

## PROFIL KANDUNGAN KARBON ORGANIK DAN NITROGEN NIR-ORGANIK AIR SUNGAI CITARUM HULU

Eko Harsono\*

### ABSTRAK

Sejak tahun 1994, pemantauan kandungan karbon organik dan nitrogen nir-organik air Sungai Citarum Hulu telah dilakukan secara rutin maupun temporal oleh berbagai lembaga dan perorangan. Pada umumnya pemantauan tersebut tidak terorganisir dan tidak mengukur debit alirannya, sehingga informasi tersebut sangat beragam dan menyulitkan sebagai referensi untuk tujuan lebih lanjut. Dalam rangka optimalisasi data pemantauan tersebut, pada penelitian ini telah dibuat profil kandungan karbon organik dan nitrogen nir-organik serta evaluasinya. Profil ini dibuat berdasarkan waktu dan jarak ruas (time-space plot), menggunakan perangkat lunak Surfer versi 7. Evaluasi profil menerapkan metode komparisasi dengan pola debit aliran rerata, peta tematik penyebaran penduduk dan industri, serta baku mutu yang berlaku. Profil dapat menggambarkan rerata bulanan kandungan karbon organik dan nitrogen nir-organik air di Sungai Citarum Hulu. Profil di zonasi berdasarkan jarak ruas sungainya, yaitu zona awal, zona kenaikan awal, zona puncak pertama, zona purifikasi dan zona kenaikan kedua. Berdasarkan jarak, pola profil di setiap zonanya menunjukkan hubungan erat dengan pola pemusatan penduduk dan industri. Sedangkan berdasarkan waktu, pola profil berhubungan erat dengan pola debit alirannya. Berdasarkan baku mutu yang berlaku, di zona II ke hilir kandungan COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub> telah melebihi ambang batas, dan nilai DO di zona V tidak memenuhi syarat baku mutu.

**Kata kunci:** Citarum hulu, karbon organik, nir-organik nitrogen, kualitas air, debit aliran

### ABSTRACT

**ORGANIC CARBON AND INORGANIC NITROGEN PROFILE IN UPPER CITARUM WATER BODY.** Since 1994, several institutes and individuals have conducted the monitoring of organic carbon and inorganic nitrogen content in upstream Citarum River water body, routinely and temporally. Generally, the monitoring unorganized and did not measure river discharge. Therefore, the information have large variety and difficult to use as reference. To optimize those data monitoring, profile of organic carbon and inorganic nitrogen in upper Citarum River water body was built and evaluated. The profile based on space-time plot (length of river reach and time) using Surfer version 7 soft ware. Applied of comparison method with regard to monthly river discharge, population, industrial distribution map, and water quality standard, carried out to profile evaluation. The result of profile expressed monthly content of organic carbon and inorganic nitrogen. Based on length of river reach, the profile was divided into five zones, i.e. Zone I (initial zone), Zone II (initial increasing zone), zone III (first peak zone), zone IV (purification zone) and zone V (second peak zone). The zonation has a close relation to population and industries distribution. Whereas based on time, the profile has relation with fluctuation of monthly river discharge. Based on water quality standard, the content of COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> exceed water quality criteria, so that DO value in zone V was out of water quality criteria.

**Key words:** Upper Citarum, organic carbon, nitrogen inorganic, water quality, discharge

---

\* Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI

## PENDAHULUAN

Sungai Citarum Hulu mempunyai luas daerah aliran sungai (DAS) 1.797 km<sup>2</sup>. Sungai ini, melewati Bandung, Ibu Kota Propinsi Jawa Barat. Sedang DAS-nya, melingkupi Daerah Pemerintahan Kabupaten dan Kota Bandung yang berdasarkan sensus tahun 2000 total jumlah penduduknya 6.642.647 orang (Kantor Statistik Kota Bandung, 2000; Kantor Statistik Kabupaten Bandung, 2000).

Melihat letak geografisnya, pemerintah daerah tersebut menganggap Sungai Citarum Hulu mempunyai potensi yang tinggi untuk mendukung pembangunan. Dalam rangka ini, Gubernur melalui S.K. KDH TK.I Jawa Barat No. 38 Tahun 1991 pada tanggal 12 Juni 1991 telah menetapkan peruntukan kualitas air Sungai Citarum Hulu, yaitu golongan B pada Ruas sungai antara Cibangoak hingga Majalaya dan golongan C pada Ruas sungai antara Majalaya hingga Nanjung (Tim Pengendalian Pencemaran Limbah Industri Propinsi D.T I Jawa Barat, 1993).

Dampak negatif beban pencemar limbah industri dan pemukiman tersebut telah menjadi isue dalam permasalahan penurunan kualitas air Sungai Citarum Hulu, terutama kandungan BOD<sub>5</sub>, COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub>. Usaha pengendalian pencemaran sungai ini telah dilakukan oleh Pemerintah Propinsi Jawa Barat melalui Program Kali Bersih (PROKASIH) dari tahun 1989 sampai saat ini (Tim Pengendalian Pencemaran Limbah Industri Propinsi D.T I Jawa Barat., 1993). Untuk menentukan strategi yang tepat dalam pengendalian ini, sangat diperlukan informasi yang tepat mengenai kondisi kualitas air Sungai Citarum Hulu.

Sejak tahun 1970, banyak pihak baik dari individu, perguruan tinggi maupun

institusi pemerintah lainnya telah berusaha memberi informasi mengenai kondisi kualitas air Sungai Citarum Hulu. Namun dalam pendataan kualitas air di sungai ini, antara pihak tersebut tidak terorganisasi. Disamping itu pada umumnya hanya mencatat bulan dan tahun pengambilan conto airnya, tanpa mengukur debit aliran pada saat pendataan tersebut. Sehingga sampai saat, penyajian informasinya telah memberi gambaran kondisi kualitas air Sungai Citarum Hulu yang beragam.

Informasi yang demikian itu sangat menyulitkan untuk diambil sebagai referensi dalam menentukan strategi pengendalian. Disamping itu juga tidak sedikit dana, tenaga dan waktu yang telah dikeluarkan. Maka perlu dicari upaya optimalisasi data tersebut, sehingga dapat memberikan informasi lebih tepat mengenai gambaran kualitas air Sungai Citarum Hulu.

Untuk itu, telah dilakukan penelitian dengan membuat profil kandungan karbon organik dan nitrogen nir-organik badan air Sungai Citarum Hulu serta evaluasinya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi informasi mengenai kondisi kandungan karbon organik dan nitrogen nir-organik air di sungai tersebut.

## BAHAN DAN METODE

Untuk membuat profil kandungan kandungan organik karbon dan nir-organik nitrogen, telah dikumpulkan data-data kualitas air yang bersumber dari data sekunder yang digunakan sebagai bahan penelitian. Data kualitas air yang dikumpulkan, meliputi kandungan COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> dan DO di semua titik-titik sepanjang ruas Sungai Cibangoak (0 km) hingga Nanjung (60 km) (lihat Gambar 1).

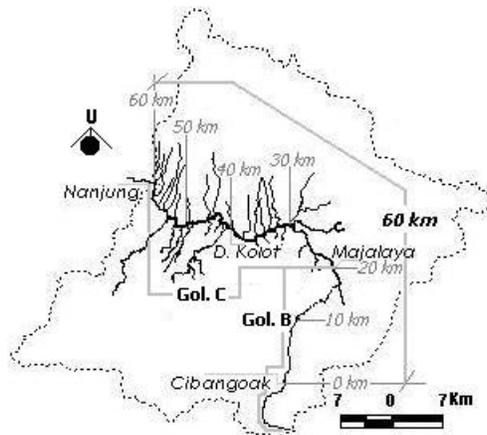
Profil kandungan COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> dan DO dibuat dengan cara pengeplotan berdasarkan ruang dan waktu (*time-space plot*) yang menggunakan perangkat lunak Surfer versi 7. Ruang dalam hal ini adalah jarak ruas sungai dari titik acuan, sedang waktu adalah rerata waktu pengambilan conto air (data kandungan parameter kualitas air). Kemudian profil tersebut dievaluasi dengan metode komparisasi terhadap: i) Hidrograf debit aliran rerata bulanan dari pengolahan data monitoring debit aliran harian di stasiun hidrometri Cibangoak, Majalaya, Dayeuh Kolot dan Nanjung (lihat Gambar 1) (Sumber data: DPMA dan pengelola Waduk Saguling); ii) Peta tematik penyebaran penduduk yang dibuat dengan perangkat lunak Arc View Gis Versi 3.3 (Sumber data: Kantor Statistik Propinsi Jawa Barat, Kabupaten Bandung dan Kota Bandung); iii) Peta tematik penyebaran industri, meliputi alamat dan jenis industri, dibuat

dengan perangkat lunak Arc View Gis versi 3.3 (Sumber data: Dinas Perindustrian Propinsi Jawa Barat, Kabupaten Bandung dan Kota Bandung); dan iv) Baku mutu kualitas air yang berlaku dengan berbagai kriterianya (Tabel 1).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejak tahun 1970-an Sungai Citarum Hulu kualitas airnya secara sporadis telah menjadi obyek penelitian (Panitia Perumus dan Rencana Kerja Pemerintah Di Bidang Pengembangan Lingkungan Hidup, 1979). Semenjak tahun 1994 sampai sekarang, penelitian dan monitoring kualitas air baru dilakukan secara intensif.

Hasil *time-space plot* rerata bulanan profil COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub> ditampilkan pada Gambar 2, sedangkan *time-space plot* koefisien variasi (KV) COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub> ditampilkan pada Gambar 3.

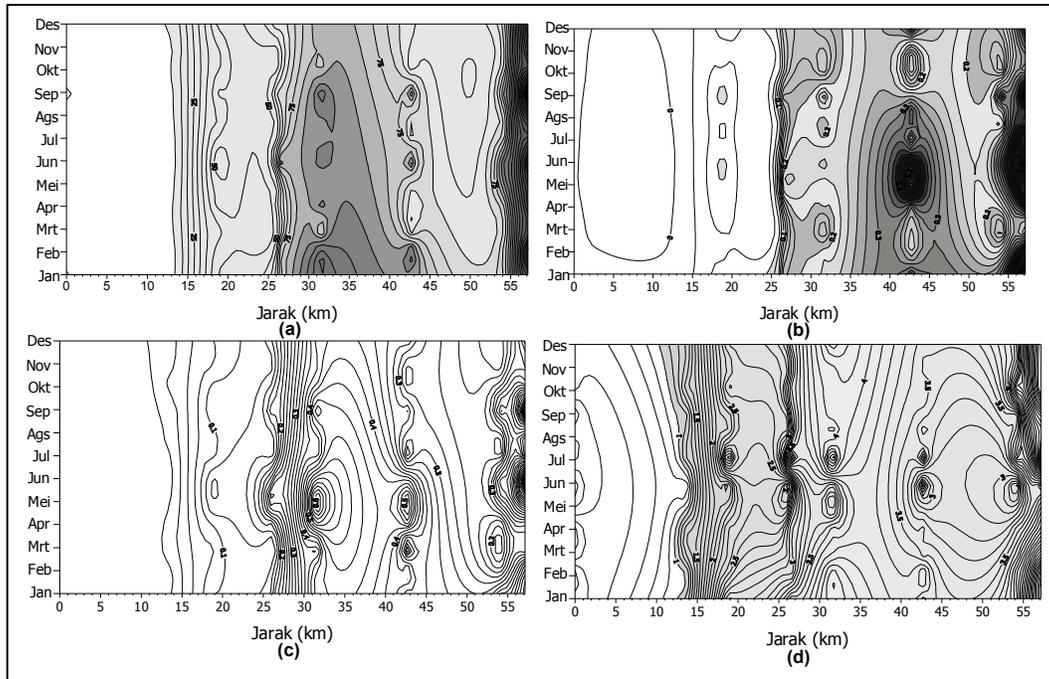


Gambar 1. Ruas Sungai Citarum Hulu

Tabel 1. Kriteria Kualitas Air Yang berlaku di Sungai Citarum Hulu (dalam mg.l<sup>-1</sup>)

Golongan	Sumber	COD	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	DO
B	P1	≤10	≤0,5	-	≤10	≥6
	P2	-	≤0,5	≤10	≤1,0	≥6
C	P1	≤25	≤0,02	≤10	≤10	≥3
	P2	-	≤0,02	-	≤0,06	≥3

Keterangan, P1 : P.P.No. 82 Tahun 2001 P2 : S.K. KDH TK.I Jawa Barat No. 38 Tahun 1991



Gambar 2. Time-Space Plot Profil COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub> Air Sungai Citarum Hulu  
( a : COD, b : NH<sub>3</sub> , c : NO<sub>2</sub>, d : NO<sub>3</sub>)

Berdasarkan pola profil yang terbentuk (Gambar 2), dapat dibagi menjadi lima zona yang berdasarkan jarak ruas sungai. Zona tersebut bersama dengan komposisi kandungannya dapat dilihat dalam tabel 2. Zona tersebut bersama dengan komposisi kandungannya dapat dilihat dalam tabel 2.

km ~ 9 km pada bulan Februari ~ Agustus, yaitu COD memusat ke nilai 5 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> dan NO<sub>2</sub> tidak terdeteksi. Sedangkan NO<sub>3</sub> di ruas sekitar 0 km naik, yaitu pada bulan Januari ~ Februari, Maret ~ April dan Mei ~ Juni memusat ke nilai 0,8 mg.l<sup>-1</sup>, sedangkan bulan Juli ~ Agustus dan September memusat ke nilai 0,7 mg.l<sup>-1</sup>.

Tabel 2. Zona dan Profil Kandungan COD, NH<sub>3</sub>,NO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub>

Zona	Ruas	Kandungan (mg.l <sup>-1</sup> )			
		COD	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>
I	0 km ~ 13 km	≤ 10	tt - 0,02	tt - 0,02	0,4 - 1
II	13 km ~ 19 km	10 - 55	0,02 - 0,06	0,02 - 0,12	1 - 3
III	19 km ~ 43 km	60 - 105	0,06 - 0,6	0,15 - 0,6	2 - 4,5
IV	43 km ~ 54 km	60 - 70	0,5 - 0,14	0,6 - 0,2	2,7 - 4
V	53 km ~ 60 km	65 - 180	0,14 - 0,75	0,2 - 0,75	3,1 - 6

Di zona I, kandungan parameter kualitas air relatif kecil, sehingga dapat dikatakan sebagai zona awal. Terjadi penurunan kandungannya di ruas antara 3

Di Zona II, telah terjadi peningkatan dibanding di Zona I, maka ruas ini dapat dikatakan sebagai zona kenaikan awal. Zona ini terdapat pemusatan nilai yang terjadi di

ruas antara 18 km ~ 19 km, yaitu pada bulan Mei ~ Juli COD naik ke 55 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> naik ke 0,06 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub> naik ke 0,12 mg.l<sup>-1</sup> dan NO<sub>3</sub> turun ke 2 mg.l<sup>-1</sup>. Sedangkan di ruas ini pada bulan Juli ~ Agustus NH<sub>3</sub> naik ke 0,06 mg.l<sup>-1</sup> dan NO<sub>3</sub> naik ke 4 mg.l<sup>-1</sup>, dan sekitar bulan September NH<sub>3</sub> dan NO<sub>2</sub> naik ke nilai 0,06 mg.l<sup>-1</sup>.

Zona III, dengan memperhatikan nilai kandungan parameter-parameternya, dapat dikatakan zona ini merupakan puncak pertama. Berdasarkan jarak ruasnya, di zona III terjadi terjadi pemusatan, yaitu: i) Pada ruas sekitar 26 km, antara bulan Mei ~ Juni parameter NO<sub>3</sub> terjadi penurunan ke nilai 2 mg.l<sup>-1</sup>, namun antara bulan Juli ~ Agustus NO<sub>3</sub> meningkat menjadi 4 mg.l<sup>-1</sup>; ii) Pada ruas antara 32 km ~ 33 km, antara bulan Februari ~ April COD naik ke nilai 105 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> turun ke nilai 0,16 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub> naik ke nilai 0,6 mg.l<sup>-1</sup> dan NO<sub>3</sub> naik ke nilai 4,2 mg.l<sup>-1</sup>. Antara bulan April ~ Juni COD naik ke nilai 90 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> naik ke nilai 2,6 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub> naik ke nilai 0,6 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>3</sub> turun ke nilai 3,1 mg.l<sup>-1</sup>. Antara bulan Agustus ~ September COD naik ke nilai 95 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> naik ke nilai 0,46 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub> naik ke nilai 0,34 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>3</sub> naik ke nilai 4,5 mg.l<sup>-1</sup>. Sedangkan antara bulan Oktober ~ November NH<sub>3</sub> turun ke nilai 0,14 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>3</sub> naik ke nilai 4,3 mg.l<sup>-1</sup>; iii) Ruas di antara 42 km ~ 43 km, pada bulan Februari ~ Maret COD naik ke nilai 95 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> turun ke nilai 0,22 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub> turun ke nilai 0,28 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>3</sub> naik ke nilai 3,8 mg.l<sup>-1</sup>. Pada bulan April ~ Juni COD naik ke nilai 95 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> naik ke nilai 0,6 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub> naik ke nilai 0,5 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>3</sub> turun ke nilai 2,5 mg.l<sup>-1</sup>. Pada

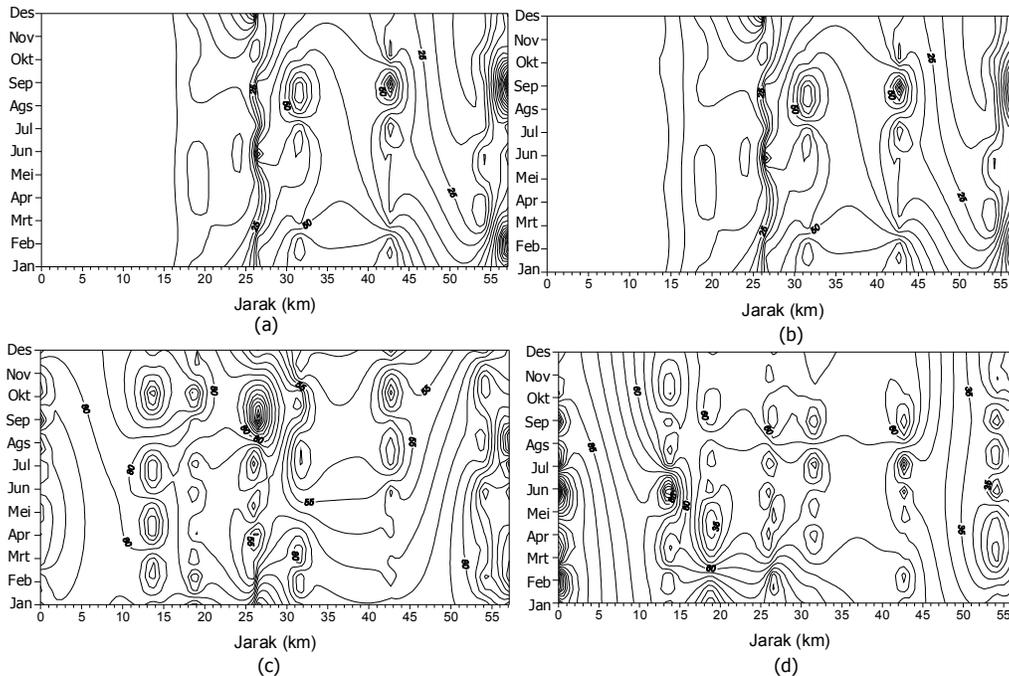
bulan Juli ~ Agustus NH<sub>3</sub> naik ke nilai 0,6 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub> naik ke nilai 0,34 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>3</sub> naik ke nilai 4,0 mg.l<sup>-1</sup>. Sedangkan pada bulan September ~ Desember COD naik ke nilai 95 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> turun ke nilai 0,18 mg.l<sup>-1</sup>, dan NO<sub>2</sub> turun ke nilai 2,7 mg.l<sup>-1</sup>.

Di Zona IV nilai kandungannya telah turun dibandingkan zona III, maka ruas ini dapat dikatakan sebagai zona pemulihan (purifikasi). Zona ini hanya terjadi pemusatan di ruas sekitar 54 km, antara bulan Maret ~ Juli COD turun ke nilai 60 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> turun ke nilai 0,14 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub> turun ke nilai 0,18 mg.l<sup>-1</sup>, dan NO<sub>3</sub> naik ke nilai 2,7 mg.l<sup>-1</sup>.

Zona V merupakan zona kenaikan ke dua. Zona ini terdapat pemusatan di ruas sekitar 57 km dan waktu kejadiannya sama seperti pada zona III, dimana kandungan COD naik ke 180 mg.l<sup>-1</sup>, NH<sub>3</sub> naik ke 0,75 mg.l<sup>-1</sup>, NO<sub>2</sub> naik ke 0,75 mg.l<sup>-1</sup> dan NO<sub>3</sub> naik ke 6,0 mg.l<sup>-1</sup>.

Kecenderungan profil kandungan COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub> di setiap zona tersebut juga diikuti oleh kecenderungan profil Koefisien variasi (KV) yang diekspresikan dengan 'time-space plot' pada Gambar 3. Dari Gambar ini dapat dilihat pada zona I, nilai KV masih di bawah 50%. Kemudian pada zona-zona berikutnya KV terlihat naik hingga melebihi 50%, terutama pada titik pusat pemusatan nilai kandungan tersebut.

Memperhatikan KV di setiap zona tersebut, relatif besar yaitu melebihi dari 50%. Maka apabila penyajian informasi ini secara individual, maka akan diperoleh gambaran yang variatif.



Gambar 3. Time-Space Plot Profil KV COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub> Air Sungai Citarum Hulu ( a : COD, b : NH<sub>3</sub> , c ; KV NO<sub>2</sub> d ; NO<sub>3</sub>)

Kehadiran karbon organik yang diekspresikan dalam COD di perairan, seiring dengan perjalanan waktu akan teroksidasi secara aerobik maupun nir-aerobik. Oksidasi aerobik terjadi apabila persediaan oksigen terlarut (DO) di perairan tersebut cukup, dan apabila oksigen tersebut habis maka proses berubah menjadi oksidasi nir-aerobik. Sedangkan kehadiran NH<sub>3</sub> di perairan yang mempunyai persediaan oksigen terlarut cukup, akan memicu rangkaian proses nitrifikasi yang mengkonversi amoniak menjadi nitrat. Untuk itu perlu ditinjau kandungan DO di perairan ini. Hasil 'time-space plot' Profil DO Sungai Citarum Hulu disajikan dalam Gambar 4.

Dengan memperhatikan Gambar 4, profil DO juga dapat dikelompokkan ke dalam zona yang telah dibagi sebelumnya, yaitu sebagai berikut:

Zona I disusun oleh nilai DO antara 5,7 mg.l<sup>-1</sup> ~ 6,3 mg.l<sup>-1</sup>. Terjadi pemusatan naik ke nilai 6,3 mg.l<sup>-1</sup> di ruas sekitar 0 km

pada bulan Januari ~ Mei, bulan Juni ~ Agustus dan bulan September ~ Desember.

Zona II disusun oleh nilai DO antara 5,9 mg.l<sup>-1</sup> ~ 4,1 mg.l<sup>-1</sup>. Terjadi pemusatan pada ruas sekitar 19 km pada bulan April ~ Juni, yaitu nilai turun ke 4,1 mg.l<sup>-1</sup>.

Zona III disusun oleh nilai DO antara 3,2 mg.l<sup>-1</sup> ~ 4,8 mg.l<sup>-1</sup>. Terjadi tiga pemusatan: i) Di ruas sekitar 26 km pada Januari ~ Maret naik ke nilai 4,4 mg.l<sup>-1</sup>; ii) Di ruas sekitar 32 km pada bulan Januari ~ Februari turun ke nilai 3,4 mg.l<sup>-1</sup>, pada bulan April ~ Juni turun ke nilai 3,2 mg.l<sup>-1</sup>, dan pada bulan September ~ Desember turun ke nilai 3,2 mg.l<sup>-1</sup>; iii) Di ruas sekitar 42 km pada bulan Februari ~ April naik ke nilai 4,8 mg.l<sup>-1</sup>, pada bulan Mei ~ Juni turun ke nilai 3,6 mg.l<sup>-1</sup>, pada bulan Juli ~ Agustus naik ke 4,2 mg.l<sup>-1</sup>, dan pada bulan Oktober ~ Desember naik ke nilai 4,2 mg.l<sup>-1</sup>.

Zona IV disusun oleh nilai DO antara 4,8 mg.l<sup>-1</sup> ~ 3,2 mg.l<sup>-1</sup>. Di zona ini tidak ada pemusatan.

Zona V disusun oleh nilai DO antara  $3,2 \text{ mg.l}^{-1} \sim 2,2 \text{ mg.l}^{-1}$ . Di zona ini juga tidak ada pemusatan yang berarti.

Kecenderungan profil DO di setiap zona-nya tersebut, juga diikuti oleh koefisien variasinya (Gambar 4b.). Yaitu KV semakin meningkat, apabila terjadi pemusatan-pemusatan nilai DO.

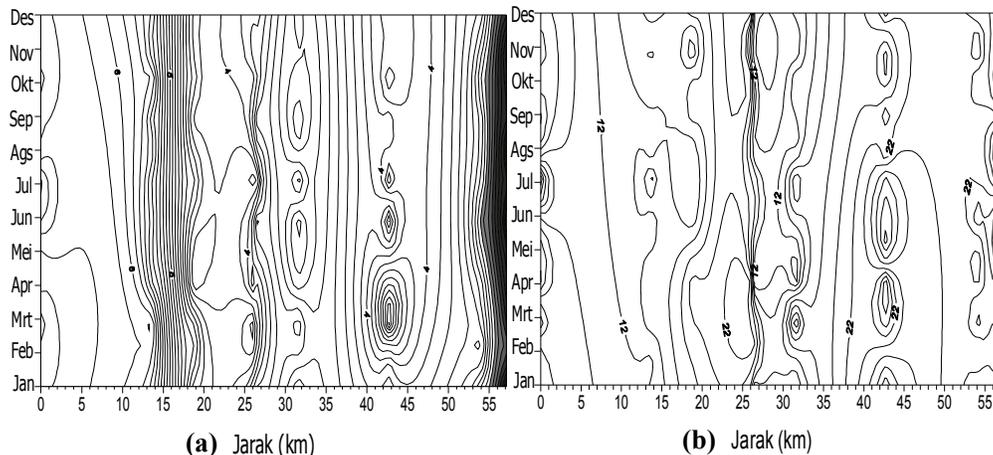
Memperhatikan kecenderungan profil DO yang pada umumnya nilainya lebih besar dari  $2 \text{ mg/l}$ , maka proses oksidasi COD secara aerobik dan nitrifikasi dapat terjadi di badan air Sungai Citarum Hulu. Memperhatikan profil DO tersebut mirip dengan kecenderungan profil COD,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  dan  $\text{NO}_3$  di setiap zonanya. Kemiripan tersebut dapat dijadikan indikasi proses oksidasi COD dan nitrifikasi yang telah dikemukakan sebelumnya berjalan. Sehingga pada saat COD dan  $\text{NH}_3$  meningkat nilainya yaitu di zona II, III dan IV, maka akan diikuti oleh penurunan nilai DO dan peningkatan  $\text{NO}_2$  dan  $\text{NO}_3$ . Sebaliknya apabila terjadi penurunan nilai COD dan  $\text{NH}_3$ , terutama di zona IV, maka nilai DO cenderung meningkat.

Memperhatikan profil DO (Gambar 4a) yang pada umumnya nilainya lebih besar

dari  $2 \text{ mg/l}$  itu, maka dapat dikatakan badan air Sungai Citarum mempunyai kelenturan DO yang baik. Sehingga meskipun tekanan beban COD dan  $\text{NH}_3$  hadir di zona II, III dan IV cukup besar, purifikasi ke dua parameter tersebut tetap berjalan dalam kondisi aerobik.

Seperti yang terlihat pada profil kandungan kualitas air di atas, bahwa di setiap zonanya terjadi pemusatan yang berdasarkan bulan. Apabila pemusatan ini dibandingkan dengan fluktuasi debit aliran Sungai Citarum (Gambar 5), maka dapat diketahui argumen kejadian pemusatan tersebut.

Debit aliran Sungai Citarum Hulu mulai menyusut pada bulan Mei hingga mencapai kritis pada Agustus sampai September. Sedangkan pada bulan November debit aliran tersebut mulai meningkat hingga mencapai puncak debit pada bulan Maret hingga April (Gambar 5a). Fluktuasi tersebut merupakan indikasi, bahwa pada bulan Mei sampai November adalah musim kemarau, sedangkan pada bulan November sampai April musim penghujan.



Gambar 4. Time-Space Plot Profil DO Air Sungai Citarum Hulu (kiri : DO, kanan : KV DO)

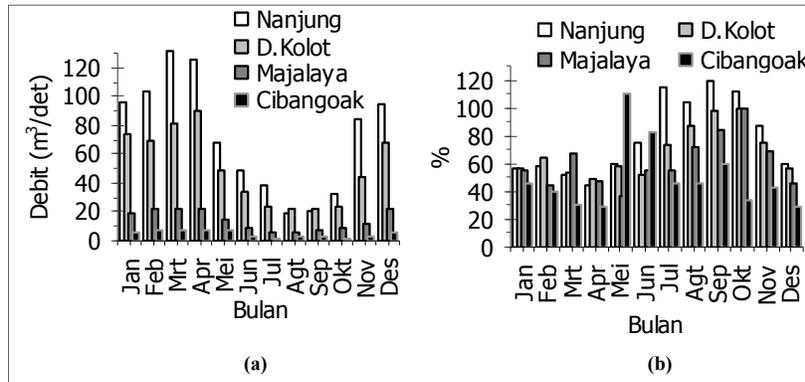
Kecenderungan debit aliran rata-rata bulanan tersebut jumbuh dengan kejadian pemusatan pada profil kandungan air di atas. Pada musim penghujan, di setiap zona terjadi kecenderungan memusat turun pada nilai kandungan COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub>, sedang DO cenderung memusat naik. Sebaliknya pada bulan kemarau kandungan tersebut cenderung memusat.

Variasi debit harian setiap bulannya di ke tiga stasiun tersebut cukup besar, yaitu rata-rata melebihi 50% kecuali stasiun Cibangoak 49,4 % (Gambar 5b). Variasi debit harian semakin meningkat, manakala musim kemarau telah terjadi. Hal ini jumbuh dengan profil variasi dari COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> dan DO, dimana di musim kemarau kejadian pemusatan cenderung diikuti dengan peningkatan pemusatan nilai variasinya.

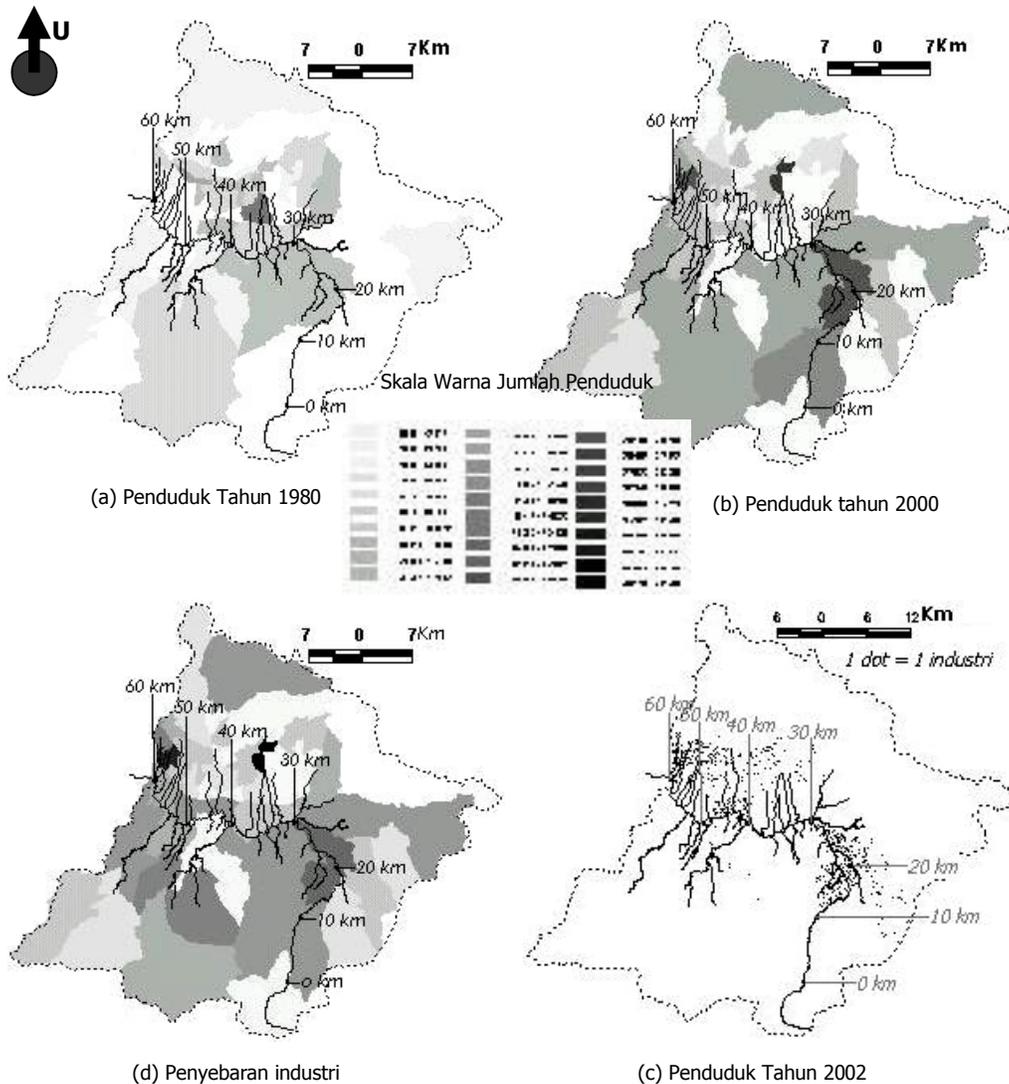
Seperti telah dikemukakan dalam latar belakang penelitian, bahwa peningkatan jumlah penduduk dan

industrialisasi di DAS Citarum Hulu terjadi dengan pesat. Penyebaran penduduk dan industri tersebut telah diekspresikan ke dalam peta tematik seperti dalam Gambar 6.

Memperhatikan kecenderungan pemusatan penduduk dan industri tersebut, maka jumbuh dengan kecenderungan yang terjadi pada profil kandungan COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, dan NO<sub>3</sub>. Terutama kecenderungan kenaikan nilai kadungan di zona II, II dan V. Kejumbuhan ini dapat untuk membangun argumentasi, bahwa kenaikan nilai pada profil tersebut disebabkan oleh air limbah dari sentra industri dan penduduk di zona tersebut. Ini terlihat jelas pada saat debit air kecil, nilai pada profil COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan NO<sub>3</sub> meningkat karena pengentalan (pemekatan). Sebaliknya pada saat musim penghujan nilai pada profil tersebut turun, karena adanya pengenceran air limbah oleh debit aliran Sungai Citarum Hulu yang lebih tinggi dibanding di musim kemarau.



Gambar 5. Rerata Debit Bulanan Sungai Citarum Hulu dari Tahun 1990 s/d 2000 ( a : debit , b : KV )



Gambar 6. Peta Tematik Penyebaran Penduduk dan Industri Di DAS Citarum Hulu

Telah dikemukakan sebelumnya bahwa, ruas antara 0 km ~ 20 km telah ditetapkan sebagai peruntukkan ruas golongan B, dan ruas antara 20 km ~ 60 km sebagai ruas golongan C.

Berdasarkan ketetapan kriteria kualitas air tersebut (Tabel 1), status profil tersebut adalah sebagai berikut. i) Ruas golongan B, nilai COD dan  $\text{NO}_3$  mulai dari titik 14 km ke hilir telah melebihi ambang batas. DO pada ruas ini nilainya tidak mencukupi ambang batasnya. Sedangkan  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NO}_2$  pada ruas ini masih

memenuhi persyaratan ambang batas yang telah ditetapkan; ii) Ruas golongan C,  $\text{NH}_3$  dari titik 24 km ke hilir sungai nilainya melebihi ambang batas.  $\text{NO}_3$  dari titik 20 km ke hilir sungai, nilainya telah melebihi ambang batas. DO dari titik 54 km ke hilir nilainya telah melebihi ambang batas. Sedangkan nilai  $\text{NO}_2$  di semua ruas ini masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

*Time-Space Plot* dari yang telah terkumpul, dapat menggambarkan profil kandungan COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> dan DO. Profil tersebut dapat dibuat zonasi berdasarkan pada pola profilnya yaitu Zona I (zona awal), Zona II (zona kenaikan pertama), Zona III (zona puncak pertama), Zona IV (zona purifikasi) dan Zona V (zona kenaikan kedua). Perbandingan profil tersebut dengan peta tematik penyebaran penduduk dan industri dapat ditarik kesimpulan bahwa, pola profil kandungan air berdasarkan jarak ruas sungai sangat erat berhubungan dengan kecenderungan penyebaran penduduk dan industri, terutama di zona II, III dan V. Sedangkan perbandingan dengan pola debit aliran sungai rata-rata bulanan, maka pola profil kandungan air berdasarkan waktu sangat erat berhubungan dengan pola debit aliran sungai tersebut.

Nilai-nilai parameter-parameter kualitas air pada profil yang telah dibuat pada umumnya relatif buruk. Pada musim kemarau (pada debit aliran kritis), kualitas air tersebut bertambah buruk yaitu berwarna semakin berwarna hitam. Untuk memperbaiki kualitas air tersebut, perlu dicari upaya dalam pengendalian pencemaran di zona II, III dan V. Dalam rangka ini, usaha yang perlu dilakukan lebih lanjut adalah sebagai berikut,

- Kuantifikasi beban pencemar di setiap titik influen (anak sungai) ke dalam Sungai Citarum Hulu, terutama di zona II, III dan V.
- Pengkajian dan evaluasi kemampuan sungai Citarum Hulu pada debit kritis (kecil) dalam menerima beban pencemar karbon organik dan nitrogen nir-organik.
- Skenario alokasi beban pencemar terutama dari zona II, III dan IV yang dapat di terima oleh Sungai Citarum Hulu pada debit aliran kritis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badrudin, M., 1987, Pengendalian Pencemaran Air Daerah Aliran Sungai Citarum, Makalah Kongres Alumni ITB.
- Badrudin, M., 1990, Penggunaan Indeks Dampak Pencemaran Air Pada Penilaian Kualitas Air, Disertasi Doktor ITB.
- Bukit. N.T., 1995, Water Quality Conservation for the Citarum River in West Java, *J. Wat.Sci. Tech.*, vol. 31, No. 9, Pergamon, London, p. 1-10.
- Harsono, E., 1996, Identifikasi Pencemar dan Pemetaan Penyebaran Industri Potensial Pencemar Organik Karbon Di Sungai Citarum Hulu”, *Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Puslitbang Limnologi LIPI 1995/1996*, hal 26-38.
- Hartiningsih, 1998, Pengelolaan Kualitas Air Sungai Citarum Ditinjau dari Aspek Teknis Teoritis Akibat Bahan Buangan Organik Karbon, Thesis Magister T. Lingkungan ITB.
- \_\_\_\_\_, 2002, Himpunan Peraturan Perundang-Undangan Di Bidang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Pengendalian Dampak Lingkungan Era Otonomi Daerah, Kementerian Lingkungan Hidup.
- Kirchhof, W., 1991, Water Quality Assessment based on Physical and Biological Parameter for The Citarum River Basin, *The Papers of Workshop Water quality Assessment and Standard on water Quality Management*, december 17-18, Bandung, 1 – 15.
- Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran, 1992, Pemantauan Kualitas Air Waduk Saguling dan Cirata, Universitas Padjadjaran, Bandung.

Panitia Perumus dan Rencana Kerja  
Pemerintah Di Bidang  
Pengembangan Lingkungan Hidup.,  
1979, Laporan Perkembangan  
(*Progress Report*) Status mutu  
Badan Air di Indonesia, Lembaga  
Ekologi Universitas Padjadjaran,  
Bandung.

Tim Pengendalian Pencemaran Limbah  
Industri Propinsi D.T I Jawa Barat,

1993, Program Kali Bersih Propinsi  
D.T I Jawa Barat, Laporan Tahap IV.

Woo, M.H. & C.K. Boom, 1992, The Water  
Quality Impact on Fishery In The  
Saguling Reservoir. *Proceeding of  
the Sixth International Symposium  
on River and Lake Environment  
Chuncheon*, 1992, Korea, 67 – 76.