

## ALAT UKUR POKOK UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS AIR DI PULAU KECIL

### SUBSTANTIAL INSTRUMENTS FOR WATER QUALITY MONITORING ON AN ISLE

---

#### Sensus Wijonarko

Instrumentasi Lingkungan, Puslit KIM-LIPI  
Kompleks Puspiptek, Tangerang 15314  
Email: swijonarko@yahoo.com

**Abstrak:** Isu kekurangan air bersih di pulau kecil sudah lama diketahui. Namun mengingat setiap orang berhak memperoleh air bersih maka kekurangan air tersebut tidak berarti bahwa penduduk di pulau tersebut harus selalu mengkonsumsi air yang melebihi ambang batas baku mutunya. Penelitian dengan metode fenomenologi ini ditujukan untuk mengetahui secara sederhana sumber potensi pencemaran di Pulau Panggang sehingga penduduk setempat dapat memantau secara kontinyu kualitas air setempat yang mereka gunakan. Air alami yang mereka gunakan tersebut berupa air hujan dan air tanah di mana masing-masing rawan dalam aspek keasaman dan keasinan. Untuk itu pengukur-pengukur pH dan keasinan seyogyanya harus ada dan digunakan secara terpadu dengan pengambilan secara cuplik di tempat-tempat tertentu sesuai dengan karakteristik pulau tersebut.

**Kata kunci:** deposisi asam, instrumen, dan penyusupan air laut.

**Abstract:** A clean water deficit issue on small islands has been known since a long time ago. Everyone has a right to obtain clean water; therefore the water deficit does not mean that the inhabitants of the isles always have to consume water above its standard threshold level. This research using a phenomenological method is dedicated to know simply the pollution potential source in Panggang Island so that the local inhabitants can monitor continuously their daily used local water quality. Their daily used nature water was rain water and surface water which usually respectively is prone from the aspects of acidity and salinity. Therefore a pH meter and a salinity meter should be available and utilized integrated with a sampling method on the right place in accordance with the isle characteristic.

**Keywords:** acid deposition, instrument, and intrusion.

## PENDAHULUAN

Air baik dari segi kuantitas maupun kualitas berperan penting dalam kelangsungan kehidupan di Bumi. Air merupakan (1) “darah kehidupan”, (2) bagian tubuh kita yang paling lincah dan sibuk selama 24 jam sehari (Soerjani 1993), serta (3) sumber daya yang sangat esensial dan vital untuk menopang kehidupan, (4) pelarut dan pentransport hara dalam lingkungan hidup dan dalam eksistensi makhluk hidup itu sendiri, dalam tubuh mikroba, tumbuhan, hewan dan manusia, (5) faktor kelentingan yang penting sekali untuk kondisi kehidupan di Bumi, melalui kelembapannya, pengaturan iklim, serta pengaturan suhu di Bumi (Soerjani 1997). Oleh karena itu sudah sewajarnya bahwa setiap orang berhak memperoleh air bersih dan wajib berperan aktif untuk melestarikan keberlangsungan air bersih di muka Bumi.

Sayangnya masih banyak orang yang belum memperoleh air bersih secara proporsional. Penduduk Pulau Panggang, sebagai contoh, acap kali kesulitan memperoleh air bersih. Oleh karena itu, sebagian air yang mereka konsumsi belum memenuhi persyaratan sebagai air bersih, apalagi air minum. Sebagai akibatnya, pada tahun 2004 misalnya,

penduduk Pulau Panggang yang terkena penyakit akibat air (*water borne disease*) yang berupa diare mencapai 213 orang sedangkan penyakit usus lain 171 orang (Puskesmas Pulau Panggang, 05° 44' 16,2" LS, 106° 35' 59,3" BT).

Salah satu sebab penduduk mengkonsumsi air yang relatif belum bersih adalah karena kesulitan menentukan apakah air yang mereka konsumsi termasuk air bersih atau tidak. Pemeriksaan air di laboratorium relatif mahal dan jauh dari tempat ini. Selain itu, kualitas air yang mereka miliki relatif sangat berfluktuasi. Oleh karena itu, pemeriksaan perlu dilakukan berkali-kali. Pemantauan secara organoleptik memang membantu, tetapi hasilnya sangat subyektif. Untuk mengatasi kenyataan tersebut perlu dicari upaya penyederhanaan masalah sehingga penduduk setempat lebih mungkin untuk dapat melakukan pemantauan air secara kontinyu. Masalahnya adalah bagaimana secara sederhana menentukan kualitas air yang dikonsumsi sehingga penduduk setempat dapat melakukannya sendiri atau alat ukur sederhana seperti apa yang dapat dipakai untuk menentukan kualitas air yang dikonsumsi penduduk setempat? Ini masalah penelitian yang akan dikaji dalam tulisan ini.

## TEORI

Alam lewat mekanisme daur hidrologi telah melakukan proses pembersihan diri terhadap air di Bumi secara periodik. Mekanisme ini sangat memadai bilamana manusia hanya menurunkan kualitas lingkungan hidup di dalam kapasitas yang masih mampu ditangani sendiri oleh alam, bukan memberikan beban pencemaran terhadap lingkungan hidup. Pencemaran air diartikan oleh Fardiaz (2003) sebagai penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya.

Tindakan manusia yang acap kali melampaui batas membuat banyak orang kesulitan memperoleh air bersih. Wirjoatmodjo, Assegraf dan Basorie (2002) mengemukakan bahwa air bersih adalah air yang secara fisik jernih, tidak berwarna, tawar, tidak berbau, temperatur normal dan tidak mengandung zat padatan; secara kimiawi memiliki keasaman (pH) netral serta tidak mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3), ion-ion logam dan bahan organik; dan secara biologis tidak mengandung bakteri penyebab penyakit (patogen) dan bakteri non-patogen. Pengertian ini belum memasukkan tinjauan secara radiologis. Jika faktor tersebut dimasukkan, air bersih adalah zat H<sub>2</sub>O yang mempunyai kadar parameter fisik, kimiawi, biologis, dan radiologis yang memenuhi persyaratan tertentu, di mana untuk Indonesia lazimnya menggunakan peraturan dari Departemen Kesehatan Indonesia nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 atau nomor 907/MENKES/ SK/VII/2002 bila merupakan air minum.

Untuk mengetahui kualitas air, dilakukan pengukuran. Secara ringkas, pengukuran ini dapat dilakukan di tempat air itu berada (*insitu*) atau airnya dicuplik untuk diukur (*exsitu*). Sebagian besar pengukuran parameter air memakai cara kedua tersebut.

Salah satu sumber terjadinya polusi air adalah terjadinya deposisi asam. Deposisi asam merupakan proses pengendapan zat, yang mempunyai pH yang lebih kecil dari standar yang digunakan, dari udara ke permukaan bumi. Harga pH, yang ditemukan Sorenson (1909), dalam skala 0 sampai 14 menunjukkan kadar ion H<sup>+</sup> di dalam larutan yang dinyatakan dalam  $-\log$  kadar. Asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) di udara, khususnya di lapisan atmosfer terendah yaitu troposfer, merupakan penyebab terjadinya deposisi asam. Asam sulfat tersebut berasal dari gas SO<sub>2</sub> sedangkan asam nitrat terutama terjadi karena gas NO<sub>x</sub>. Menurut Soemarwoto, sekitar 50 % SO<sub>2</sub> atau NO<sub>x</sub> di atmosfer berasal dari alam sedangkan sisanya berasal dari kegiatan yang dilakukan manusia (antropogenik).

Air laut juga dapat menyebabkan terjadinya polusi air melalui mekanisme intrusi air laut. Intrusi air laut pada dasarnya merupakan proses penyusupan air dari laut ke daratan.

Kehadiran air laut di bawah tanah suatu daratan dapat digambarkan sebagai adanya lapisan air asin yang ditindih dengan lapisan air tawar dan di antara keduanya terdapat lapisan antara (*transition layer or zone*). Jika lapisan antara relatif tipis (sehingga bisa diabaikan) dibandingkan dengan lapisan air tawar maka air tawar dan air asin dapat dianggap tidak bercampur (*immiscible*). Sebaliknya jika lapisan air tawarnya relatif tipis terhadap lapisan antara maka air asin dan air tawar telah bercampur (*miscible*). Salah satu hasil percampuran tersebut diformulasikan dalam teori formasi lensa Ghyben-Herzberg (Chang 2004).

Manusia dengan segala aktivitasnya berpotensi besar untuk mencemari lingkungan lewat pembuangan limbah. Sampah sebagai contoh, akan dapat menghasilkan air lindi yang membahayakan lingkungan hidup.

## **METODOLOGI**

Penelitian dilakukan di Pulau Panggang. Saat penelitian, pulau ini merupakan pulau terpadat di Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu (KAKS) yaitu sekitar 37 ribu jiwa per kilo meter persegi. Oleh karena itu, pulau ini dapat menjadi suatu laboratorium alam yang dapat menggambarkan berbagai masalah kehidupan di tempat-tempat lain seandainya nanti menjadi padat penduduk seperti itu.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode fenomenologi. Lazimnya, metode ini digunakan dalam penelitian ilmu sosial. Meskipun demikian, penulis memakainya dalam ilmu non sosial karena melihat secara ontologi, metode ini mencari sesuatu di balik suatu gejala. Jika demikian, maka metode ini tidak aneh bila digunakan dalam studi ini. Fenomena Mills-Reicke pada tahun 1893 yang menunjukkan bahwa pengolahan atau penyaringan air dapat menurunkan angka kematian secara umum akibat infeksi (Said 2002), sebagai contoh, juga mencari sesuatu di balik suatu penyakit.

Sumber data ditekankan pada pengamatan baik secara langsung maupun tidak langsung. Sumber air alami yang dikonsumsi penduduk Pulau Panggang berupa air hujan dan air sumur. Oleh karena itu, pengamatan tidak langsung diperoleh melalui pemeriksaan air hujan dan air sumur. Air hujan relatif mempunyai karakteristik yang serupa untuk seluruh pulau sehingga pemeriksaannya cukup satu sampel. Hal ini agak berbeda dengan air sumur yang karena berbagai faktor dapat berbeda kualitasnya sehingga dalam penelitian ini menggunakan tiga sampel.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dengan baku mutu airnya. Setelah itu dilanjutkan dengan pencarian pola sumber polusi yang ada. Dari sini akan ditemukan parameter kunci yang dapat dijadikan suatu indikator tentang kualitas air alami yang ada di Pulau Panggang. Selain itu instrumen untuk melakukan pemantauan tersebut juga dapat ditentukan. Dengan penerapan instrumen tersebut dalam pemantauan parameter kunci secara kontinyu, penduduk setempat dapat menentukan sendiri kualitas air yang mereka konsumsi.

## **HASIL DAN BAHASAN**

Hasil pengukuran (tabel 1) menunjukkan bahwa secara umum air hujan setempat mempunyai parameter pH yang berada di bawah standar air bersih. Meskipun demikian, air hujan tersebut menunjukkan tentang belum terjadinya deposisi basah di daerah kajian. Deposisi basah terjadi bila pH air hujan tersebut di bawah 5,6 (Soerjani 1997).

Hasil pengukuran air sumur menunjukkan tentang banyaknya parameter yang melampaui ambang batasnya. Secara umum, hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas air

sumur tersebut mendekati karakteristik air laut. Dengan demikian, air sumur tersebut secara umum telah terintrusi. Ada beberapa alasan lain yang memperkuat hal itu. Pertama, hasil pengamatan secara organoleptik menunjukkan bahwa air sumur tersebut umumnya memedihkan mata, mengakutkan rambut, dan meninggalkan bekas rasa di kulit. Kedua berdasar wawancara tidak terstruktur, air sumur acap kali payau. Ketiga, struktur tanah bagian atas di Pulau Panggang berupa pasir sehingga mudah disusupi air laut. Keempat, permukaan air sumur dangkal banyak mengikuti tinggi permukaan air laut. Kelima berdasar hasil perhitungan neraca air di pulau ini (Wijonarko 2006), jumlah permintaan air melebihi penyediaannya. Keenam, perubahan buaian (*fluctuation*) air sumur dangkal akibat curah hujan cepat kembali ke tinggi sekitar permukaan air lautnya. Ketujuh dari perbandingan antara kandungan klorida (yang dalam penelitian ini diwakili  $\text{CaCO}_3$ ), yaitu unsur terbanyak dalam air laut, dengan bikarbonat (yang dalam penelitian ini diwakili  $\text{CO}_3^{2-}$ ), yaitu unsur terbanyak dalam air tanah, (*chloride bicarbonate ratio* dari Todd, 1980 yang disitir Direktorat Geologi Tata Lingkungan 1996) menunjukkan bahwa intrusi-intrusi di Stasiun 1 berada dalam tingkatan sedang, Stasiun 2 agak tinggi, dan Stasiun 3 pada saat itu merupakan air tawar (tabel 1).

**Tabel 1.** Perbandingan unsur klorida dengan bikarbonat di Stasiun-stasiun 1, 2, dan 3.

| Nisbah klorida dengan bikarbonat |           |           |
|----------------------------------|-----------|-----------|
| Stasiun 1                        | Stasiun 2 | Stasiun 3 |
| 2,80                             | 4,63      | 0,43      |

Hasil pengukuran koliform keseluruhan juga menunjukkan air sumur penduduk belum memenuhi persyaratan air bersih. Dengan demikian sekurang-kurangnya ada tiga potensi penyebab penurunan kualitas air yang dikonsumsi penduduk setempat, yaitu kemungkinan deposisi asam, intrusi, dan pencemaran limbah domestik seperti ditunjukkan pada gambar 1. Deposisi asam terjadi terutama karena asam sulfat dan nitrat yang masuk dalam air hujan yang mereka konsumsi. Intrusi air laut mengenai air sumur. Pencemaran limbah yang didominasi dari domestik karena industri belum berkembang di daerah ini meningkatkan kadar bakteri dan kemungkinan biota-biota lainnya.

Berdasar analisis tersebut, dengan demikian ada tiga parameter kunci untuk mendeteksi kualitas air di Pulau Panggang, yaitu keasaman di air hujan serta salinitas dan bakteri di air sumur. Bakteri umumnya akan mati setelah air direbus sampai mendidih. Oleh karena itu, parameter ini tidak perlu dipantau. Dengan demikian pemantauan cukup dilakukan untuk melihat kadar keasaman dalam penampung air hujan (PAH) dan salinitas dalam air sumur, di mana masing-masing menggunakan pH meter dan salinometer. Kedua alat ini tersedia di pasaran dalam bentuk *portable* dan dalam kisaran harga yang relatif terjangkau oleh penduduk setempat, apalagi bila dibiayai bersama. Untuk itu perlu ada musyawarah penduduk setempat untuk menyediakan alat-alat tersebut dan pengaturan tentang pemantauannya termasuk di antaranya orang yang melakukan pemantauan tersebut.

**Tabel 1.** Kualitas air hujan dan sumur di daerah kajian.

| No | Parameter dan Satuan                                      | NAB Air Bersih (416/MENKES/PER/IX/1990) | NAB Air Minum (907/MENKES/SK/VII/2002) | Air Hujan Stasiun 1 | Air sumur Stasiun 1 | Air sumur Stasiun 2 | Air sumur Stasiun 3 |
|----|---|---|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| I  | FISIKA  |   |  |                     |                     |                     |                     |
| 1  | Warna [TCU]   | 50                                      | 15                                     | 10                  | 12,5                | 7,5                 | 10                  |
| 2  | Rasa dan bau  | -                                       | Tak berasa dan tak berbau              | Tidak               | Tidak               | Tidak               | Tidak               |
| 3  | Temperatur [ $^{\circ}$ C]                                | Suhu udara $\pm$ 3 $\Phi$ C             | Suhu udara $\pm$ 3 $\Phi$ C            | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 4  | Kekeruhan [NTU]   | 25                                      | 5                                      | 0,9                 | 0,2                 | 0,2                 | 0,5                 |
| 5  | <b>Jumlah zat padat terlarut [mg/l]</b>                   | 1500                                    | 1000                                   | 135                 | <b>9750</b>         | <b>2660</b>         | 393                 |
| II | KIMIA   |   |  |                     |                     |                     |                     |
| 1  | <b>pH</b>   | 6,5 – 9                                 | 6,5 – 8,5                              | <b>6,0</b>          | 7,9                 | 7,8                 | 7,5                 |
| 2  | Khlorin [mg/l]  | *                                       | 5                                      | 0                   | 0                   | 0,08                | 0                   |
| 3  | <b>Kesadahan (CaCO<sub>3</sub>) [mg/l]</b>                | 500                                     | 500                                    | 16,64               | <b>2527,2</b>       | 399,50              | 197,78              |
| 4  | Besi [mg/l]   | 1,0                                     | 0,3                                    | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
| 5  | <b>Mangan [mg/l]</b>                                      | 0,5                                     | 0,1                                    | 0                   | 0,075               | <b>0,154</b>        | 0,048               |
| 6  | <b>Klorida [mg/l]</b>                                     | 600                                     | 250                                    | 21,62               | <b>7069,01</b>      | <b>1847,78</b>      | 85,94               |
| 7  | <b>Sulfat [mg/l]</b>                                      | 400                                     | 250                                    | 1                   | <b>440</b>          | 244                 | 30                  |
| 8  | <b>Nitrat (sebagai NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) [mg/l]</b> | 10                                      | 50                                     | 0                   | <b>33,6</b>         | 0,11                | 0,07                |
| 9  | Nitrat (sebagai NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [mg/l]     | 1,0                                     | 3                                      | 0                   | 0,044               | 0,025               | 0,023               |
| 10 | Deterjen  | 5                                       | *                                      | 0,054               | 0,242               | 0,13                | 0,087               |
|    | Biologis  |   |  |                     |                     |                     |                     |
| 1  | <b>Koliform keseluruhan (MPN) [/100 ml]</b>               | Perpipaan 10<br>Non perpipaan 50        | 0                                      | *                   | *                   | 240                 | 240                 |

Keterangan:

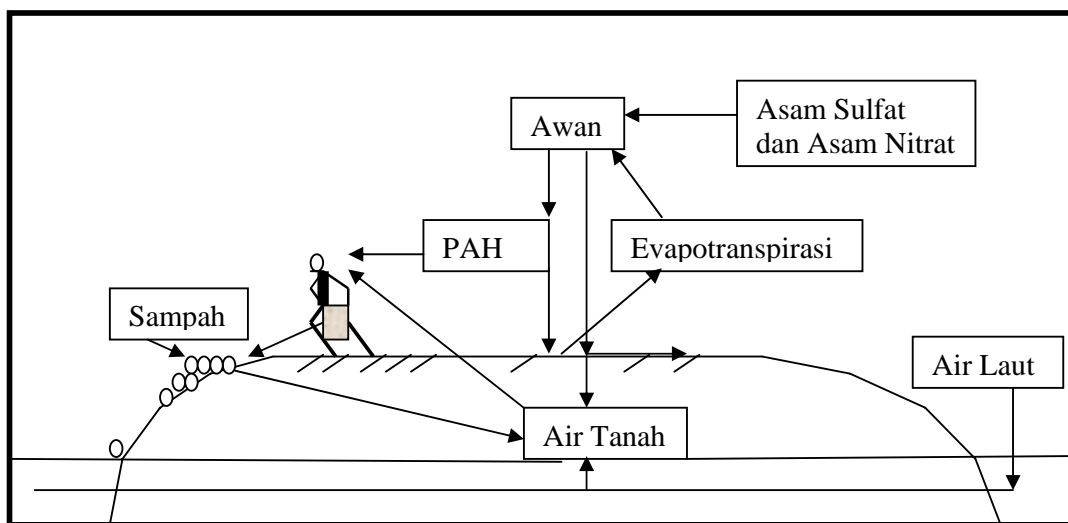
Parameter yang dicetak tebal tidak memenuhi nilai ambang batasnya (NAB).

Air di Stasiun 1 diambil pada saat musim kemarau.

Air di Stasiun 2 dan 3 diambil saat musim penghujan.

Stasiun 2 tempatnya dikelilingi semen dan di tengah pulau.

Stasiun 3 tempatnya terbuka dan di dekat pantai.



**Gambar 1.** Model yang disederhanakan tentang sumber-sumber pencemar air di Pulau Panggang.

## KESIMPULAN

Dari uraian di depan dapat disimpulkan bahwa bila karakteristik polusi air di Pulau Panggang masih seperti yang disajikan dalam Gambar 1 maka alat ukur yang dibutuhkan adalah pH meter dan salinometer (*salinity meter*) di mana masing-masing dipakai untuk mendeteksi air hujan dan air sumur yang akan dikonsumsi.

## Saran

Disarankan agar penduduk setempat memiliki alat pengukur pH dan salinitas yang operasional dan terkalibrasi baik, mengorganisasi pemantauan air dengan alat-alat tersebut, memperlakukan air dengan baik seperti berdoa sebelum minum karena antara lain berdasar temuan Emoto (2006), air dapat menangkap dan bereaksi terhadap uap. Jika uap tersebut baik, air akan membentuk kristal yang indah, dan sebaliknya jika uap tersebut tidak baik, air akan membentuk kristal yang kacau dan bahkan tidak membentuk kristal.

## Daftar Pustaka

- Chang M. Salt Water Vs. Fresh Water – Ghyben-Herzberg Lens. (<http://geography.miningco.com/library/misc/ucghyben.htm>). 2004.
- Direktorat Geologi Tata Lingkungan. Studi Observasi Intrusi Air Laut/asin di Wilayah DKI Jakarta, Jakarta: Dinas Pertambangan (1996): p. 33.
- Emoto, E. The True Power of Water, MQ Publishing, Bandung (2006): 191 p.
- Fardiaz, Srikandi. Polusi Air & Udara, Kanisius, Yogyakarta (1992): p. 19.
- Said, N.I. Kualitas Air Minum dan Dampaknya terhadap Kesehatan, BPPT, Jakarta (2002): p. 11.
- Soemarwoto, O. Indonesia dalam Kancah Isu Lingkungan Global, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta (1992): p. 218 - 229.
- Soerjani, M. Catatan Sejarah Gerakan Ciliwung Bersih, Sekretariat Gerakan Ciliwung Bersih, Jakarta (1993): p. 2.
- ..... Air, Makna, Masalah dan Pengelolaan Air Limbah Perkotaan di Jakarta, Jakarta (1997): p. i.
- Sorenson S. P. L., "Enzyme Studies II. The measurement and Meaning of Hydrogen Ion Concentration in Enzymatic Processes", Biochemische Zeitschrift 21, 131 – 200, 1909, (Edwin Thall website: <http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/Chem-History/Sorenson-article.html>).
- Wijonarko, S. "Neraca Air: Konsep yang Perlu Dimasukan dalam Alat Pemantau Kuantitas Air." Jurnal Teknik Lingkungan Buku 2 (Eds. Priana Sudjono, Fadjar Lucia Nugroho dan Wahyono Hadi), ITB, Bandung, (2006): pp. 299– 306.
- Wirjoatmodjo, Nuning, Fardah Assegraf, dan W. D. Basorie. Tata Laut, Tertib Darat Panduan Mengurangi Limbah Darat untuk Melindungi Laut, UNESCO Jakarta Office, Jakarta, 2002, p. 86.