2012 tentang Pengelolaan DAS

Pasal 40

- (1) Pelaksanaan kegiatan Pengelolaan DAS yang akan dipulihkan daya dukungnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 39 huruf a, meliputi:
 - a. optimalisasi penggunaan lahan sesuai dengan fungsi dan Daya Dukung wilayah;
 - b. penerapan teknik konservasi tanah dan air dilakukan dalam rangka pemeliharaan kelangsungan daerah tangkapan air, **menjaga kualitas**, kuantitas, kontinuitas dan distribusi air;
 - c. pengelolaan vegetasi dilakukan dalam rangka pelestarian keanekaragaman hayati, peningkatan produktivitas lahan, restorasi ekosistem, rehabilitasi dan reklamasi lahan;

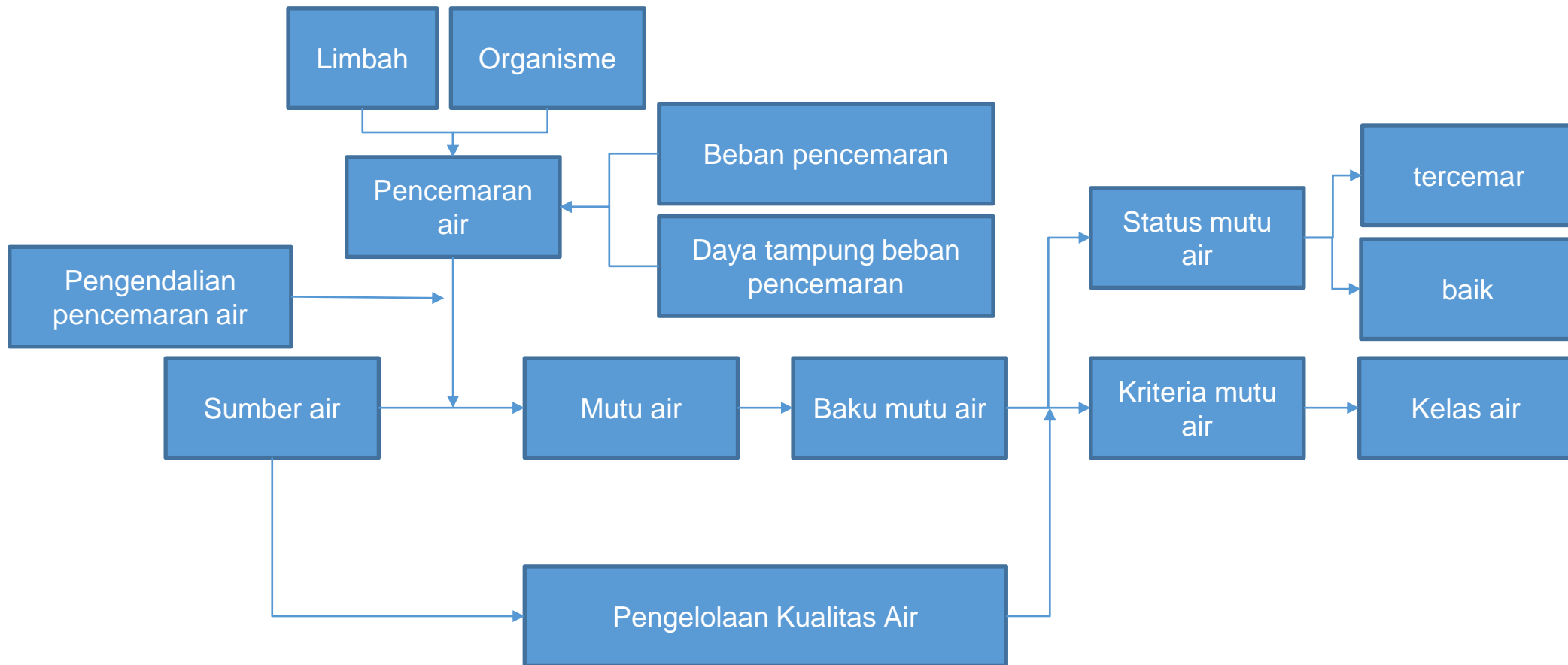


Hubungan antara kualitas air dengan sektor kehutanan





Peristilahan dalam Kualitas Air menurut PP 82/2001



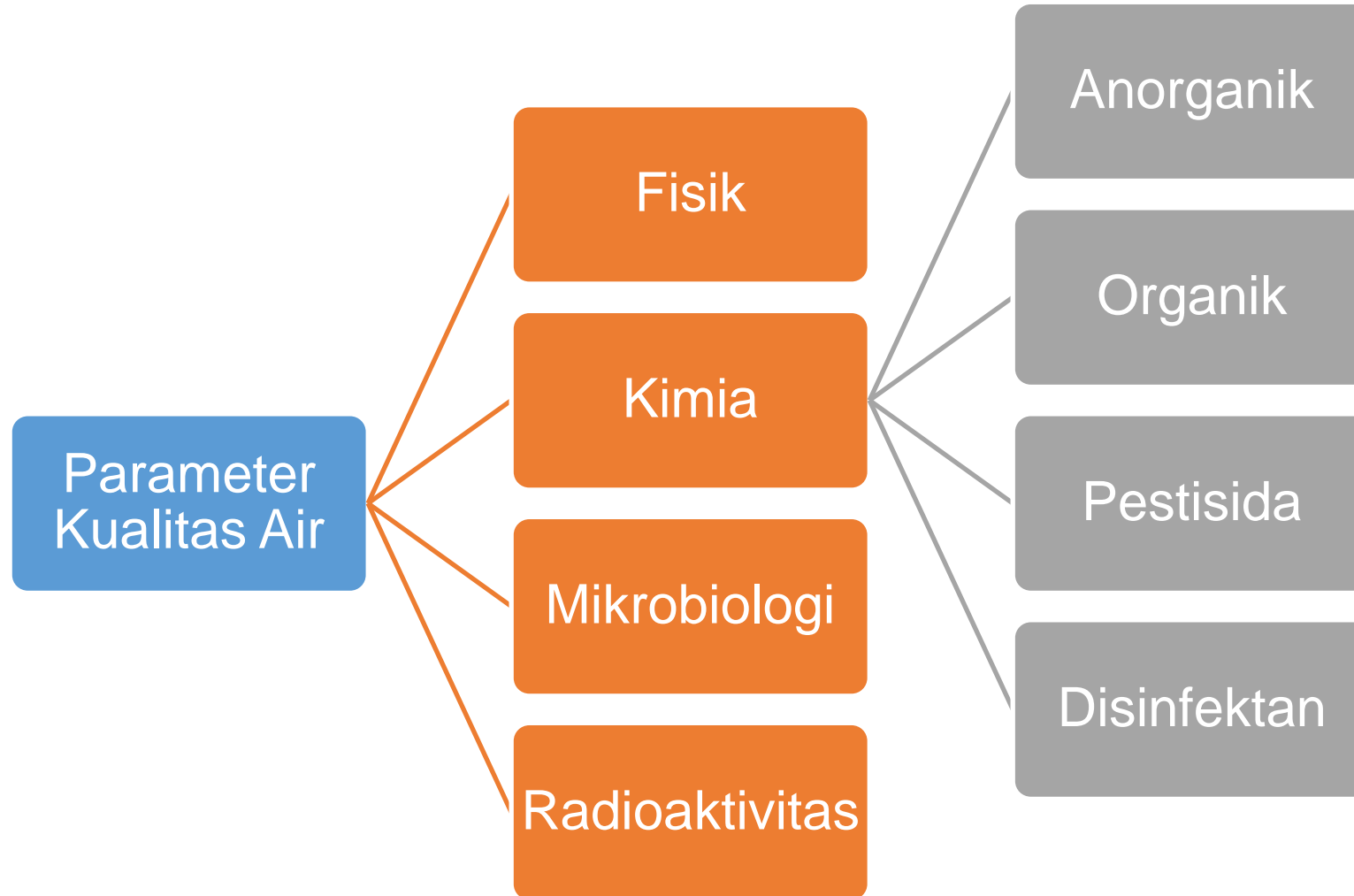


Dasar Hukum Pengelolaan Kualitas Air

- **PP 82/2001** : pengelolaan kualitas air & pengendalian pencemaran air
- **PP 112/2015** : sistem penyediaan air minum
- **Permenkes 32/2017** : standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum
- **Permenkes 492/2010** : persyaratan kualitas air minum
- **Permenlh 5/2014** : baku mutu air limbah
- **Permenlh 28/2009** : daya tampung beban pencemar air danau dan/atau waduk
- **Kepmenlh 115/2013** : pedoman penentuan status mutu air
- **Kepmenlh 110/2003** : pedoman penetapan daya tampung beban pencemaran air pada sumber air



Parameter Kualitas Air





Parameter Fisik

- Warna [TCU]
- Rasa
- Bau
- Suhu [$^{\circ}\text{C}$]
- Kekeruhan [NTU]
- Total zat padat terlarut (TDS) [mg/l]

Radioaktivitas

- Gross alpha activity
- Gross beta activity

Biologi

- E. Coli
- Total bakteri koliform



Kimia Organik

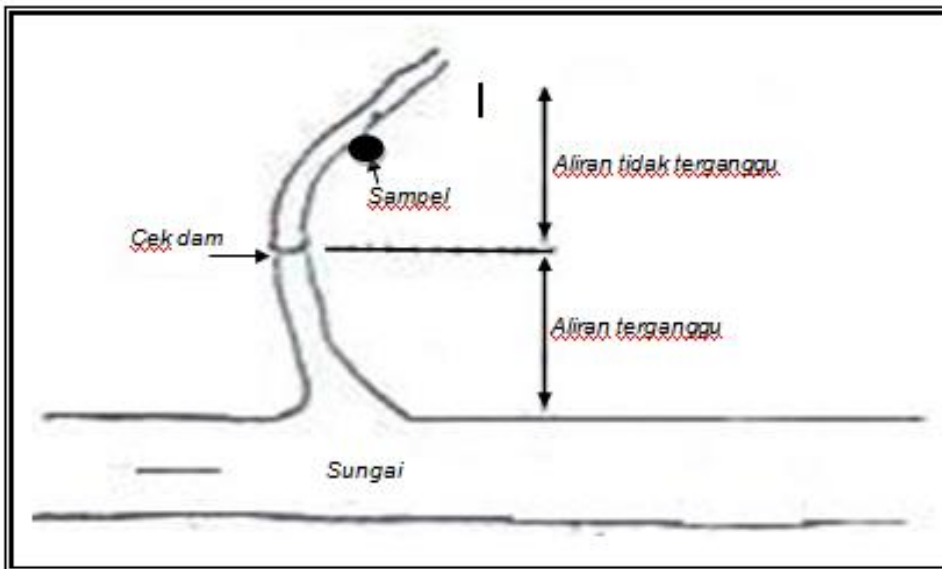
- pH
- BOD [mg/L]
- COD [mg/L]
- DO [mg/L]
- PO₄ [mg/L]
- NO₃ [mg/L]
- NH₃ [mg/L]
- Cl [mg/L]

**Methylen Blue Active Surfactant*

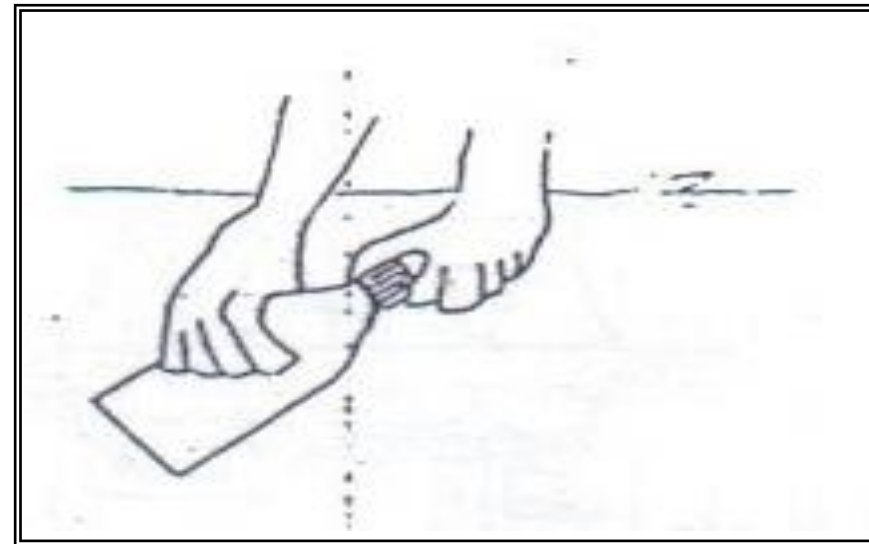
Kimia Anorganik

- Minyak dan lemak [$\mu\text{g/L}$]
- Detergen sebagai MBAS* [$\mu\text{g/L}$]
- Senyawa fenol [$\mu\text{g/L}$]
- DDT [$\mu\text{g/L}$]

Pengambilan Sampel Kualitas Air



Jangan membelakangi aliran sungai



Isi penuh botol sampel air
(sampai tidak ada gelembung udara)

Pengambilan Sampel Kualitas Air



UNIVERSITAS GADJAH MADA





Apakah Perlu Pengawetan?

Dilakukan pengawetan sampel agar tidak terjadi perubahan karakteristik

- Parameter biotik (mis : mikrobiologi)
- Parameter kimia (mis : inorganik & nutrien)

Pengawetan Sampel Mikrobiologi



Figure 3: Sampling Requirements

Parameter	Matrix	Container	Minimum Sample Size	Preservative	Holding Time
Microbiology					
Coliform, Total or Fecal	Water & Wastewater	Sterile Container	100 mL	Refrigerate 6 C	8 Hrs EPA compliance 24 Hours
Coliform, Total or Fecal, Chlorinated Water	Water & Wastewater	Sterile Container w/ thiosulfate	100 mL	Refrigerate 6 C	8 Hrs EPA compliance 24 Hours
E. coli	Water & Wastewater	Sterile Container	100 mL	Refrigerate 6 C	8 Hrs EPA compliance 24 Hours
Total Coliform or E. coli	Drinking Water	Sterile Container	100 mL	Refrigerate 6 C	8 Hrs EPA compliance 30 hours

Pengawetan Sampel Inorganik & Nutrien



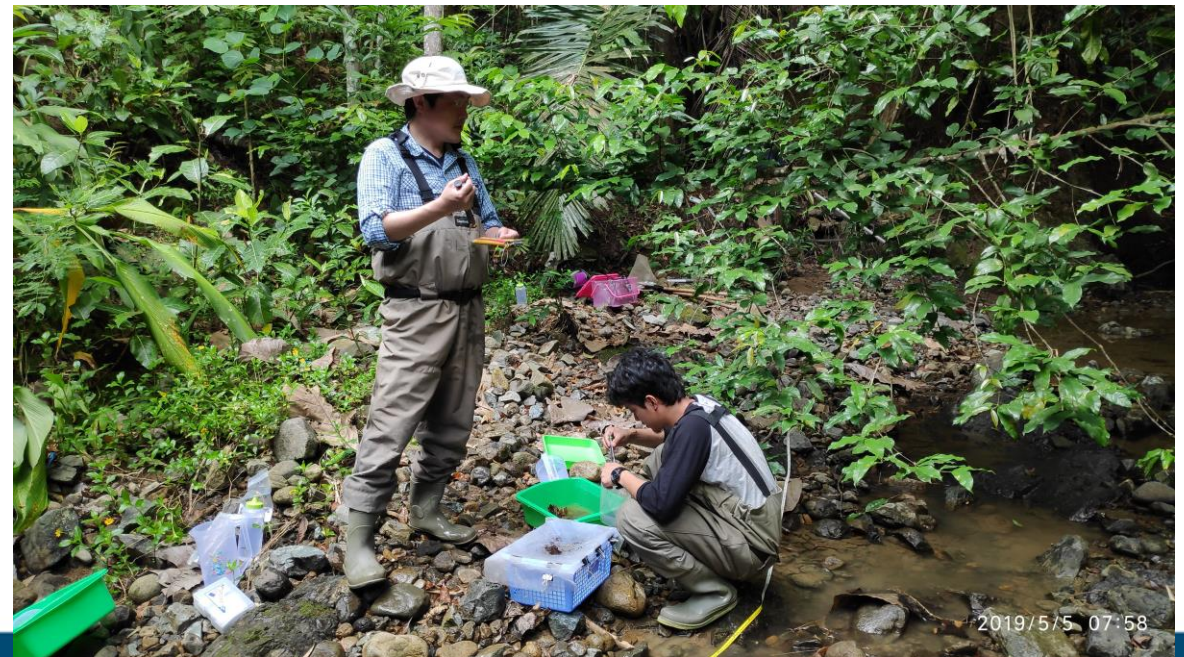
Inorganics and Nutrients					
Acidity, Free	Water & Wastewater	Plastic or Glass	500 mL	Cool 6 C	14 Days
Alkalinity, Total	Water & Wastewater	Plastic or Glass	500 mL	Cool 6 C	14 Days
BOD	Water & Wastewater	Plastic or Glass	650 mL	Cool 6 C	48 Hours
BOD, Carbonaceous	Water & Wastewater	Plastic or Glass	650 mL	Cool 6 C	48 Hours
Chloride	Water & Wastewater	Plastic or Glass	100 mL	None	28 Days
	Solid	Plastic	50 mL	None	28 Days
Chlorine, Residual	Water & Wastewater	Plastic or Glass	500 mL	None	Analyze Immediately
Chlorophyll-a	Water	Amber Glass	1000 mL	Cool 6 C, Dark	48 Hours
Chromium, Hexavalent	Water & Wastewater	Plastic or Glass, rinsed w/ 1:1 HNO ₃	200 mL	Cool 4 C	24 Hours
COD	Water & Wastewater	Plastic or Glass	100 ml	H ₂ SO ₄ to pH < 2, Cool 6C	28 Days
	Solid	Plastic	50 mL	None	28 Days
Color	Water & Wastewater	Plastic or Glass	250 mL	Cool 6 C	48 Hours
Conductance, Specific	Water & Wastewater	Plastic or Glass	500 ml	Cool 6 C	28 Days
	Solid	Plastic	50 mL	None	28 Days
Cyanide, Total	Water & Wastewater	Plastic or Glass	500 mL	NaOH to pH > 12, Cool 6C	14 Days
	Solid	Plastic	50 mL	None	14 Days
Fluoride	Water & Wastewater	Plastic	100 mL	None, Cool 6C	28 Days
	Solid	Plastic	50 mL	None	28 Days
Hardness, Total	Water & Wastewater	Plastic or Glass	500 mL	HNO ₃ to pH < 2	6 Months
Iodide	Water & Wastewater	Plastic or Glass	500 mL	Cool 6 C	24 Hours
Nitrogen, Kjeldahl Total	Water & Wastewater	Plastic or Glass	500 mL	H ₂ SO ₄ to pH < 2, Cool 6C	28 Days
	Solid	Plastic	50 mL	Cool 6 C	28 Days
Nitrogen, Nitrate + Nitrite	Water & Wastewater	Plastic or Glass	250 mL	H ₂ SO ₄ to pH < 2, Cool 6C	28 Days
	Solid	Plastic	50 mL	Cool 6 C	28 Days
Nitrogen, Nitrate	Water & Wastewater	Plastic or Glass	250 mL	Cool 6 C	48 Hours
	Solid	Plastic	50 mL	Cool 6 C	48 Hours

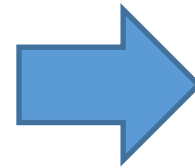
Botol sampel



UNIVERSITAS GADJAH MADA







HARUS SEGERA DIPINDAHKAN KE KULKAS



Perolehan Data Kualitas Air

- **Di lapangan** → pengamatan/pengukuran langsung di lapangan
- **Di laboratorium** → perolehan sampel → analisis di laboratorium

Perolehan Data Kualitas Air – di lapangan

- Bau, rasa, warna → gunakan panca indera
- Suhu → termometer
- DHL (daya hantar listrik)/ec (*electric conductivity*)
- pH → pH stick
- Dissolved Oxygen
- Total dissolved solid



Suhu air & pH

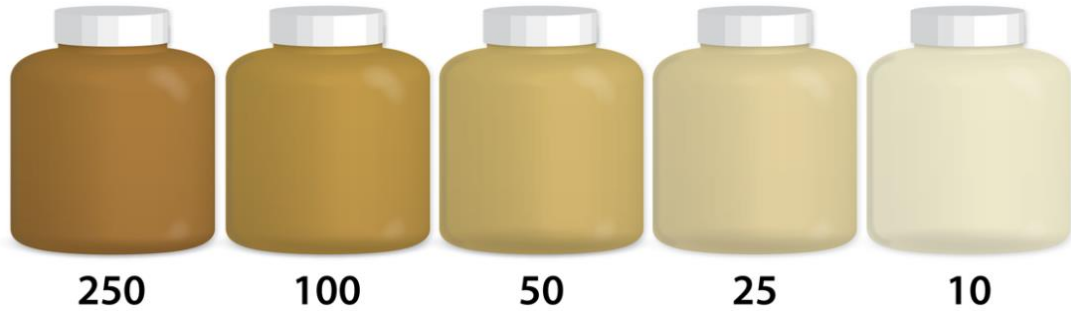


UNIVERSITAS GADJAH MADA



Turbidity (NTU)

Water Samples:





Pengolahan Sampel Kualitas Air



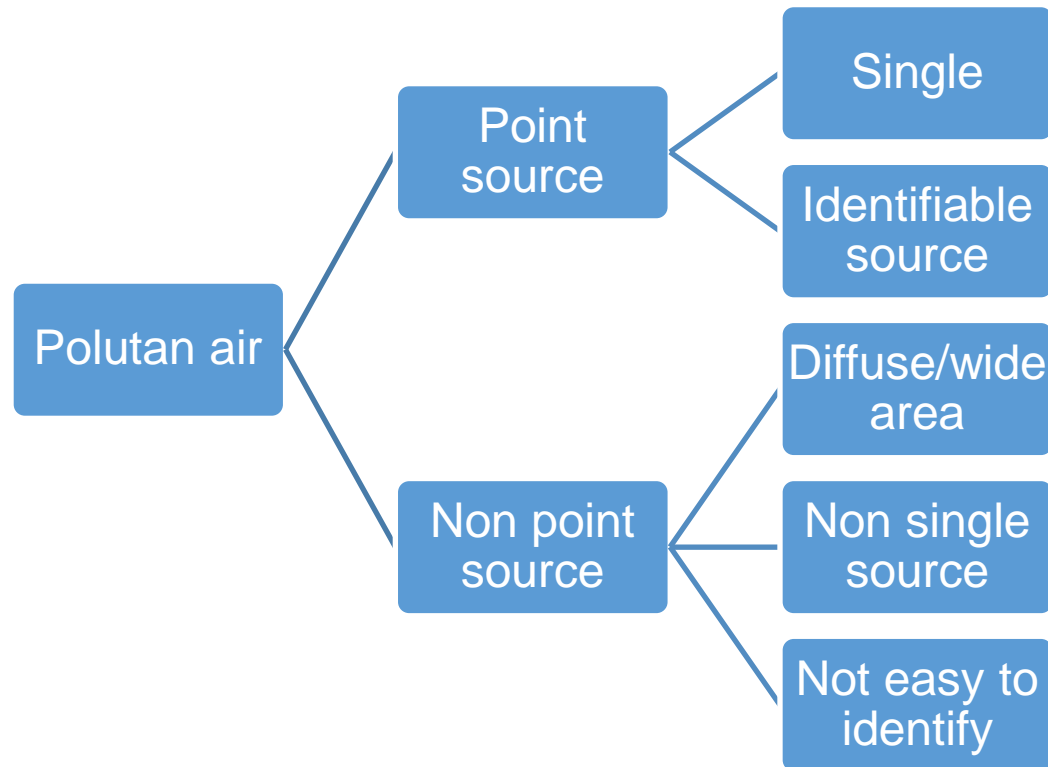
Titration :
Ca, Mg, CaCO₃, Cl



Colorimetry/spectrophotometry :
NH₄, NO₂, NO₃, SO₄,



Sumber pencemar air

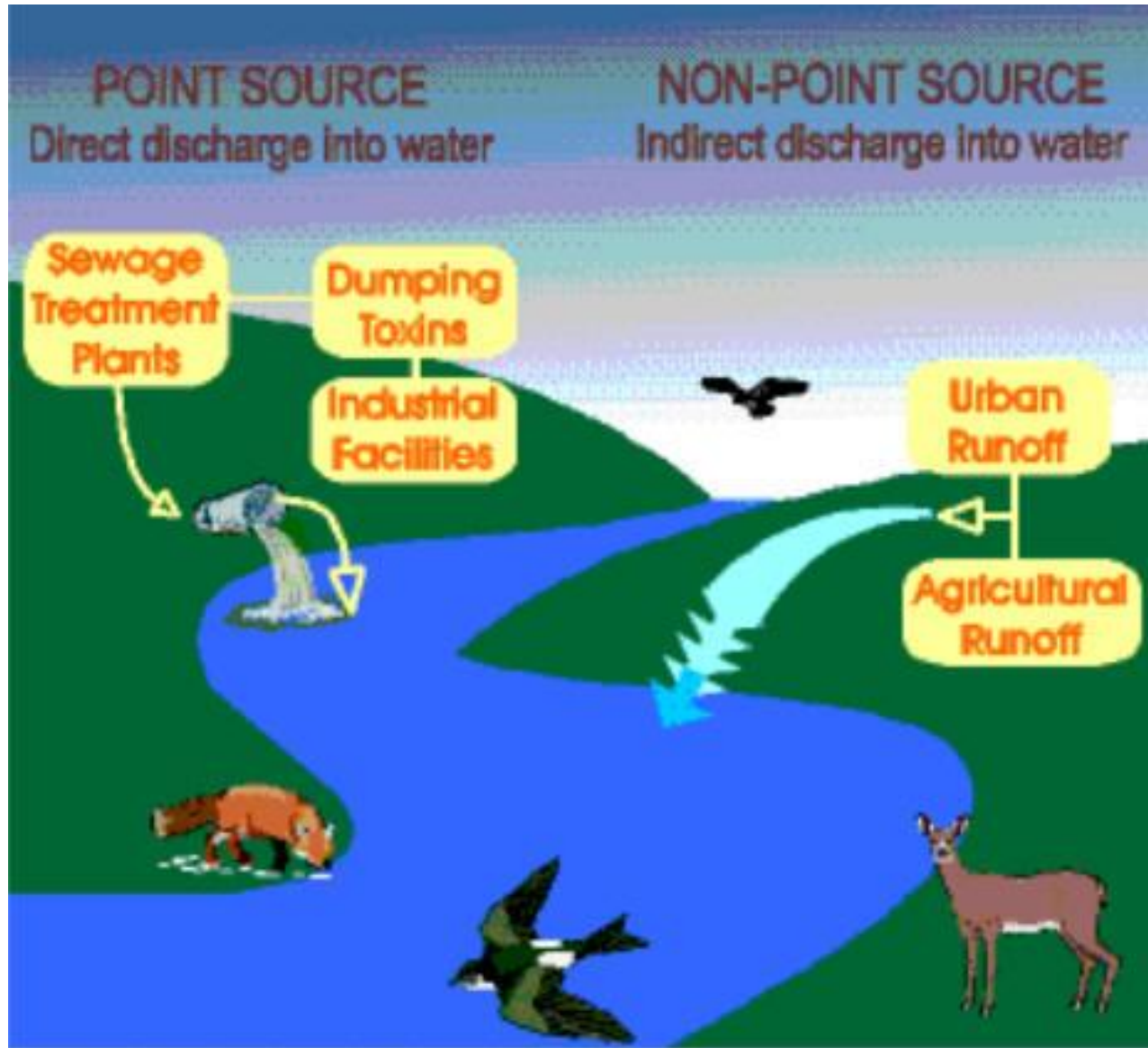


Contoh :

- Buangan sisa pengolahan air limbah
- Pipa pembuangan industri

Contoh :

- Sediments from construction, forestry operations and agricultural lands;
- Bacteria and microorganisms from failing septic systems and pet wastes;
- Nutrients (from fertilizers and yard debris) and pesticides from agricultural areas, golf courses, athletic fields and residential yards;
- Oil, grease, antifreeze, and metals washed from roads, parking lots and driveways;





Pencemaran Air

Persyaratan Kualitas Air Minum

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5

Baku Mutu



Tabel 4. Paramater Fisik Dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Kolam Renang

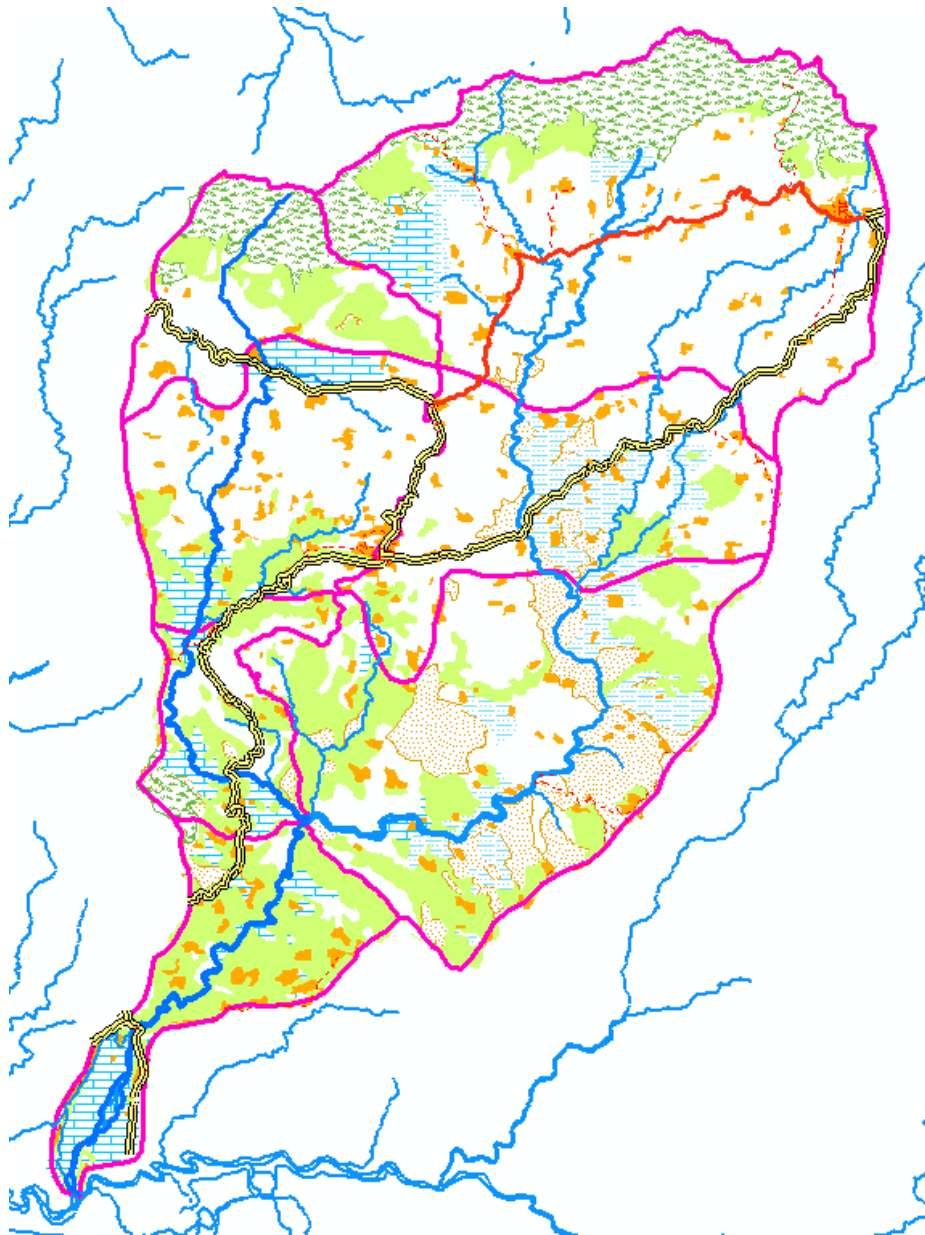
No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)	Keterangan
1.	Bau		Tidak berbau	
2.	Kekeruhan	NTU	0,5	
3.	Suhu	°C	16-40	
4.	Kejernihan	piringan terlihat jelas		piringan merah hitam (Secchi) berdiameter 20 cm terlihat jelas dari kedalaman 4,572 m
5.	Kepadatan perenang	m ² /perenang	2,2	kedalaman <1 meter
			2,7	kedalaman 1-1,5 meter
			4	kedalaman > 1,5 meter










Tabel 5. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Kolam Renang

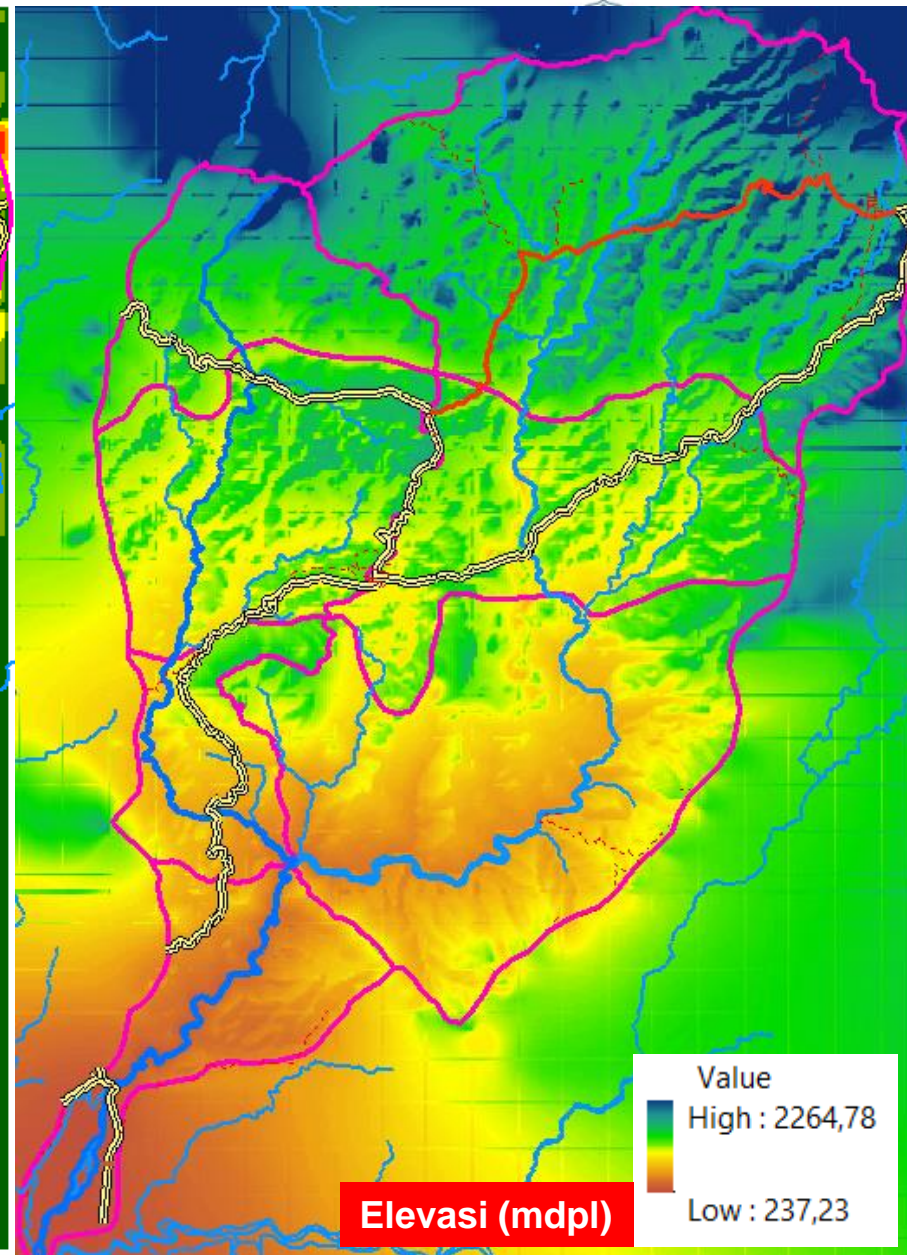
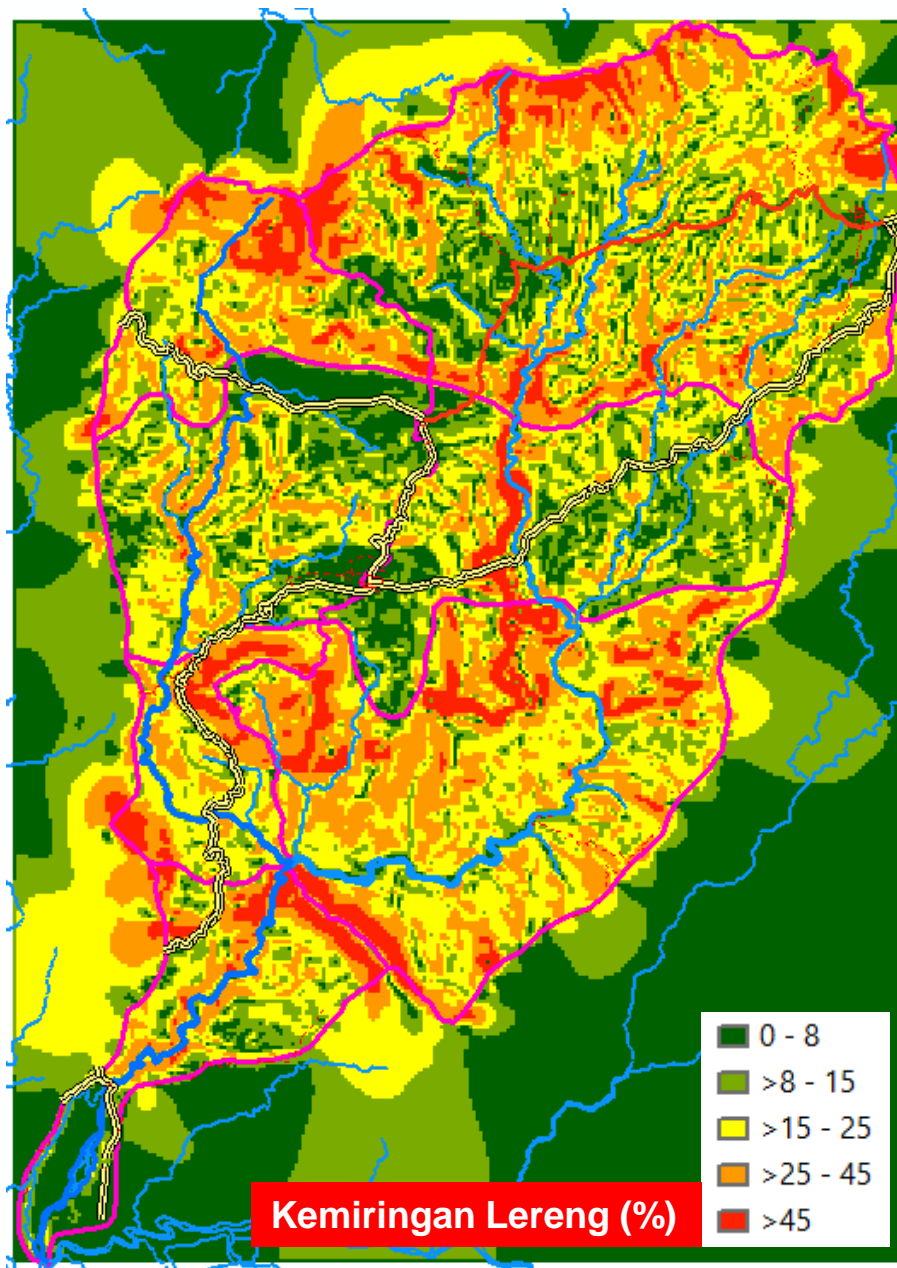
No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)	Keterangan
1.	E. coli	CFU/100ml	< 1	diperiksa setiap bulan
2.	Heterotrophic Plate Count (HPC)	CFU/100ml	100	diperiksa setiap bulan
3.	Pseudomonas aeruginosa	CFU/100ml	<1	diperiksa bila diperlukan
4.	Staphylococcus aureus	CFU/100ml	<100	diperiksa sewaktu-waktu
5	Legionella spp	CFU/100ml	<1	diperiksa setiap 3 bulan untuk air yang diolah dan setiap bulan untuk SPA alami dan panas

Desain Sampling Kualitas Air pada Wilayah DAS

Mari kita desain bersama



-  Air tawar
-  Belukar
-  Hutan
-  Kebun
-  Permukiman
-  Rumput
-  Sawah irigasi
-  Sawah td hujan
-  Tegalan



Representasi kualitas air

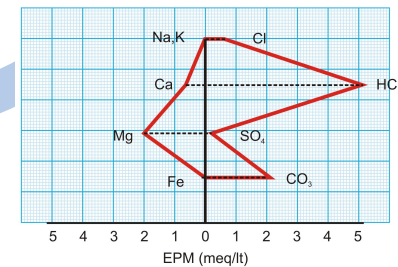
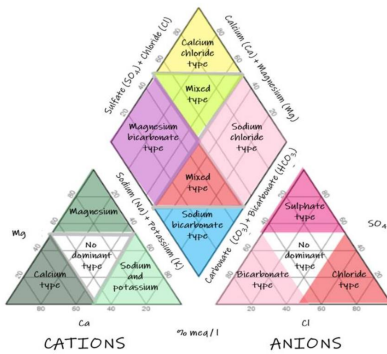
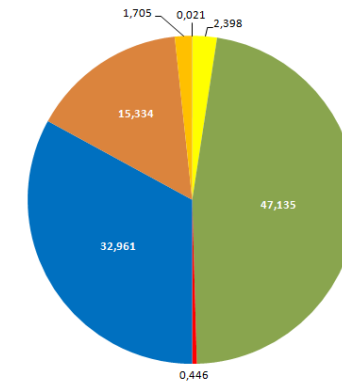
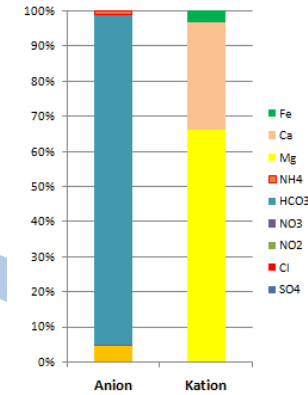
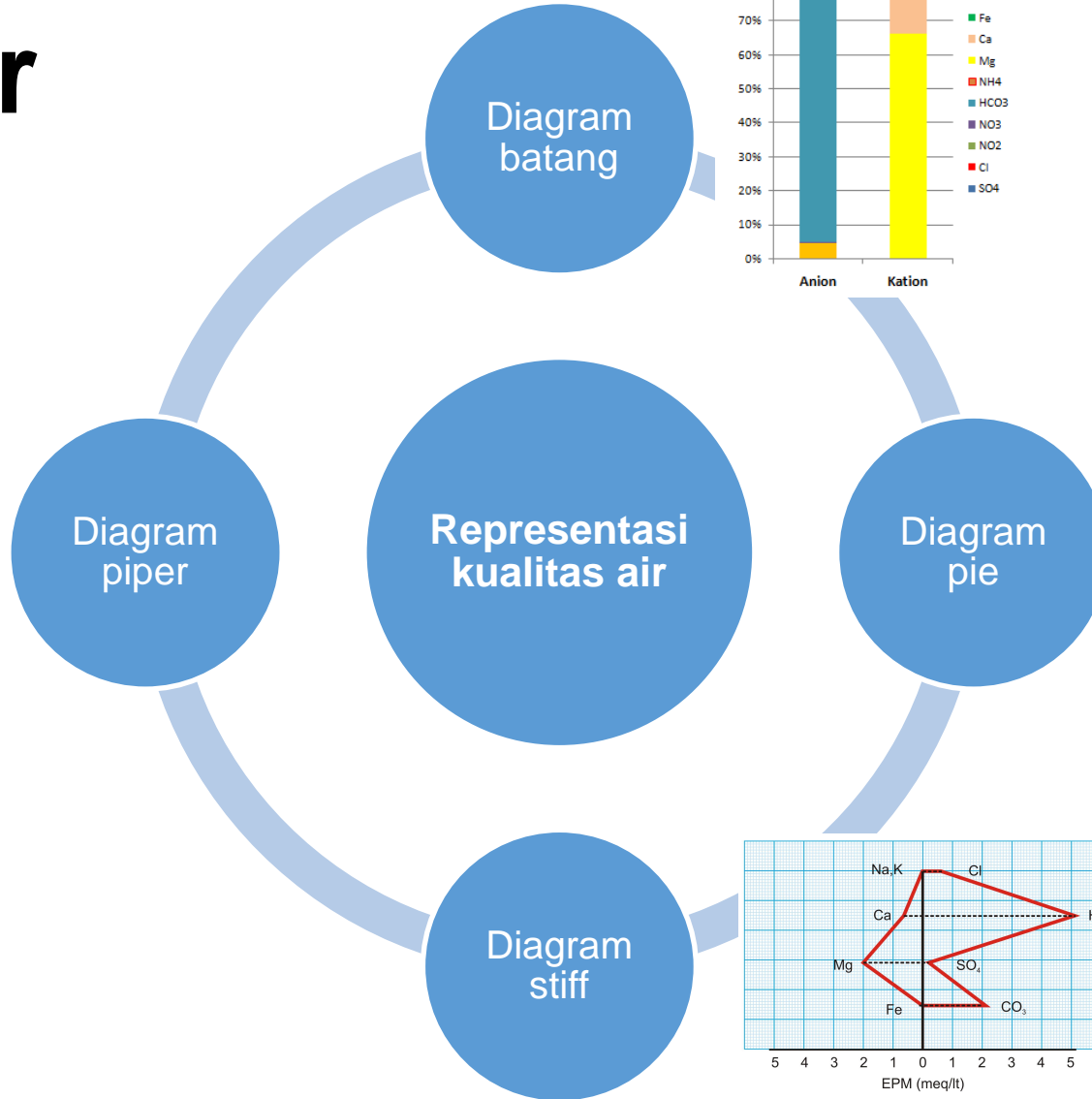




Diagram Batang dan Diagram Pie



TUJUAN:

1. Menganalisis sifat fisik kualitas air sungai Opak meliputi pH, Kekerusuhan, DHL, suhu, total suspended terlarut, warna dan rasa.
2. Menganalisis sifat kimia kualitas air sungai Opak meliputi Kebasaan, Cl, CaCO₃, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Fe⁺⁺, NH₄⁺, NO₃⁻, Dissolved oxygen, dan SO₄²⁻.

DESKRIPSI WILAYAH:

Kecamatan pyungan yang terletak di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta sebagian besar wilayahnya merupakan dataran fluviovolkanic merapi dan berbatasan dengan plato selatan di sebelah tenggara. Sebagai dataran fluviovolkanic, relief daerah ini cukup landai dan memiliki kecukupan air dari aliran sungai Opak. Karena beberapa faktor tersebut daerah ini banyak digunakan sebagai areal persawahan dan permukiman penduduk.

Segmen sungai Opak yang melintasi daerah ini merupakan segmen transportasi yang memiliki ciri muatan sedimen cukup banyak, erosi lateral dan erosi vertikal cenderung berimbang sehingga sungai memiliki kecenderungan tidak teralut dalam dan lebar.

METODE:

1. Metode analisis kualitatif untuk menentukan suhu, warna dan rasa.
2. Metode analisis pH dan DHL untuk penentuan pH dan DHL.
3. Metode Titrasi untuk penentuan kadar Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, CaCO₃, dan Cl.
4. Metode colorimetri dan spektrofotometri untuk penentuan kadar Fe⁺⁺, Fe⁺⁺, NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, dan SO₄²⁻.
5. Metode Turbidimetri untuk penentuan kekeruhan.
6. Metode gravimetri untuk penentuan total suspended terlarut.
7. Metode analisis DO untuk penentuan kadar oksigen terlarut.

HASIL DAN PEMBAHASAN:

1. Sifat Fisik

suhu	warna	rasa	pH	kekeruhan	TSS (gr/ltr)
normal	bening-kehijauan	tawar-anyir	7-7,11	1,4-3,85	0-0,364

Secara umum berdasar dari hasil pengamatan langsung, kondisi sifat fisik air sungai Opak tidak ada penyimpangan yang sangat besar. Suhu sungai Opak cenderung normal karena lokasinya di daerah tropis dan tidak ada kontak dengan sumber panas. Warna air sungai Opak ditentukan oleh kandungan zat/organisme, penggunaan lahan di sekitar sungai dan sumber pencemar begitu juga rasa air. Warna kehijauan pada air menandakan besarnya jumlah fitoplankton yang dipengaruhi oleh besarnya jumlah nutrisi berupa NO₃⁻ dan NO₂⁻ dalam air akibat pupuk pertanian dan perkubanan. Rasa anyir disebabkan oleh kandungan Fe dalam air, pH air cenderung netral ke basa, hal tersebut disebabkan oleh tingginya kandungan HCO₃⁻ akibat tercampur dengan air dari sungai Oyo yang batuanannya bersifat basa (CaCO₃). Kekerusuhan air sungai Opak berfluktuasi dari titik satu ke titik lainnya begitu juga dengan total padatan terlarut tergantung pada banyaknya partikel padatan yang terlarut.

2. Sifat Kimia

HCO ₃ ⁻ (meq/l)	Cl ⁻ (meq/l)	CaCO ₃ (meq/l)	Ca ⁺⁺ (meq/l)	Mg ⁺⁺ (meq/l)	Fe (meq/l)	NH ₄ ⁺ (meq/l)	NO ₃ ⁻ (meq/l)	NO ₂ ⁻ (meq/l)	SO ₄ ²⁻ (meq/l)	DO (mg/l)
0,62-1,06	3,02-10,26	0,89-1,49	22,21-113,84	0,02-0,43	0,007-0,034	0,001-0,005	0,0008-0,0012	0,002-0,006	15,44-19,66	1,48-2,29

Secara umum berdasar analisis laboratorium, didapatkan nilai-nilai kandungan zat terlarut yang tidak melebihi batas yang telah ditetapkan dalam baku mutu air PP 82 tahun 2001 artinya air tersebut memungkinkan untuk dikonsumsi setelah diolah. Keberadaan HCO₃⁻, Ca dan Mg yang tinggi berasal dari campuran air sungai Oyo yang batuanannya dasarnya gampang mempengaruhi kesadahan air sungai Opak, tetapi kesadahanannya hanya bersifat sementara dan hilang ketika direbus. NO₃⁻ dan NO₂⁻ berasal dari aktivitas pertanian, di sebagian besar titik sampel jumlahnya cukup sedikit tetapi di beberapa titik jumlahnya cukup besar dan mempengaruhi jumlah fitoplankton sehingga warna sungai menjadi kehijauan. Kadar NH₄⁺ yang cukup rendah dalam air sungai Opak berasal dari limbah domestik yang dihasilkan oleh permukiman disekitar sungai.



ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI OPAK oleh kelompok 5 praktikum kualitas air 2009
 Ahmad Syukron Prasaja (08/261931/GE/6382) | Aji Bangkit Subekti (08/267728/GE/6519) |
 Efrinda Ari (08/27281/GE/6434) | Estayudha Hayu N.R. (08/267486/GE/6472) | Henky
 Nugraha (08/267253/GE/6439) | Ika Pewista (08/267188/GE/6428) | Kerry Rahmawati
 (08/267216/GE/6434) | M. Chrissa Satriagasa (08/267021/GE/6401) | Trisna Suwastika
 (08/267673/GE/6503) | Wisnu Arianto (08/267731/GE/6514) | Zulfitri Sitompul
 (08/267070/GE/6498)

Asisten praktikum Sadewa Purba Sojati S.Si | Okta Rama Sakti S.Si

PETA LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL AIR

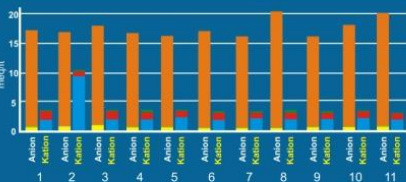
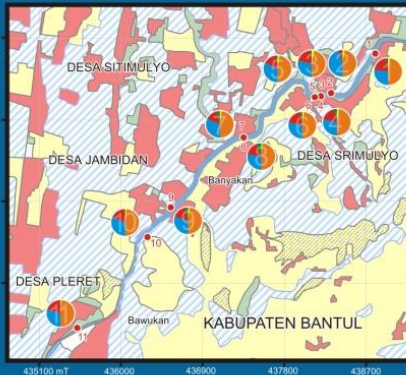


Diagram batang perbandingan kation dan anion sampel air Sungai Opak

Keterangan: Anion (HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻), Kation (Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, Fe⁺⁺)



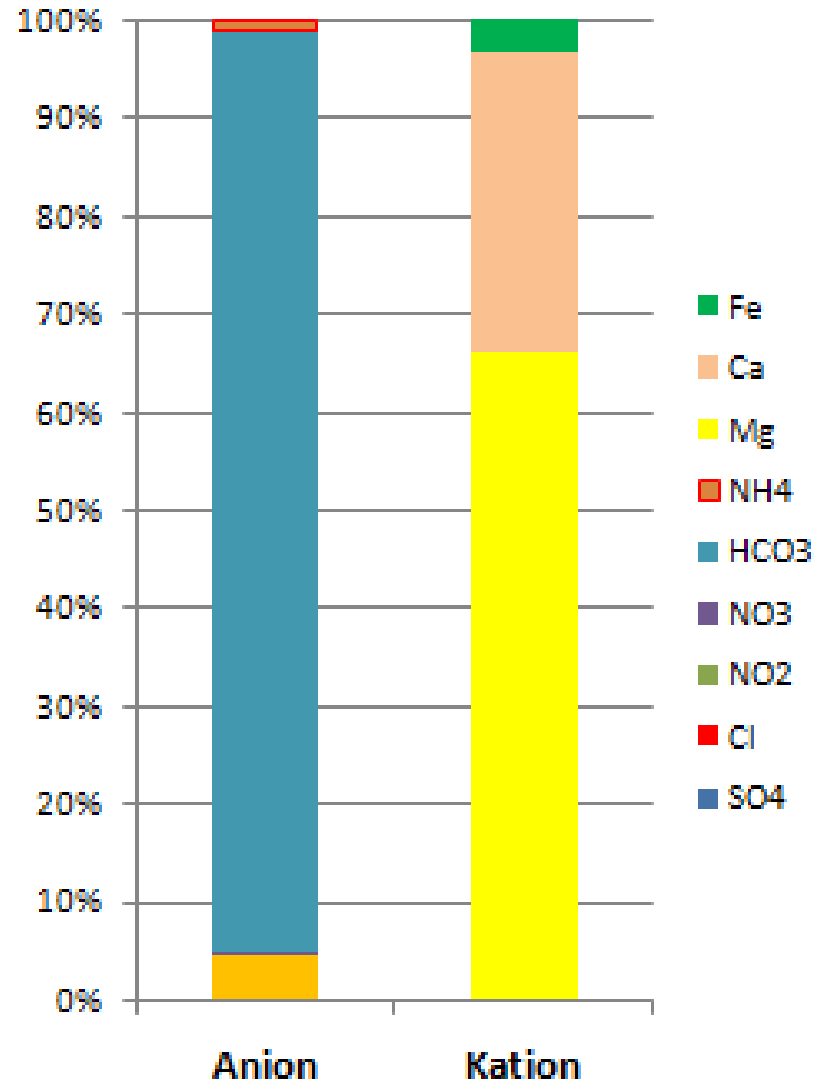
Manfaat sungai Opak bagi warga sekitar. Seorang anak memanfaatkan sungai Opak sebagai sarana rekreasi. Limbah domestik merupakan salah satu dari sumber pencemar yang mempengaruhi kualitas air Sungai Opak.



Diagram Batang

Tabel Hasil Analisis Kualitas Air

Anion



Sampel	Anion	EPM	%	Sudut
Nomor sampel	SO ₄ ²⁻			
	Cl ⁻			
	NO ₂ ⁻			
	NO ₃ ⁻			
	HCO ₃ ⁻			
Σ				

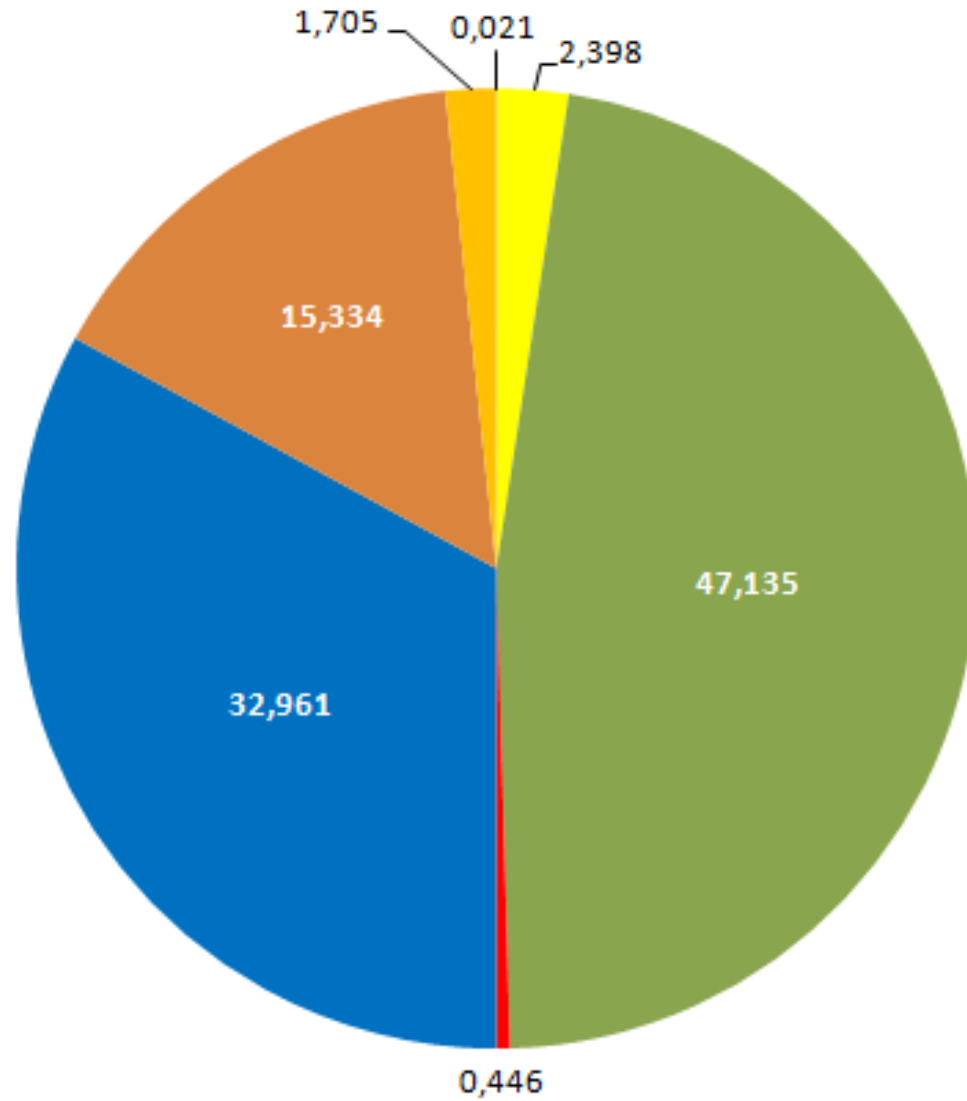
Kation

Sampel	Kation	EPM	%	Sudut
Nomor sampel	Mg ²⁺			
	Ca ²⁺			
	Fe ²⁺			
Σ				



Diagram Lingkaran

Dalam persen (%)



Kation

- Mg
- Ca
- Fe

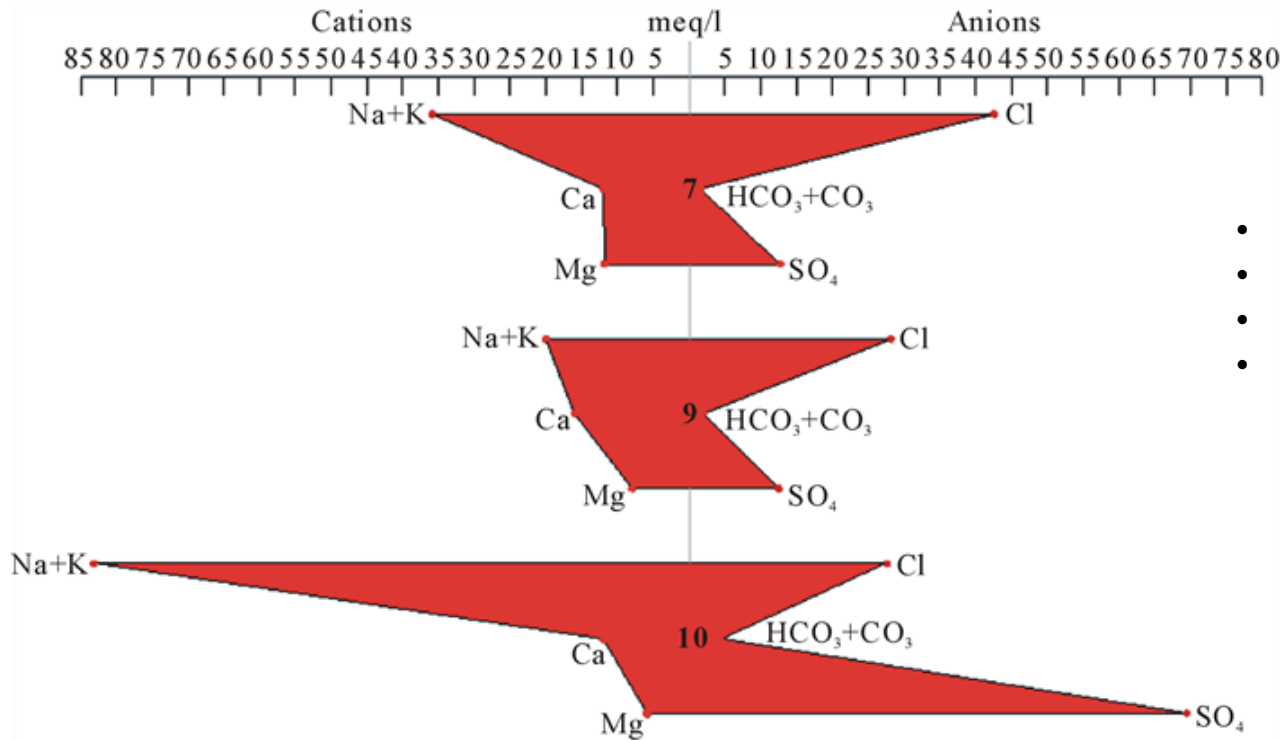
Anion

- SO4,NO2,NO3
- Cl
- HCO3
- NH4



Diagram stiff

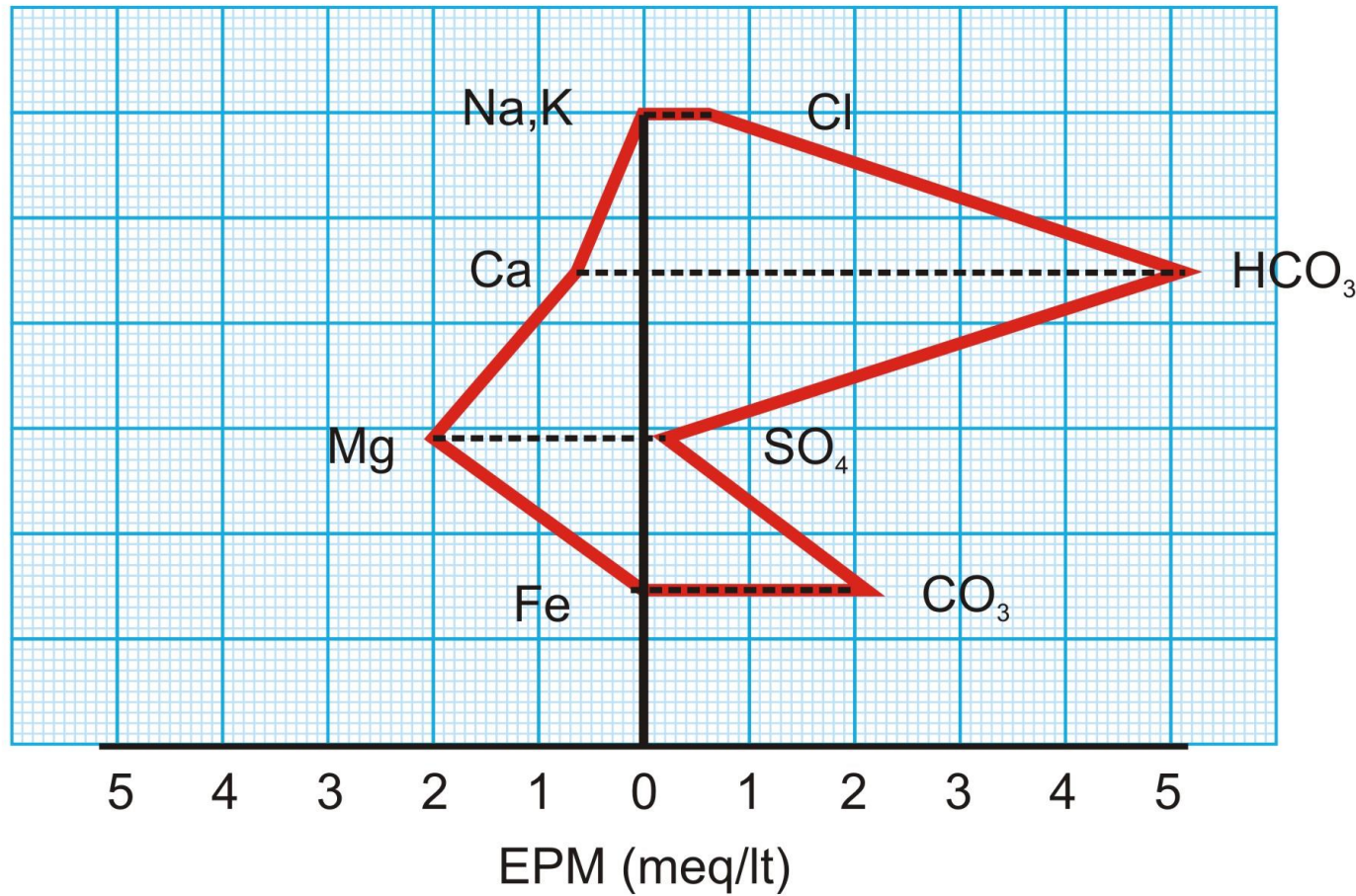
Satuan → meq/L



- Diperkenalkan oleh H.A. Stiff pada tahun 1951
- Merepresentasikan ion utama dari sampel air
- Dibagi menjadi kation (kiri) dan anion (kanan)
- Fungsi diagram stiff :
 - Membantu visualisasi data ion utama secara grafis
 - Mengetahui variasi komposisi ion utama perairan berdasarkan waktu dan lokasi

<http://html.scirp.org>

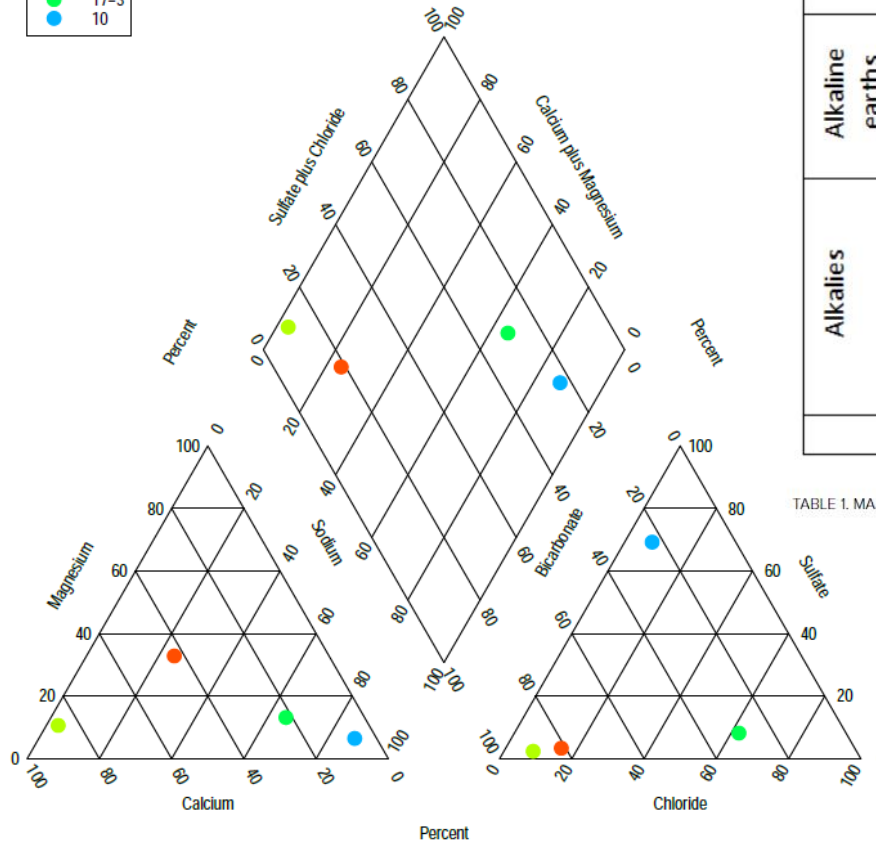
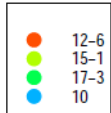
<https://www.revolvy.com>



1 cm = 1 meq/Lt



Diagram piper

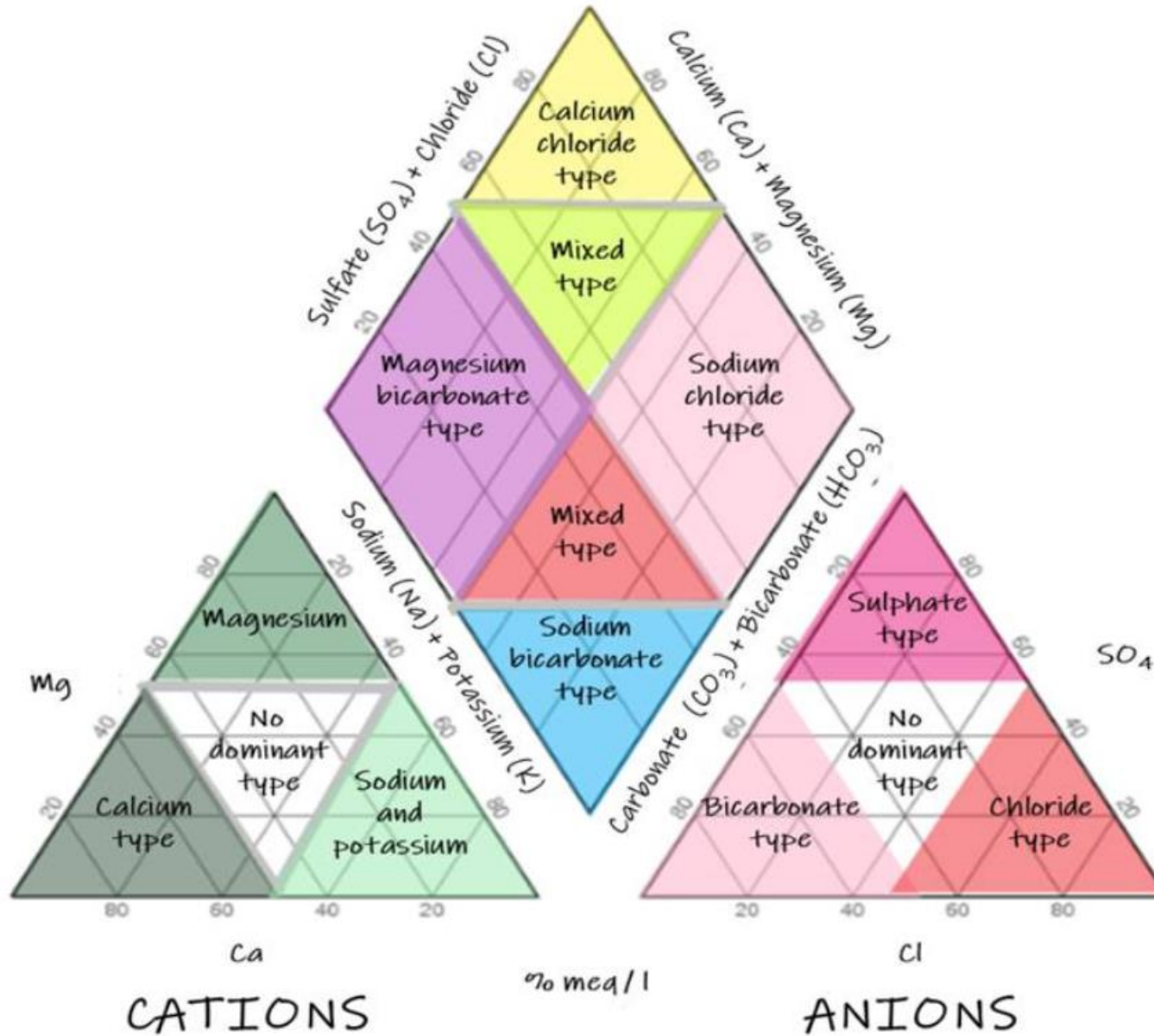


Cations		Reciprocal of combining weight	Anions		Reciprocal of combining weight
Alkaline earths	Calcium (Ca^{2+})	0.0499	Weak acids	Bicarbonate (HCO_3^-)	0.01639
	Barium (Ba^{2+})	0.01456		Carbonate (CO_3^{2-})	0.03333
	Strontium (Sr^{2+})	0.02282		Tetraborate ($\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$)	0.01288
	Magnesium (Mg^{2+})	0.08224		Orthophosphate (PO_4^{3-})	0.03157
Alkalies	Sodium (Na^+)	0.04348		Strong acids	Sulphate (SO_4^{2-})
	Potassium (K^+)	0.02558	Chloride (Cl^-)		0.0282
	Caesium (Cs^+)	0.00752	Iodide (I^-)		0.00788
	Rubidium (Rb^+)	0.0117	Bromide (Br^-)		0.01251
	Lithium (Li^+)	0.14409	Fluoride (F^-)		0.05263
	Ammonium (NH_4^+)	0.05543	Nitrate (NO_3^-)		0.01613
			Nitrite (NO_2^-)		0.02174

TABLE 1. MAJOR AND MINOR CONSTITUENTS OF NATURAL WATER

- Diperkenalkan oleh Arthur M. Piper pada tahun 1994
- Digunakan untuk memahami zat utama yang terlarut dalam air – dipisahkan dalam kation dan anion

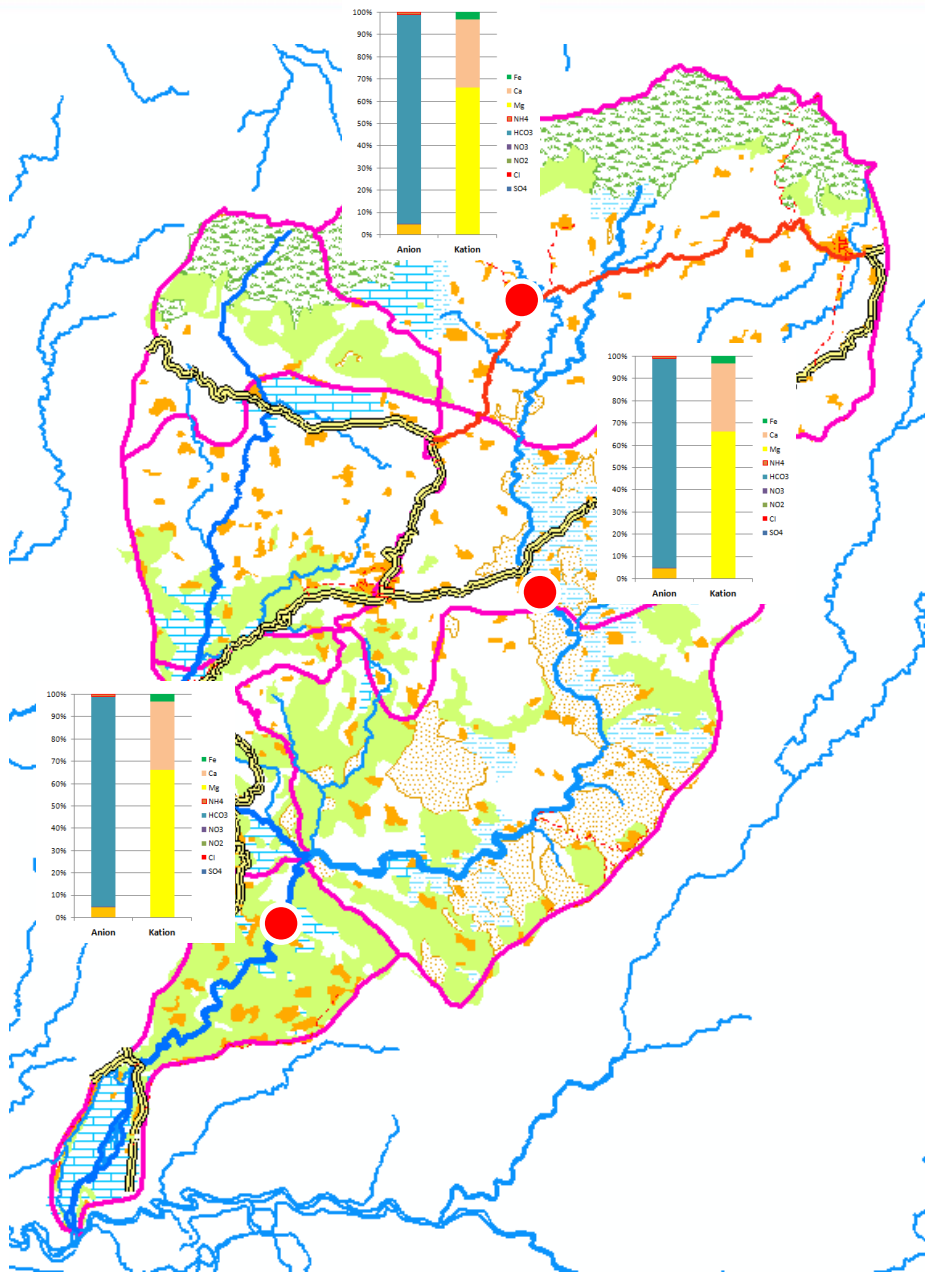
Lorenz, 2016



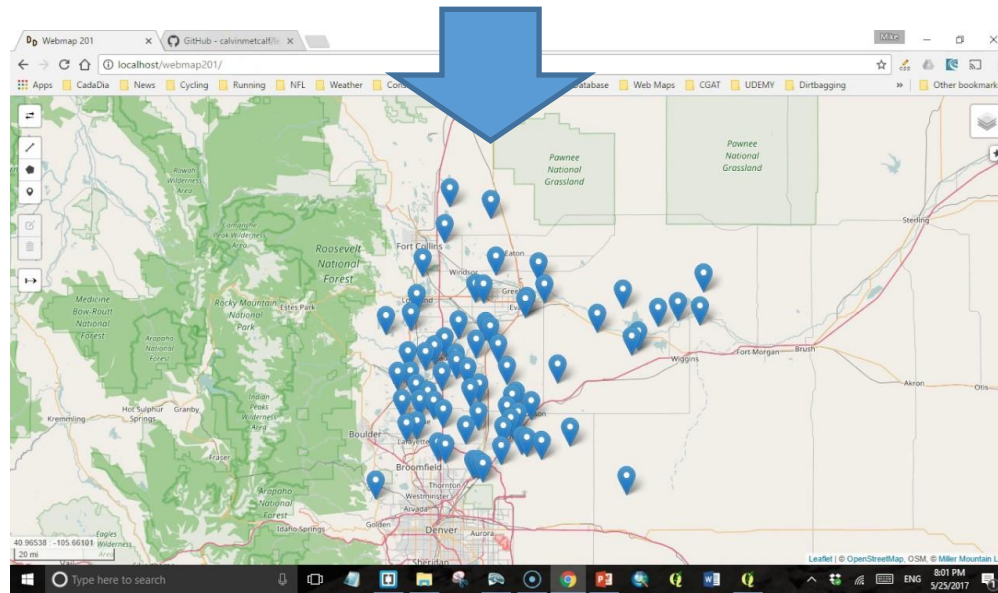
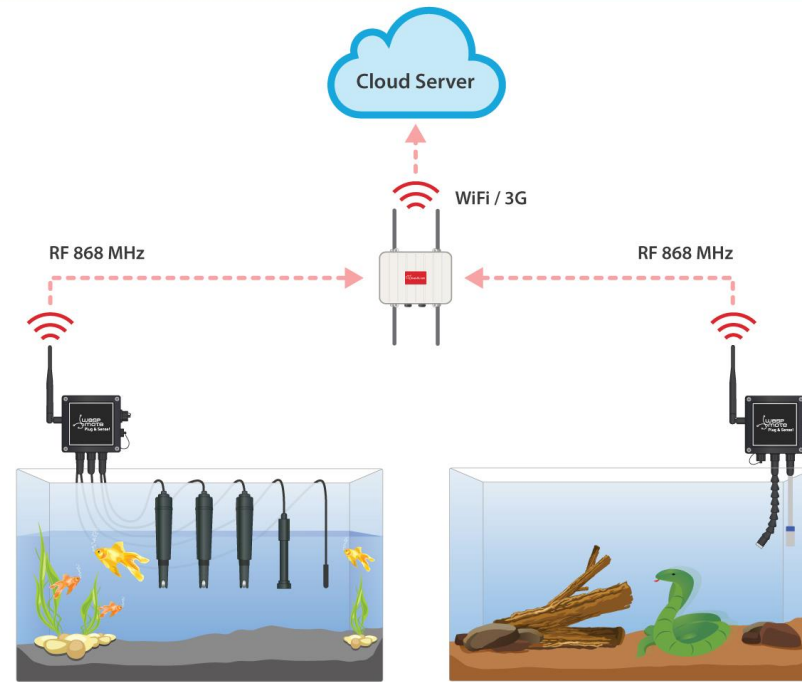
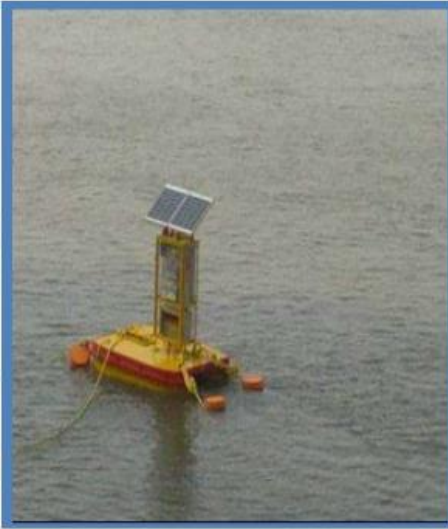
<https://www.hatarilabs.com>



Digabungkan dengan informasi spasial



Real Time Water Quality Monitoring of River Ganga and Yamuna



**Real time
Water Quality
Monitoring**

Web GIS



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

TERIMA KASIH

LOCALLY ROOTED, GLOBALLY RESPECTED

UGM.AC.ID