

APLIKASI WHISKER BOX PLOT TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI DI INDONESIA TAHUN 2007

Dewi Ratnaningsih¹

ABSTRACT

The aim of this report is in order to illustrates the overall river water quality in Indonesia in the form of whisker box plot graph. Whisker box plot is a convenient way of graphically depicting groups of numerical data trough five numbers summaries: the smallest observation, lower quartile, median, upper quartile and largest observation. Median value is usefull tool to arrange the position of each river in the graph to indicated the level of river water pollution compared with each other. River water data were collected from all over Indonesia including 33 rivers of 30 provinces in 2007 and separated regarding to five regional areas including Jawa , Sumatera, Kalimantan, BaliNusra and Sumapua regional area. The result indicated that DO, BOD, COD, fenol, fecal coli and total coliform were major pollution of river water in Indonesia. According to the median value of each parameter including BOD, COD, NO₃, NH₃, T-P, oil & grease and MBAS, Anafre river located in Papua Province were more polluted than other rivers in Indonesia. Fecal coli and total coliform were also tend to be major pollution of the river located in dense population of Jawa regional area including Ciliwung river in Jakarta. Batu Merah and Batu Gajah river located in Maluku Province were also tend to be high contaminated by fecal coli. Regarding to these condition it is necessary to manage river water quality in order to keep the river water quality suitable for creature or human life, since domestic, industrial, agricultural and animal husbandry waste have affected the river water quality.

Keyword: Whisker box plot, Median, Persentile, Regional area

PENDAHULUAN

Data hasil pemantauan dapat memberikan informasi yang bermanfaat jika diolah dan ditampilkan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Analisis statistik pendahuluan dibutuhkan untuk mengolah data mentah menjadi tampilan informasi yang berarti. Dalam analisis data, umumnya terdapat hal mendasar yang perlu dipertimbangkan yaitu analisis parametrik atau nonparametrik. Penggunaan analisis parametrik baik untuk analisis statistik tradisional maupun yang lebih lanjut sangat tergantung pada konfirmasi data terhadap pola distribusi tertentu⁽¹⁾. Yang umum digunakan adalah distribusi normal. Contoh analisis parametrik adalah nilai rata-rata dan standar deviasi. Analisis statistik lainnya yang mendasar adalah nonparametrik atau distribusi bebas yang menyatakan diskripsi atau

gambaran dan tidak membuat asumsi terhadap data yang akan diaplikasikan. Median dan persentile merupakan analisis nonparametrik.

Jika data sesuai dengan distribusi yang disyaratkan maka penggunaan analisis statistik parametrik mempunyai kekuatan yang lebih baik dibandingkan analisis nonparametrik. Yang menjadi permasalahan adalah umumnya data kualitas air tidak mudah dipastikan dan tidak terdistribusi secara normal sehingga penggunaan analisis statistik nonparametrik lebih sesuai⁽¹⁾.

Grafik *whisker box plot* merupakan salah satu cara yang mudah untuk menggambarkan kelompok data numerik yang ditampilkan dalam bentuk ringkasan lima angka yaitu nilai observasi terkecil, *quartile* bawah, median, *quartile* tertinggi dan nilai observasi tertinggi⁽²⁾. *Quartile* merupakan nilai yang membagi kelompok data ke dalam empat bagian

¹Pusat Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan-Deputi VII-KLH; Kawasan PUSPIPEK Gedung 210, Jl. Raya PUSPIPEK –Serpong, Tangerang, Banten, 15310-Indonesia, Telp 021-7560983, Email: dewirinie@yahoo.com.

kriteria mutu air (KMA) kelas I dan KMA kelas II PP 82/2001⁽⁴⁾.

Grafik *whisker box plot* yang dihasilkan hanya menampilkan data apa adanya yang diperoleh dari masing-masing 30 provinsi sehingga informasi yang dihasilkan dalam grafik tersebut sangat dipengaruhi pada kebenaran data dari 30 provinsi sebagai penghasil data primer.

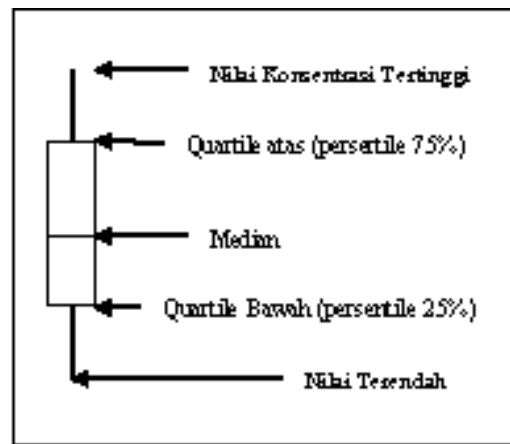
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data pemantauan kualitas air sungai di Indonesia tahun 2007 yang ditampilkan dalam bentuk grafik *whisker box plot* dapat dilihat kecenderungan kualitas air sungai di masing-masing wilayah regional di Indonesia. Secara umum pH air sungai berada pada kondisi normal. Kondisi pH normal atau pH antara 6-9 ditemukan di semua titik *sampling* sungai yang dipantau di wilayah regional Jawa, BaliNusra dan Sumapua. Nilai pH yang tidak memenuhi standar KMA kelas I dan II PP 82/2001 dan cenderung rendah atau asam ditemukan pada sebagian titik *sampling* sungai di wilayah regional Sumatera dan Kalimantan. Kondisi pH yang rendah dimungkinkan dari *efluen* limbah yang masuk dalam air sungai atau terjadi secara alamiah karena pengaruh dari lahan gambut. Nilai pH terendah dite-

mukan pada titik *sampling* di sungai Kahayan Kalimantan Tengah (Gambar 2).

Tampilan grafik *whisker box plot* untuk parameter DO yang telah diurutkan berdasarkan nilai median di masing-masing wilayah regional menunjukkan bahwa sungai Citarum Jawa Barat mempunyai kualitas paling buruk dibandingkan dengan sungai lain, baik di wilayah regional Jawa maupun wilayah regional lainnya.

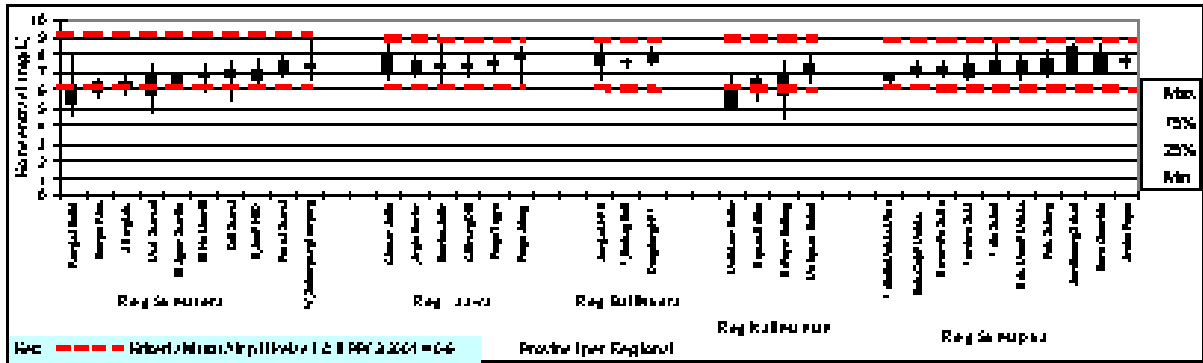
Untuk wilayah regional Sumatera, Sungai Batang Agam Sumatera Barat mempunyai kualitas air paling bagus, sedangkan Sungai Air Bengkulu mempunyai kualitas terburuk. Sungai di wilayah regional Sumapua mayori-



Gambar 1. Sketsa *whisker box plot*.

Tabel 1. Pembagian Provinsi dalam Lima Wilayah Regional di Indonesia

Regional Sumatera		Regional Sumapua		Regional BaliNusra		Regional Jawa	
Provinsi	Sungai	Provinsi	Sungai	Provinsi	Sungai	Provinsi	Sungai
NAD	Krueng Aceh	Sulut	Tondano	Bali	Tukad Badung	Banten	K. Angke
Sumut	Percut	Sukel	Tallo	NTT	Dengdeng	DKI	Ciliwung
	Deli		Jeneberang	NTE	Jangkook	Jabar	Citarum
Riau	Kamper	Gorontalo	Bone			Jateng	Progo
Sumbar	Batang Agam	Suheng	Pali	Regional Kalimantan		DIY	Progo
Jambi	Batanghari	Sultra	Konaweha	Provinsi	Sungai	Jatim	Brantas
Bengkulu	Air Bengkulu	Maboku	Batu Cijah	Kalbar	Kapuas		
Sumsel	Musi		Batu Merah	Kaleng	Kahayan		
Lampung	W. Sekampung	Mal-Ut	Tabobo	Kalsel	Martapura		
Bangka Belitung	Ranghri	Papua	Arafre	Kaltim	Mahabam		



Gambar 2. pH air sungai di Indonesia

yang sama, sehingga tiap bagian mewakili seperempat bagian kelompok data tersebut³. Box plot dapat menampilkan perbedaan antara populasi data tanpa membuat berbagai asumsi yang terkait dengan aturan distribusi dalam statistik. Dengan tampilan grafik *whisker box plot* dapat digambarkan kondisi kualitas air 33 sungai di Indonesia secara bersamaan.

METODOLOGI

Untuk melihat kualitas air sungai di Indonesia dalam bentuk tampilan grafik *whisker box plot* dibutuhkan kelompok data hasil pemantauan kualitas air sungai per parameter di Indonesia⁽⁵⁾. Data primer kualitas air sungai tersebut diperoleh dari 30 provinsi di Indonesia dengan minimal 6 titik *sampling* dan frekuensi pengambilan sampel minimal dua kali dalam setahun.

Data tiap sungai di tiap provinsi tersebut dikelompokkan dalam lima wilayah regional yaitu wilayah regional Sumatera, Jawa, BaliNusra, Kalimantan dan Sumapua (Tabel 1).

Grafik *whisker box plot* dibuat dengan cara mengelompokkan data hasil pemantauan kualitas air sungai per parameter untuk tiap sungai.

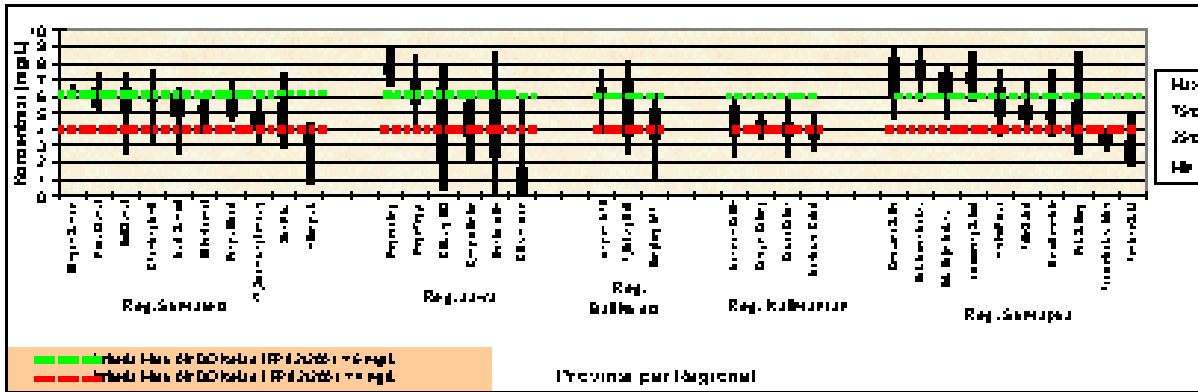
Data per parameter dalam masing-masing ke-

lompok tersebut kemudian diurutkan dari urutan terkecil sampai tertinggi. Dari urutan data per parameter dalam satu sungai tersebut akan didapatkan nilai konsentrasi tertinggi, nilai konsentrasi terendah, nilai median atau nilai tengah, nilai persentil 75% dan nilai persentil 25%. Setelah nilai tersebut diperoleh, maka dapat digunakan untuk membuat grafik *whisker box plot* (Gambar 1).

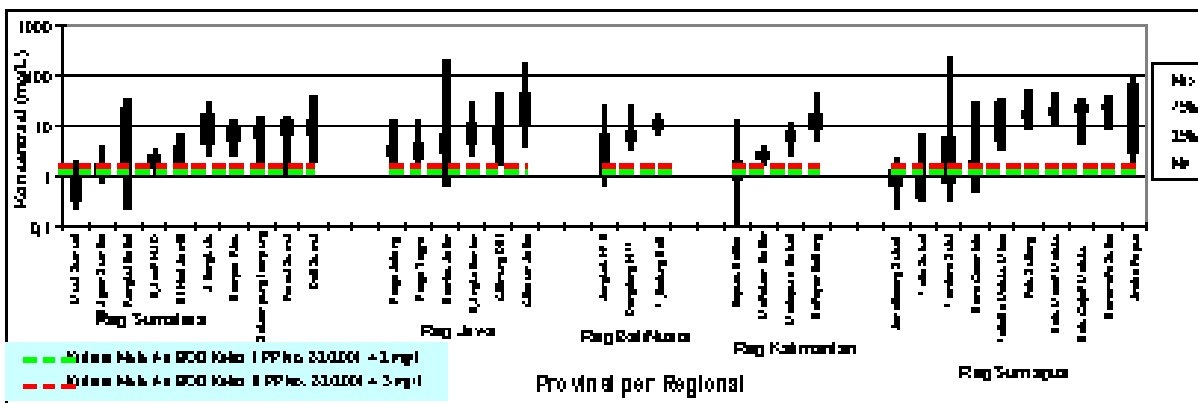
Satu *whisker box plot* merepresentasikan kualitas air per parameter per satu sungai, kemudian dibandingkan dengan sungai lainnya dalam masing-masing wilayah regional. Posisi sungai dalam masing-masing wilayah regional diurutkan berdasarkan nilai median dengan urutan paling awal menunjukkan nilai median yang mengindikasikan kualitas air paling baik ke urutan paling akhir yang mengindikasikan kondisi kualitas air sungai paling buruk.

Parameter pemantauan yang ditampilkan dalam bentuk *whisker box plot* meliputi parameter pH, DO, BOD, COD, TSS, TDS, NO₂, NO₃, NH₃, T-P, fenol, minyak lemak, MBAS, SO₄, fecal coli dan total coliform.

Pada grafik *whisker box plot* juga dapat ditampilkan garis yang menunjukkan batas nilai standar kualitas air yang digunakan yaitu nilai



Gambar 3. DO air sungai di Indonesia

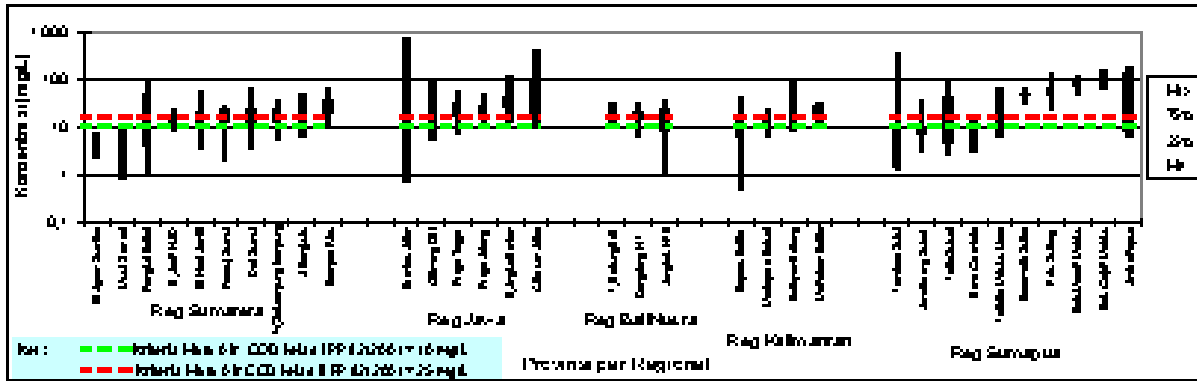


Gambar 4. BOD air sungai di Indonesia

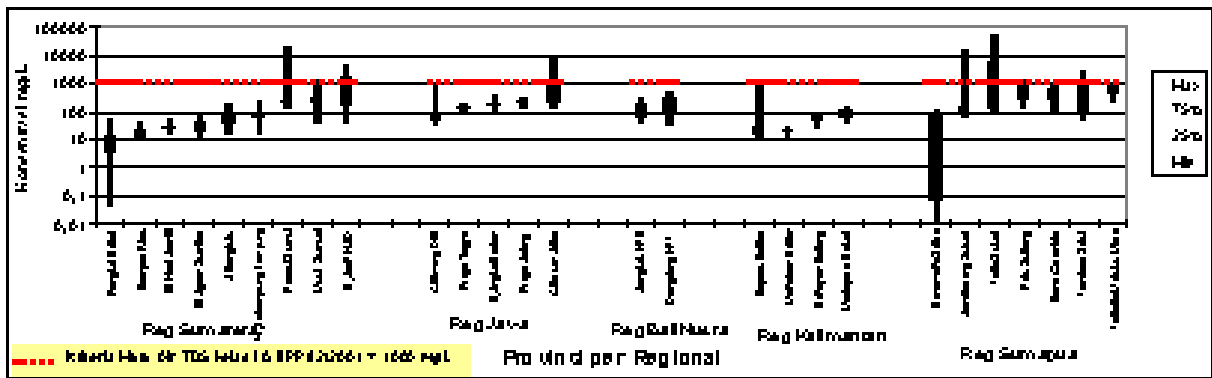
pada kondisi paling bagus di wilayah regional Sumatera, sedangkan kondisi terburuk ditempati oleh Sungai Kampar Riau. Seperti halnya parameter BOD, konsentrasi parameter COD dengan persentil 25% sampai 75% di wilayah regional Jawa semuanya berada pada kondisi di atas standar KMA kelas I. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah regional Jawa mempunyai kondisi COD terburuk dibandingkan wilayah regional lainnya dengan nilai COD tertinggi ditemukan di Sungai Brantas Jawa Timur dan median COD terburuk ditemukan pada Sungai Citarum Jawa Barat. Di wilayah regional Sumapua juga terlihat mayoritas sungai mempunyai COD di atas standar kualitas air KMA kelas I dan II PP 82/2001, seperti pada Sungai Konaweha Sulawesi Tenggara, Sungai Palu Sulawesi Tengah, Sungai Batu Merah

dan Batu Gajah Maluku serta sungai Anafre Papua. Posisi terburuk atau yang mempunyai nilai median tertinggi dibandingkan sungai lainnya di seluruh wilayah regional ditemukan pada Sungai Anafre Papua (Gambar 5). Grafik *whisker box plot* untuk TDS air sungai di Indonesia menunjukkan bahwa parameter tersebut mayoritas masih di bawah garis batas KMA kelas I dan II PP 82/2001, yaitu sebesar 1000 mg/l. Hanya beberapa sungai yang mempunyai titik *sampling* dengan nilai TDS jauh melebihi KMA Kelas I dan II yaitu Sungai Percut Sumatera Utara, sungai Jeneberang dan Tallo di Sulawesi Selatan (Gambar 6).

TSS air sungai mayoritas berada di atas KMA yang ditetapkan. Sungai yang mempunyai nilai TSS dengan median paling tinggi dan berada pada urutan paling buruk di masing-



Gambar 5. COD air sungai di Indonesia



Gambar 6. TDS air sungai di Indonesia

tas juga masih memenuhi KMA kelas II PP 82/2001 dan kondisi DO terbagus ditemukan di Sungai Konaweha Sulawesi Tenggara, sedangkan kondisi terburuk pada Sungai Tondano Sulawesi Utara. Secara umum sungai di Jawa mempunyai DO yang buruk di bandingkan sungai di wilayah regional lainnya, kecuali untuk Sungai Progo didaerah Jawa Tengah yang mempunyai nilai DO masih memenuhi standar kelas I PP 82/2001. Demikian juga untuk sungai Progo di DIY yang merupakan daerah hilir masih dapat memenuhi KMA kelas II PP 82/2001. Kondisi DO terendah di regional Jawa dapat mencapai atau mendekati nilai nol ditemukan di satu titik *sampling* Sungai Ciliwung Jakarta, Sungai Brantas Jatim dan Sungai Citarum Jabar (Gambar 3).

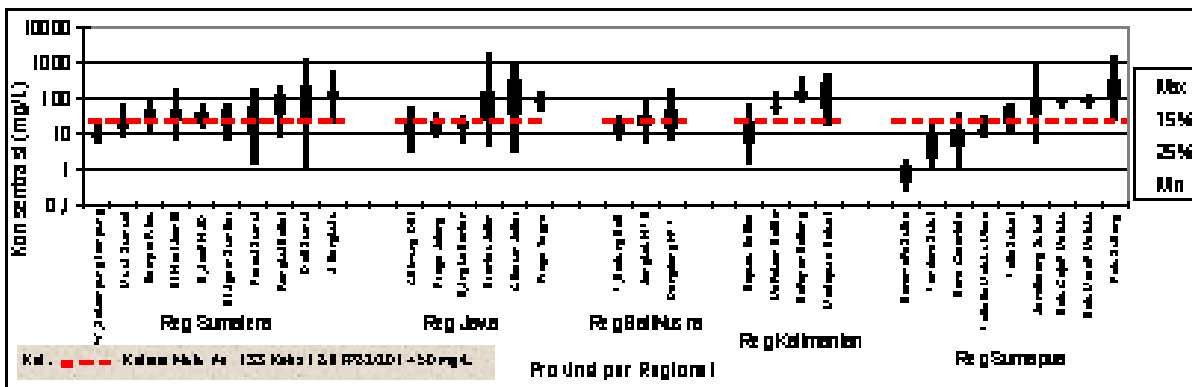
Parameter BOD air sungai mayoritas mempunyai konsentrasi tinggi dan tidak memenuhi KMA kelas I dan II PP 82/2001. Di wilayah

regional Jawa, konsentrasi BOD yang berada pada kisaran persentil 25% sampai dengan 75% semuanya berada di atas standar kualitas air yang ditetapkan, baik KMA kelas I maupun KMA kelas II. Berdasarkan nilai median BOD, Sungai Anafre Papua berada pada kondisi kualitas air Sungai paling buruk baik di wilayah regional Sumapua maupun wilayah regional lainnya. BOD dengan nilai melebihi konsentrasi 100 mg/l terdeteksi di Sungai Brantas Jatim, Sungai Citarum Jabar dan Sungai Tondano Sulut. Sungai lain yang mempunyai kualitas terburuk berdasarkan nilai median BOD di masing-masing wilayah adalah Sungai Deli wilayah regional Sumatera, Sungai Tukad Badung wilayah regional BaliNusra dan Sungai Kahayan di wilayah regional Kalimantan. (Gambar 4).

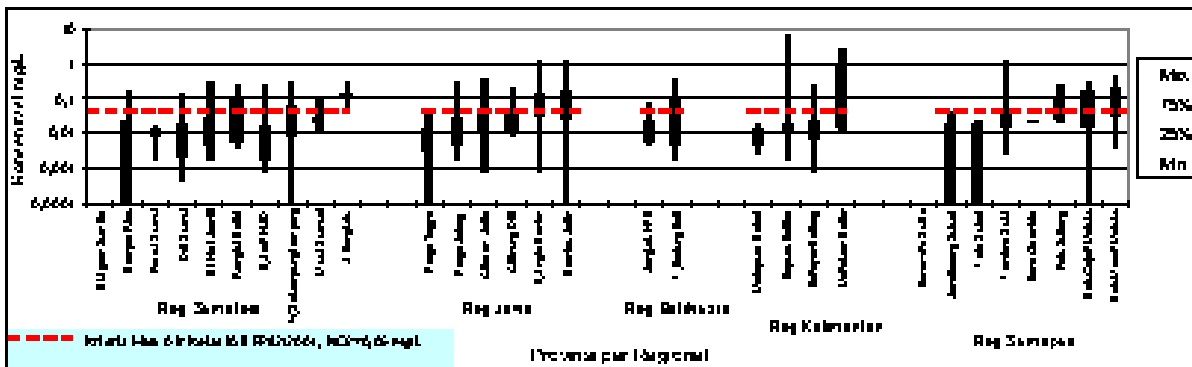
Berdasarkan nilai median COD, kualitas air Sungai Batang Agam Sumatera Barat berada

Sungai Anafre di provinsi Papua wilayah regional Sumapua mempunyai kisaran konsentrasi NH_3 yang paling tinggi dibandingkan kandungan NH_3 di sungai wilayah regional lainnya dengan nilai median berada di atas konsentrasi 10 mg/l. Di wilayah regional Jawa juga terdeteksi nilai NH_3 dengan nilai tinggi lebih dari 10 mg/l seperti pada satu titik *sampling* sungai Ciliwung DKI Jakarta dan Sungai Brantas Jawa Timur.

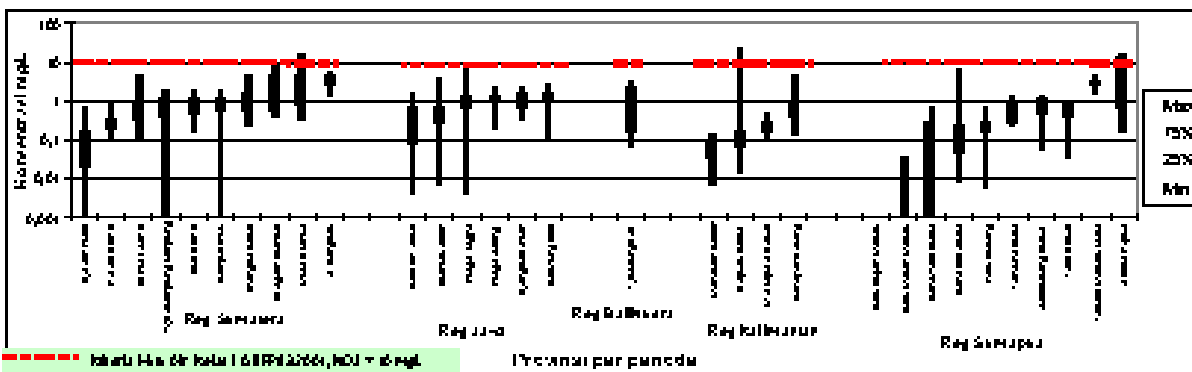
Untuk parameter T-P terlihat bahwa nilai persentil 75 % di semua sungai yang dipantau di wilayah regional Jawa berada di sekitar nilai KMA PP 82/2001. Sedangkan untuk wilayah regional BaliNusra dan Kalimantan masing-masing terdapat satu sungai yang mempunyai kisaran konsentrasi T-P melebihi standar yang ditetapkan di semua titik *sampling* yang dipantau yaitu pada Sungai Tukad Badung provinsi Bali di wilayah regional BaliNusra



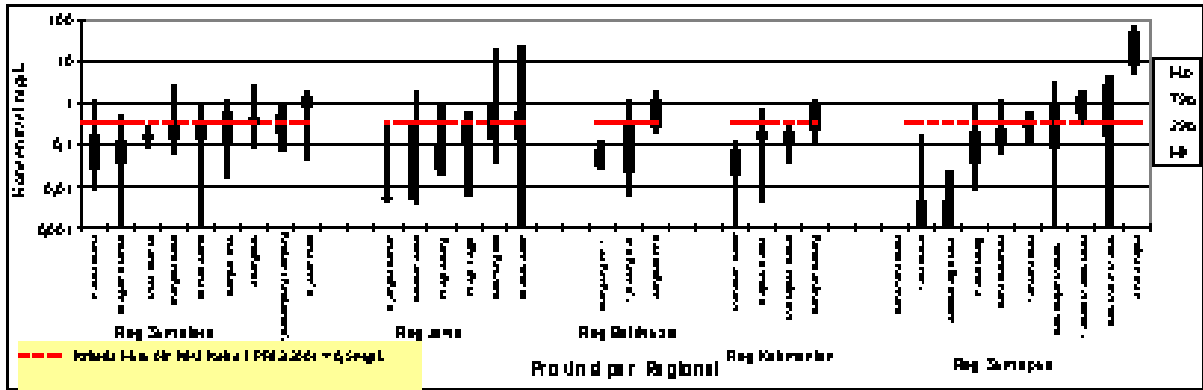
Gambar 7. TSS air sungai di Indonesia



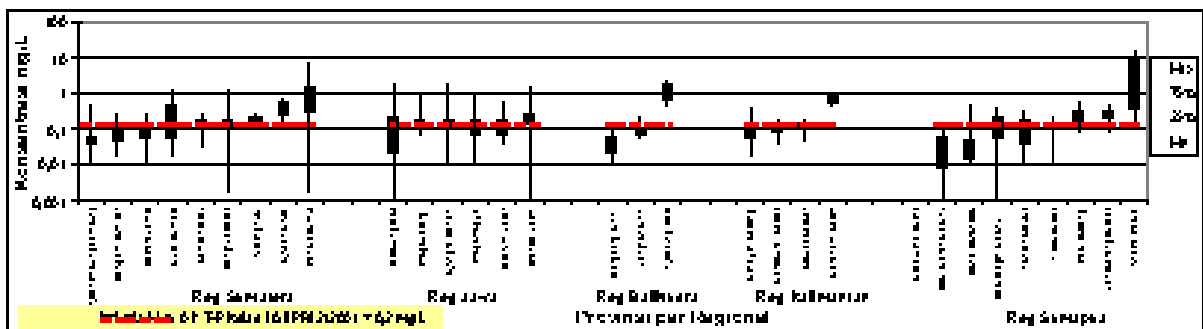
Gambar 8. Nitrit air sungai di Indonesia



Gambar 9. Nitrat air sungai di Indonesia



Gambar 10. NH₃ air sungai di Indonesia



Gambar 11. T-P air sungai di Indonesia

masing wilayah regional adalah sungai Bengkulu di wilayah regional Sumatera, Sungai Progo DIY di wilayah regional Jawa, Sungai Dengdeng NTT di wilayah regional BaliNusra, Sungai Martapura di wilayah regional Kalimantan dan Sungai Palu di wilayah regional Sumapua. Dari keseluruhan sungai, kondisi terburuk ditemukan di Sungai Palu Sulawesi Tenggara, sedangkan kondisi terbagus ditemukan pada Sungai Konaweha Sulawesi Tengah di wilayah regional Sumapua, dengan nilai konsentrasi jauh di bawah KMA yang ditetapkan (Gambar 7).

Konsentrasi Nitrit (NO₂) pada kisaran persentile 25% sampai 75% mayoritas berada di bawah batas standar KMA kelas I dan II. Konsentasi nitrit yang tinggi dan berada di atas KMA yang ditetapkan terdapat pada Sungai Air Bengkulu di wilayah regional Sumatera, Sungai Brantas Jawa Timur di wilayah regional Jawa, Sungai Mahakam Kalimantan

Timur di wilayah regional Kalimantan, Sungai Batu Merah Maluku di wilayah regional Sumapua dan Sungai Tukad Badung Bali di wilayah regional BaliNusra. Dari keseluruhan Sungai, kualitas air terburuk berdasarkan median NO₂ ditemukan di Sungai Mahakam Kalimantan Timur (Gambar 8).

Grafik *whisker box plot* untuk parameter nitrat menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat yang terdeteksi umumnya masih rendah dan di bawah KMA yang ditetapkan. Median nitrat tertinggi dimasing-masing wilayah regional juga masih di bawah KMA yang ditetapkan. Hanya ada tiga titik *sampling* yang mempunyai nilai NO melebihi KMA yaitu titik *sampling* di Sungai Musi Sumatera Selatan, Sungai Kapuas Kalimantan Barat dan Sungai Anafre Papua (Gambar 9).

Tampilan grafik *whisker box plot* untuk parameter NH₃ dapat memberi informasi bahwa

Demikian juga untuk beberapa sungai yang dipantau di wilayah regional BaliNusra dan Sumapua serta sebagian besar sungai yang dipantau di wilayah regional Jawa (Gambar 14).

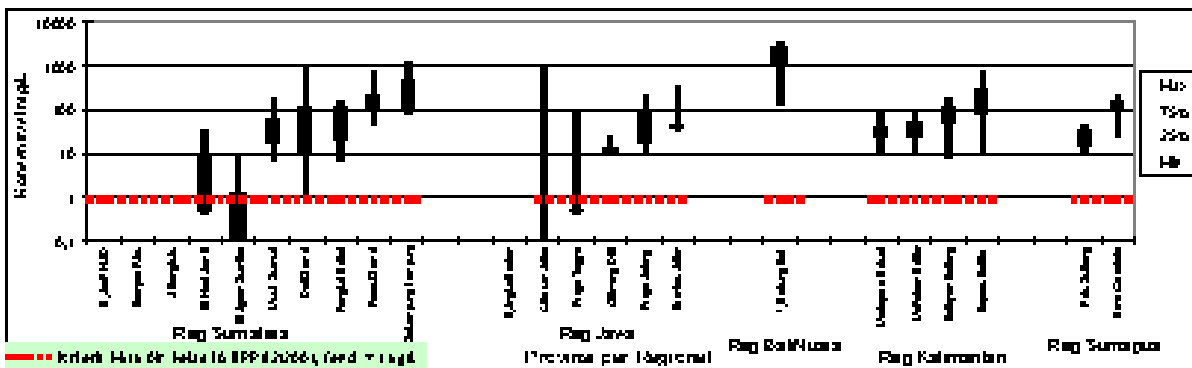
Tampilan grafik *whisker box plot* untuk para-meter sulfat juga jelas menunjukkan bahwa keberadaan sulfat di air sungai yang dipantau masih berada di bawah KMA yang dipersyaratkan sebesar 400 mg/l. Terdapat beberapa konsentrasi maksimum yang terdeteksi melebihi KMA, seperti pada Sungai Citarum JawaBarat, Sungai Tallo dan Jeneberang Sulawesi Selatan dan Sungai Bone Gorontalo (Gambar 15).

Fecal coli air sungai di wilayah regional Jawa cenderung terdeteksi sangat tinggi dan jauh melebihi KMA yang dipersyaratkan, demikian juga untuk wilayah regional Sumapua. Mayoritas fecal coli di semua titik *sampling* dua

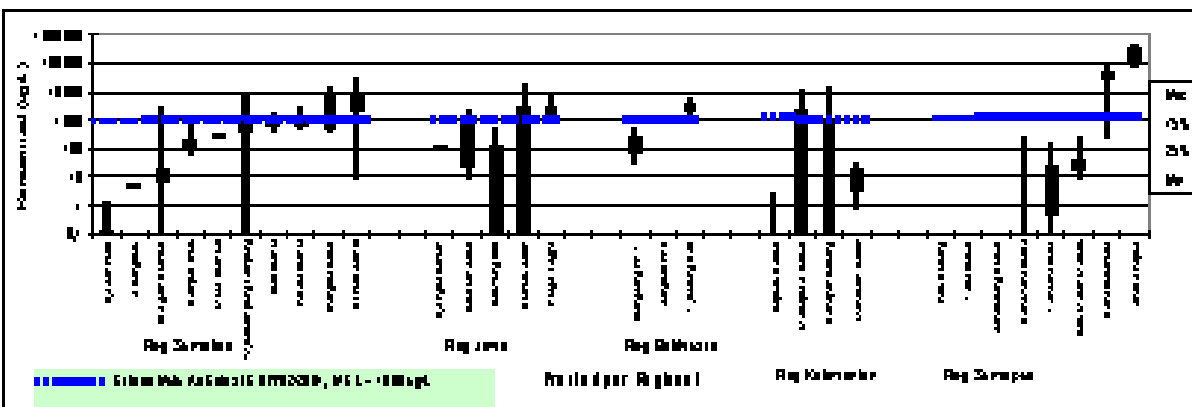
wilayah regional tersebut telah melampaui KMA kelas I dan II PP 82/2001, kecuali pada sebagian besar titik *sampling* Sungai Brantas Jawa Timur dan Sungai Konaweha Sulawesi Tenggara. Sungai di wilayah regional Sumatera, Kalimantan dan Bali nusra cenderung mempunyai jumlah fecal coli lebih rendah dibandingkan dengan sungai di wilayah Jawa dan Sumapua, kecuali untuk Sungai Jangkok di Nusa Tenggara Barat dan Sungai Krueng Aceh NAD.

Nilai median fecal coli tertinggi ditemukan di Sungai Batu Merah Maluku sedangkan nilai maksimum fecal coli tertinggi terdeteksi di hilir Sungai Ciliwung Jakarta dengan jumlah mencapai 140 juta sel/100 ml (Gambar 15).

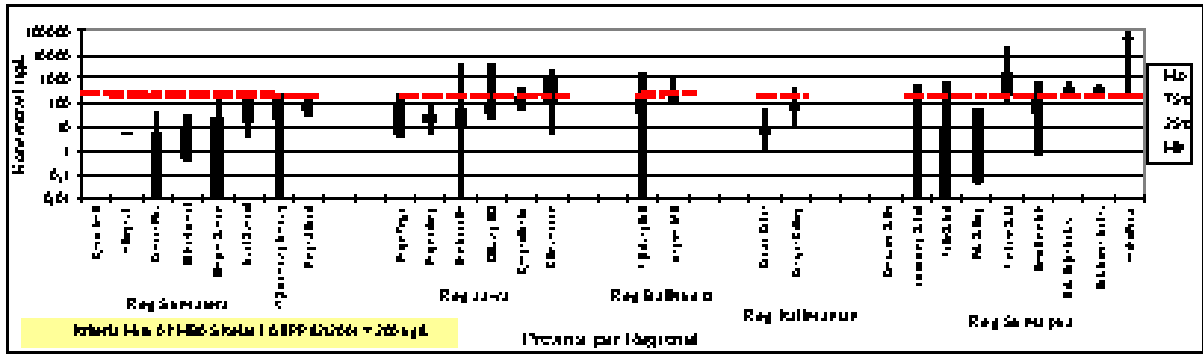
Seperti halnya parameter fecal coli, total coliform di wilayah regional Jawa dan Sumapua juga terdeteksi tinggi dan jauh melebihi KMA



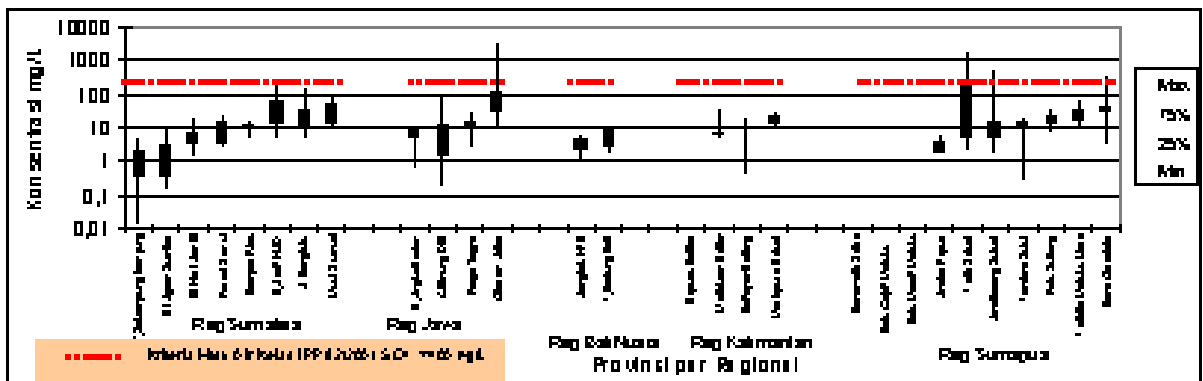
Gambar 12. Fenol air sungai di Indonesia



Gambar 13. Minyak dan Lemak air sungai di Indonesia



Gambar 14. Detergen Air Sungai di Indonesia



Gambar 15. SO4 air sungai di Indonesia

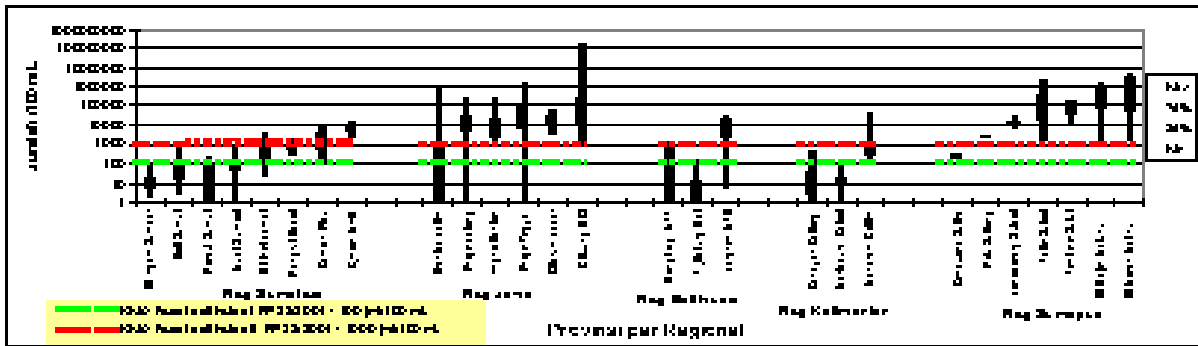
dan Sungai Mahakam Provinsi Kalimantan Timur di wilayah regional Kalimantan. Untuk wilayah regional Sumapua, T-P yang tertinggi terdeteksi di Sungai Anafre Papua, sedangkan di wilayah regional Sumatera T-P dengan median tertinggi di temukan di Sungai Percut Sumatera Utara (Gambar 11).

Mayoritas sungai yang dipantau mempunyai konsentrasi fenol yang tinggi. Keberadaan fenol di sungai yang dipantau terlihat sangat menyolok berada jauh di atas kriteria mutu air kelas I dan II PP 82/2001. Hal tersebut terlihat di Sungai Tukad Badung Bali (Gambar 12). Keberadaan fenol yang mayoritas jauh lebih tinggi dari KMA yang dipersyaratkan dan adanya beberapa nilai fenol yang sangat rendah perlu mendapat kajian lebih lanjut baik dari segi data yang dihasilkan, metode analisis yang digunakan, standar kualitas air yang berlaku maupun kondisi kualitas air yang

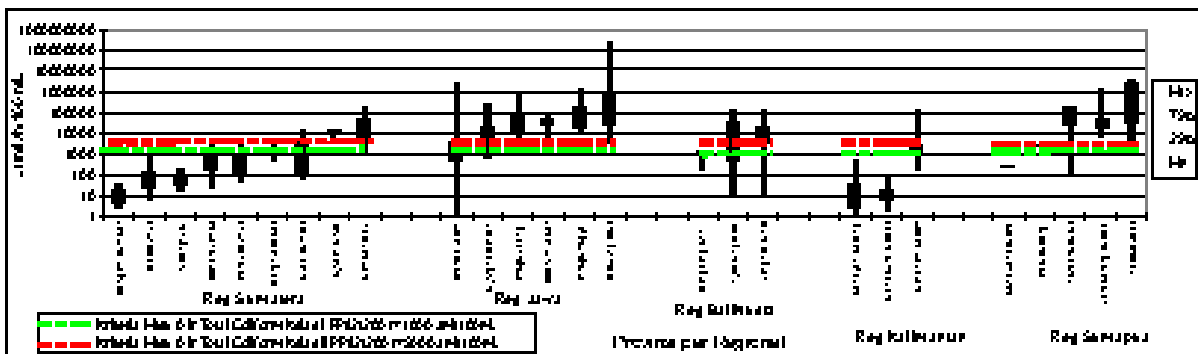
sebenarnya terjadi.

Minyak dan lemak di air sungai mayoritas berada di bawah KMA yang ditetapkan kecuali untuk beberapa sungai seperti Sungai Rangkui Babel, sungai Batanghari di wilayah regional Sumatera, Sungai Progo DIY di wilayah regional Jawa, Sungai Bone Gorontalo dan Sungai Anafre di wilayah regional Sumapua. Sungai Anafre terlihat mempunyai konsentrasi minyak dan lemak paling tinggi dibandingkan dengan sungai lainnya. (Gambar 13).

Parameter detergen mayoritas masih di bawah KMA yang dipersyaratkan, kecuali untuk Sungai Anafre yang terlihat mempunyai konsentrasi detergen tertinggi dibandingkan dengan sungai lainnya di Indonesia. Sungai yang dipantau di wilayah regional Sumatera dan Kalimantan mempunyai konsentrasi detergen di bawah KMA kelas I dan II PP 82/2001.



Gambar 16. Fecal coli Air Sungai di Indonesia



Gambar 17. Total coliform air sungai di Indonesia

parameter tersebut. Untuk itu perlu upaya pengelolaan berdasarkan sumber pencemar yang dominan baik parameter fisik, kimia maupun biologi sehingga upaya pengelolaan tersebut lebih terfokus untuk menghasilkan kualitas air yang lebih baik.

KESIMPULAN

Grafik *whisker box plot* merupakan salah satu cara yang mudah untuk menampilkan data kualitas air sungai yang tidak terdistribusi secara normal, dan membantu menyajikan keseluruhan data kualitas air sungai di Indonesia secara ringkas dalam bentuk tampilan satu grafik.

Nilai median tiap parameter dari masing-masing sungai dapat membantu penyusunan letak sungai dalam tampilan satu grafik dengan urutan sungai dari kualitas paling baik ke

paling buruk. Sungai Anafre Papua berada pada posisi terburuk berdasarkan nilai median BOD, COD, NO₃, NH₃, T-P, minyak lemak dan MBAS.

Parameter DO, BOD, COD, fenol, fecal coli dan total coliform merupakan mayoritas parameter yang berpengaruh terhadap kualitas air sungai di Indonesia.

Agar grafik *whisker box plot* ini bermanfaat maka data yang digunakan dalam pembuatannya harus data yang sudah terverifikasi dan valid serta mempunyai syarat pengumpulan data yang seragam antar masing-masing sungai sehingga hasil perbandingan data yang dihasilkan antar sungai dapat memberikan informasi yang benar.

DAFTAR PUSTAKA

(1) http://www.who.int/water_sanitation_