

## **Modelisasi Kualitas Air Sungai Akibat Buangan Organik Karbon, T-N dan T-P dari DAS Citarum Hulu**

Eko Harsono  
*Staf Peneliti Puslitbang Limnologi - LIPI*

### **PENDAHULUAN**

DAS Citarum Hulu merupakan daerah tangkapan hujan waduk Saguling. Aktivitas daerah kabupaten dan kotamadya Bandung yang tercakup dalam DAS, dengan melalui sungai Citarum hulu telah mengancam kualitas air waduk Saguling.

Telah banyak penelitian yang melaporkan bahwa, kualitas air sungai Citarum hulu telah tercemar hingga mengancam peruntukannya . Melalui Prokasih telah banyak upaya yang telah dilakukan, misalnya dengan pengurangan beban pencemar dari industri yang ada. Namun hingga kini, kondisi kualitas air sungai Citarum hulu belum meningkat . Belum terselesaikanya permasalahan tersebut, dikarenakan belum terungkapnya besar beban pencemar yang diperbolehkan untuk memelihara "Stream Standard" sungai Citarum hulu.

BOD, T-N dan T-P merupakan material buangan dari limbah air kegiatan pemukiman, industri, pertanian dan erosi lahan. Kandungan BOD , T-N dan T-P merupakan indikator kesehatan ekologis dan kebersihan suatu badan air. Dalam suatu badan air, kandungan BOD yang tinggi akan menghabiskan kandungan oksigen dalam dekomposisinya, yang pada akhirnya akan terjadi dekomposisi nir-aerob yang menimbulkan bau busuk dan tidak estetik. T-N dan T-P adalah nutrien utama dalam pertumbuhan tumbuhan akuatik. Kehadiran T-N dan T-P yang berlebihan akan menimbulkan eutropikasi suatu badan air, yang sangat mengganggu kesehatan ekologis dan mengurangi estetika.

Dalam penelitian ini telah dikembangkan model awal kualitas air akibat buangan T-N, T-P dan Organik karbon (BOD, COD) dari DAS Citarum hulu . Kegunaan model ini dapat digunakan sebagai alat simulasi beban T-N, T-P dan BOD dari DAS Citarum yang diperbolehkan, sehingga peruntukan badan air sungai Citarum dan waduk Saguling dapat dilindungi. Disamping itu dapat digunakan sebagai alat perencanaan wilayah yang berdasarkan pada perlindungan kelestarian sumberdaya air.

**BAHAN DAN METODE**

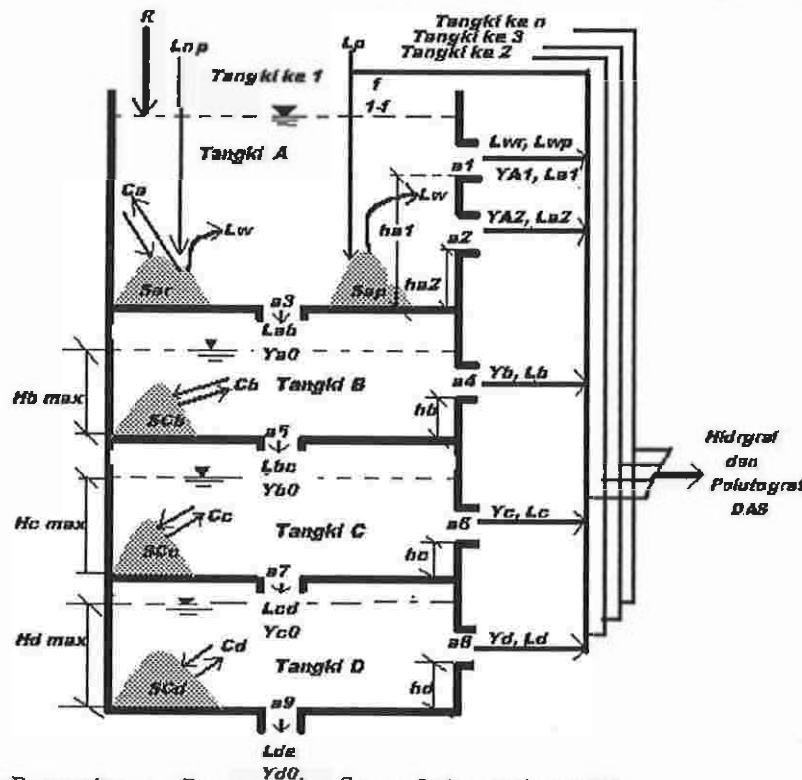
Model dikembangkan dari imajinasi dari suatu tangki. DAS dianggap tersusun oleh beberapa tangki yang mempunyai karakter berdasarkan klasifikasi tataguna lahannya. Dari setiap tangki di dalamnya tersusun seri tangki yang menggambarkan lapisan-lapisan tanah yang mengkarakterkan aliran airnya, misalnya tangki yang mengkarakterkan aliran langsung, aliran antara, aliran bawah dan tangki yang mengkarakterkan aliran dasar (base flow).

Dalam model ini asal beban pencemar dari sumber titik dan sumber area. Beban pencemar dari sumber titik setelah mengalami proses dalam perjalanannya akan menjadi komponen hidrograf dan polutograf DAS. Sedangkan beban pencemar dari sumber area terangkut bersamaan dengan aliran karena hujan, dan setelah mengalami berbagai proses dalam perjalanannya bersama dengan aliran dari sumber titik akhirnya membentuk total hidrograf dan polutograf dari daerah tangkapan tersebut (DAS).

Dibantu gambar 1, model secara rinci dapat diterangkan secara matematis sebagai berikut.

**Algoritma Modelisasi Hidrograf DAS**

Untuk debit aliran dari DAS (hidrograf) diskemakan pada gambar 1, dan secara



matematis diekspresikan sebagai berikut,

Gambar 1. Skema Model Tangki

Untuk Tangki A

$$X_a = Y_p \cdot \Delta t + f \cdot R \cdot \Delta t - (1 - s) \cdot E \cdot \Delta t$$

$$\text{Jika } \rightarrow X_a > h_{a1} \rightarrow \text{maka } \rightarrow Y_{a1} = a_1 (X_a - h_{a1}) \Delta t$$

$$Y_{a2} = a_a (X_a - h_{a1}) \Delta t$$

$$Y_a = Y_{a1} + Y_{a2}$$

$$\text{Jika } \rightarrow h_{a2} < X_a \leq h_{a1}, \text{ maka } \rightarrow Y_{a1} = 0$$

$$Y_{a2} = a_2 (X_a - h_{a1}) \Delta t$$

$$Y_a = Y_{a1} + Y_{a2}$$

$$\text{Jika } \rightarrow X_a \leq h_{a2}, \text{ maka } \rightarrow Y_a = 0$$

$$Y_{a0} = a_3 \cdot X_a$$

$$X_a = X_a \cdot Y_a \cdot \Delta t - Y_{a0} \cdot \Delta t$$

Untuk Tangki B

$$\text{Jika } \rightarrow X_b > h_b, \text{ maka } \rightarrow Y_b = a_4 (X_b - h_b) \Delta t$$

$$\text{Jika } \rightarrow X_b \leq h_b, \text{ maka } \rightarrow Y_b = 0$$

$$Y_{b0} = a_5 \cdot X_b$$

$$X_b = X_b - Y_b \cdot \Delta t - Y_{b0} \cdot \Delta t$$

Tangki C

$$\text{Jika } \rightarrow X_c > h_c, \text{ maka } \rightarrow Y_c = a_6 (X_c - h_c) \Delta t$$

$$\text{Jika } \rightarrow X_c \leq h_c, \text{ maka } \rightarrow Y_c = 0$$

$$Y_{c0} = a_7 \cdot X_c$$

$$X_c = X_c - Y_c \cdot \Delta t - Y_{c0} \cdot \Delta t$$

Tangki D

$$\text{Jika } \rightarrow X_d > h_d, \text{ maka } \rightarrow Y_d = a_8 (X_d - h_d) \Delta t$$

$$\text{Jika } \rightarrow X_d \leq h_d, \text{ maka } \rightarrow Y_d = 0$$

$$Y_{d0} = a_9 \cdot X_d$$

$$X_d = X_d - Y_d \cdot \Delta t - Y_{d0} \cdot \Delta t$$

$X_a, X_b, X_c, X_d$  = Perubahan tinggi muka air di tangki A,B,C,D (mm);  $Y_a, Y_b, Y_c, Y_d$  = Tebal aliran keluar dari tangki A,B,C,D (mm/hari);  $Y_{a0}, Y_{b0}, Y_{c0}, Y_{d0}$  = Tebal penetrasi aliran dari tangki A,B,C,D (mm/hari) ;  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$  = Koefisien penghambat;  $h_{a1}, h_{a2}$  = Tebal tampungan tertahan di tangki A(mm) ;  $h_b, h_c, h_d$  =Tebal tampungan tertahan di tangki B,C,D (mm);  $\Delta t$  = interval waktu (hari),  $R$  =hujan (mm/hari);  $E$  = evapotranspirasi (mm/hari) ;  $f$  = bagian hujan yang jatuh ke dalam lapisan tanah (%);  $s$  = koefisien penghambat evapotranspirasi.

### Algoritma Modelisasi Polutograf DAS

Sedangkan untuk aliran beban dari DAS (polutograf) diskemakan pada gambar 1, dan ekspresi matematisnya adalah sebagai berikut,

- Beban dari Sumber titik (point source) di bawah kondisi tidak hujan (kg/hari)

$$L_{p0} = f \cdot L_p$$

$L_{p0}$  = beban dari sumber titik (kg/hari),

$f$  = ratio aliran di bawah kondisi tidak ada hujan

$L_p$  = beban effluent dari sumber titik (kg/hari)

- Beban dari sumber daerah (no point source) (kg/hari)

$$\text{Tangki } \left\{ \begin{array}{l} A \Rightarrow L_a = C_a \cdot Y_a \cdot A + k_{wp} \cdot S_{ap} \cdot Y_a \cdot A + k_{wr} \cdot S_{ar} \cdot Y_a^2 \cdot A \\ B \Rightarrow L_b = C_b \cdot Y_b \cdot A \\ C \Rightarrow L_c = C_c \cdot Y_c \cdot A \\ D \Rightarrow L_d = C_d \cdot Y_d \cdot A \end{array} \right.$$

$L_{a, b, c, d}$  = beban dari sumber daerah (kg/hari);  $C_{a, b, c, d}$  = kualitas air di tangki ke A, B, C dan D (mg/l) ;  $K_{wp}$  = laju pencucian material pencemar (wash-out) di sediment dari saluran point source (1/hari);  $S_{ap}$  = sedimen yang berasal dari point source (kg/m<sup>2</sup>);  $K_{wr}$  = laju pencucian material pencemar di sediment dari sumber non-point source(1/hari) ;  $S_{ar}$  = sediment yang berasal dari non-point source (kg/m<sup>2</sup>);  $A$  = Luas DAS (m<sup>2</sup>)

- Beban penetrasi, (kg/hari)

$$\text{Tangki A ke tangki B} \quad : L_{ab} = C_a \cdot Y_{a0} \cdot A$$

$$\text{Tangki B ke tangki C} \quad : L_{bc} = C_b \cdot Y_{b0} \cdot A$$

$$\text{Tangki C ke tangki D} \quad : L_{cd} = C_c \cdot Y_{c0} \cdot A$$

$$\text{Tangki D ke air tanah dalam} \quad : L_{d \rightarrow} = C_d \cdot Y_{d0} \cdot A$$

- Proses pengikisan dan sedimentasi di tangki A

$$A \frac{d(C_a \cdot X_a)}{dt} = C_r \cdot R \cdot A - C_a \cdot Y_a \cdot A - k_{a1} \cdot C_a \cdot X_a \cdot A + k_{a2} \cdot S_{ar} \cdot A - L_{ab}$$

$$A \frac{dS_{ap}}{dt} = (1 - f_1) L_p - k_{dp} \cdot S_{ap} \cdot A - k_{wp} \cdot S_{ap} \cdot A$$

$$A \frac{dS_{ar}}{dt} = L_{np} - k_{dr} \cdot S_{ar} \cdot A + k_{a1} \cdot C_a \cdot X_a \cdot A - k_{a2} \cdot S_{ar} \cdot A - k_{wr} \cdot S_{ar} \cdot Y_a^2 \cdot A$$

- Proses desolusion dan akumulasi dari penetrasi di tangki B – D

Tangki B

$$A \frac{d(C_b \cdot X_b)}{dt} = L_{ab} - L_b - L_{ba} - k_b \left\{ C_b \cdot X_b - r \cdot \frac{(SC_b + SC_{b0})}{SC_{b0}} \cdot SC_b \cdot H_{b \max} \right\} A$$

$$A \frac{d(SC_b H_{b \max})}{dt} = k_b \left\{ C_b \cdot X_b - r \cdot \frac{(SC_b + SC_{b0})}{SC_{b0}} \cdot SC_b \cdot H_{b \max} \right\} A - k_{db} \cdot SC_b \cdot H_{b \max} \cdot A$$

Tangki C

$$A \frac{d(C_c \cdot X_c)}{dt} = L_{bc} - L_c - L_{cd} - k_c \left\{ C_c \cdot X_c - r \cdot \frac{(SC_c + SC_{c0})}{SC_{c0}} \cdot SC_c \cdot H_{c \max} \right\} A$$

$$A \frac{d(SC_c H_{c \max})}{dt} = k_c \left\{ C_c \cdot X_c - r \cdot \frac{(SC_c + SC_{c0})}{SC_{c0}} \cdot SC_c \cdot H_{c \max} \right\} A - k_{dc} \cdot SC_c \cdot H_{c \max} \cdot A$$

Tangki D

$$A \frac{d(C_d \cdot X_d)}{dt} = L_{cd} - L_d - L_{d0} - k_d \left\{ C_d \cdot X_d - r \cdot \frac{(SC_d + SC_{d0})}{SC_{d0}} \cdot SC_d \cdot H_{d \max} \right\} A$$

$$A \frac{d(SC_d H_{d \max})}{dt} = k_d \left\{ C_d \cdot X_d - r \cdot \frac{(SC_d + SC_{d0})}{SC_{d0}} \cdot SC_d \cdot H_{d \max} \right\} A - k_{dd} \cdot SC_d \cdot H_{d \max} \cdot A$$

$H_{i \max}$  = level muka air maksimum di tangki i (mm);  $K_{di}$  = laju penurunan muka air di tangki i (1/hari);  $K_i$  = koefisien adsorpsi – desorpsi di tangki i;  $C_r$  = kualitas air hujan (mg/l);  $R$  = curah hujan (mm/hari);  $SC_i$  = akumulasi tanah di tangki i ( $kg/m^2$ );  $K_{ai}$  = laju adsorpsi di tangki A (1/hari);  $K_{a2}$  = laju desorpsi di tangki A (1/hari);

$$\frac{r(SC_i + SC_{i0})}{SC_{i0}} = \text{a desorpsi sama dengan konstan di dalam tangki i.}$$

Dengan demikian hidrograf dan polutograf dari DAS dapat diekspresikan sebagai berikut,

$$L_{a01} = L_{p0} + L_a + L_b + L_c + L_d$$



$$C_{0a1} = \frac{L_{0a1}}{Q_{0a1}}$$

$$Q_{0a1} = \sum_{tan gki=1}^n (R_a + R_b + R_c + R_d) \cdot A$$

Dimana,  $L_{a01}$  = beban pencemar dari DAS (kg/det),  $C_{0a1}$  = konsentarsi pencemar dari DAS (mg/l),  $Q_{0a1}$  = debit aliran DAS (m<sup>3</sup>/det).

Penyelesaian persamaan-persamaan deferensial dalam model dilakukan dengan metode Runge-Kutte orde 4. Sedangkan perhitungan dilakukan dengan pemograman komputer menggunakan bahasa Fortran.

### Data Observasi

Data observasi sebagai bahan untuk kalibrasi model diperoleh dari Puslitbang Pengairan P.U. Data tersebut terdiri dari

- data hujan harian (tahun 1990 s/d 1998) stasiun telemetri Cicalengka, Paseh, Ujungberung, Chinchona, Ciparay, Ujungberung, Bandung, Montaya, Sukamana dan Dam Saguling,
- Data debit aliran harian stasiun Nanjung ( tahun 1990 s/d 1998)
- Data monitoring kualitas air di stasiun Nanjung.

Penyebaran stasiun hujan, lokasi stasiun pemantauan debit aliran dan pemantauan kualitas air tersebut dapat dilihat dalam gambar 1

### Faktor Emisi Beban

Faktor emisi faktor yang digunakan seperti dalam tabel 1. berikut ini,

Tabel 1. Faktor Emisi Beban Pencemar Sumber Daerah

Parameter	Pemukiman		Hutan		Tegalan		Sawah	
	Satuan Ratio (kg/ha/th)		Satuan ratio (kg/ha/th)		Satuan Ratio (kg/ha/th)		Satuan Ratio (kg/ba/th)	
	Rentang	Rata-rata	Rentang	Reata-rata	Rentang	Rata-rata	Rentang	Rata-rata
COD	34-605	187	3,9-21,5	21,5	4,21,9	10,3	34,7-475	213
T-N	4,5-34,2	19,7	0,3-8,8	3,6	8,2-238	76,0	26,5-67,0	49,8
T-P	0,9-6,5	2,7	0,01-1,27	0,30	0,0-2,43	0,68	1,45-7,43	2,02

Konsentrasi air limbah penduduk sebagai sumber titik adalah sebagai berikut,  $BOD_5 = 100-300$  mg/l,  $COD = 250 - 1000$  mg/l,  $T-N = 20-85$  mg/l, amonia =  $12-50$  mg/l,  $T-P = 6-20$  mg/l. Dan debit air limbah penduduk ditentukan 80% dari pemakaian air bersihnya, yaitu  $150 - 250$  l/hari/kapita. Sedangkan faktor emisi beban pencemar dari industri seperti dalam tabel 2. berikut ini,

Tabel 2. Faktor Emisi Beban Pencemar Industri

Industri	Konsumsi Air ( $m^3$ /jam)	COD (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)
Tekstil	0.52	200 - 1233	20 - 40	10-30
Pencelupan	0.05	300	25	10
Kertas	150	271	12	0,3
Barang Jadi dari kertas	0.05	20	2,6	0,16
Karet	0.05	10	13,5	0,51
Barang plastik	0.05	10	3	0 - 8
Gelas	0.05	3	0-1,53	0-1,22
Kulit	53	500- 1400	30	1,5
Garam Yodium	0.5	30		
Pemecahan batu	0.05	7	1-0,52	0,05
Cat	1.5	2322		
Beton	1.0	24	0,72-2	0,23

Sumber : JICA (1997)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi DAS Citarum Hulu

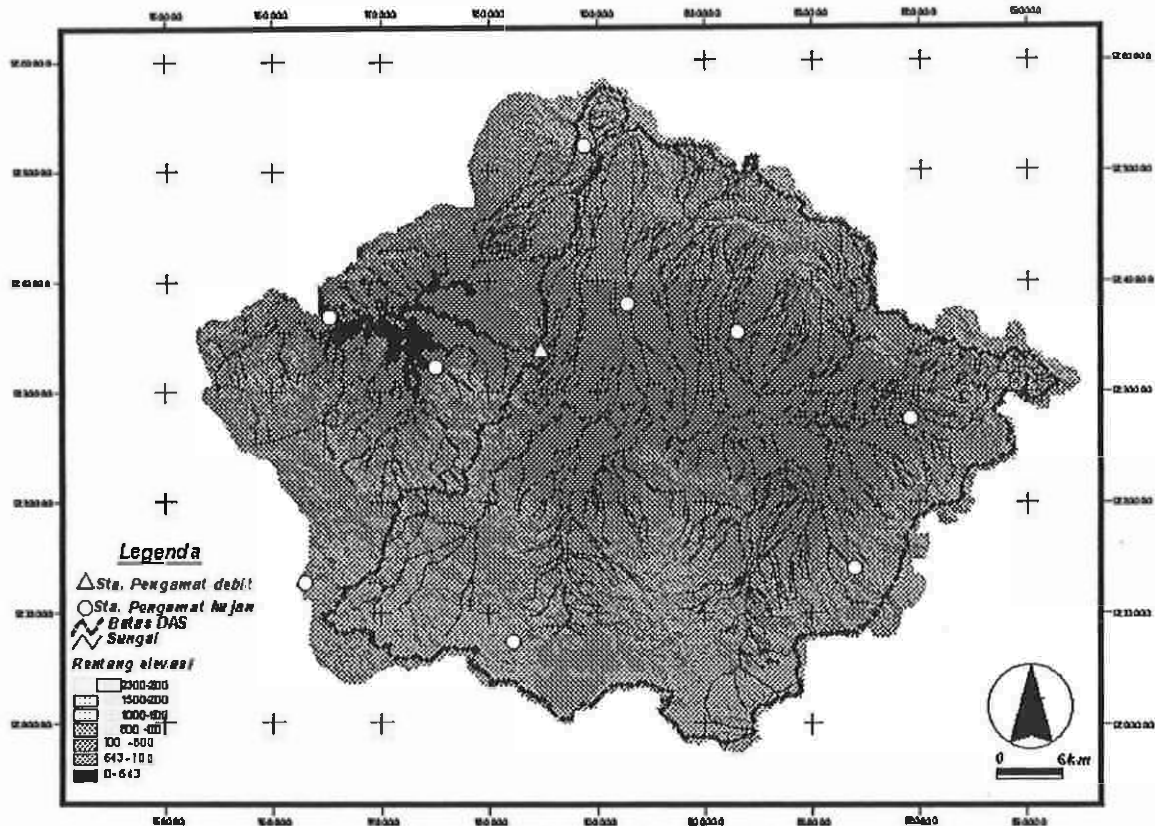
DAS Citarum Hulu dipresentasikan seperti dalam gambar 1. Tata guna lahan daerah penelitian disusun oleh hutan =  $427,7$  km<sup>2</sup> ; sawah =  $694,9$  km<sup>2</sup> ; ladang =  $523,0$  km<sup>2</sup> ; pemukiman =  $126,4$  km<sup>2</sup>. (JICA, 1988). Penduduk daerah penelitian = 4803055 orang. Sedangkan industri yang ada di DAS Citarum Hulu seperti dalam tabel 3.

Tabel 3. Industri dan Pr oduksinya yang Ada di DAS Citarum

Industri	Produksi
Perajutan (Ton/th)	574227
Pertununan ( $m^2$ /th)	1410942567
Pencelupan (ton/th)	63061
Barang Jadi Dari Kertas ((ton./h)	20314
Karet (Ton/th)	13699
Barng jadi Dari Plastik (ton/th)	12306
Barang Jadi Dari Gelas (ton/th)	108
Kulit (ton/th)	5400

Garam Yodium (ton/th)	54050
Pemecahan Batu (ton/th)	1900000
Cat (ton/th)	2500
Beton (ton/th)	285 1500

Sumber : Pengolahan data dari Dinas Perindustrian Kab. Bandung (1996)



Gambar 1. DAS Citarum Hulu

#### Beban Pencemar COD, T-N dan T-P

Hasil perhitungan berdasarkan data-data di atas, beban pencemar COD, T-N dan T-P adalah seperti dalam tabel 4.

Tabel 4. Beban Pencemar COD, T-N dan T-P DAS Citarum Hulu

Sumber		COD (kg/hari)	T-N (kg/hari)	T-P (kg/hari)
Titik	Pemukimaa n	133913,90	56256,50	11080,80
	Hutan	0	0	0
	Tegalan	0	0	0
	Sawah	0	0	0
Area	Pemukimaa n	4453,80	629,20	86,10



	Hutan	1965,40	329,10	27,40
	Tegalan	1319,50	9439,70	87,00
	Sawah	9754,50	1919,50	90,10

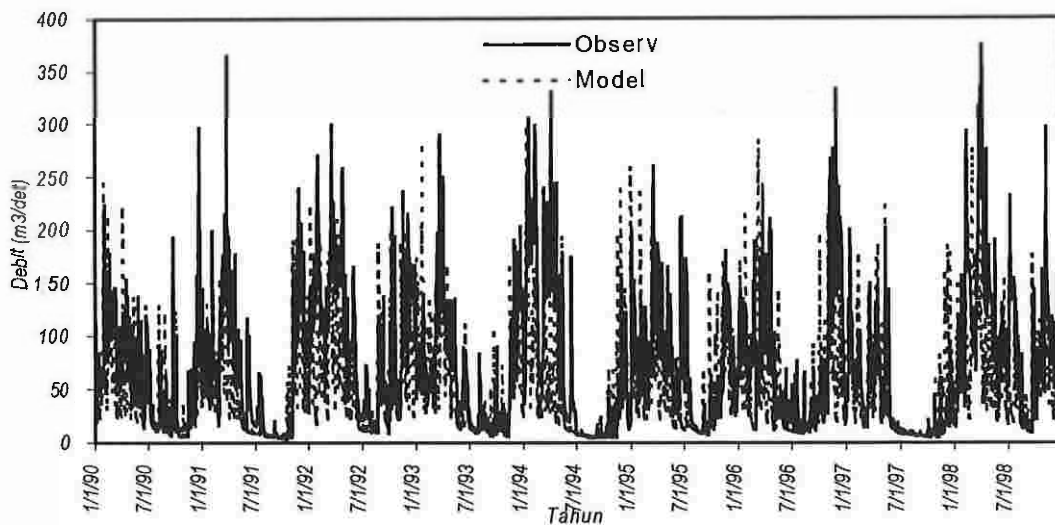
### Modelisasi Hidrograf Aliran

Hasil modelisasi hidrograf aliran di stasiun Nanjung dapat dilihat dalam gambar 2. Sedangkan parameter-parameter modelnya dapat dilihat dalam tabel 5.

Tabel 5. Parameter Model Hidrograf Aliran DAS Citarum Hulu

Parameter	Pemukiman	Hutan	Tegalan	Sawah
A1	0.85	0.7	0.85	0.75
A2	0.90	0.7	0.5	0.80
A3	0.1	0.50	0.39	0.45
A4	0.8	0.7	0.85	0.80
A5	0.2	0.35	0.25	0.30
A6	0.75	0.7	0.85	0.85
A7	0.2	0.086	0.055	0.065
A8	0.8	0.87	0.87	0.80
A9	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000001
B1	2.0	3.0	3.0	3.0
B2	0.50	2.0	1.0	1.0
B3	6.0	9.0	5.0	5.0
B4	10.0	10.0	10.0	10.0
B5	1.0	1.0	1.0	1.0
Hbmx	150	160	170	180
Hcmx	400	550	650	700
Hdmx	3500	3000	3500	4000
Kondisi Awal	Xa	0	0	0
	Xb	0	0	0
	Xc	0	0	0
	Xd	1	5	1

Dari gambar 2 dapat dilihat, hasil modelisasi dan observasi mempunyai kecenderungan yang mirip. Seperti telah diuraikan sebelumnya, bahwa data tataguna lahan yang digunakan untuk modelisasi adalah data tahun 1988, namun demikian hingga tahun 1998 hidrograf aliran modelisasi dan observasi masih menunjukkan konsistensi kemiripan. Hal ini menunjukkan, bahwa perubahan tatguna lahan hingga tahun 1998 tidak mempengaruhi karakteristik hidrograf aliran secara berarti apabila dibandingkan dengan hujan yang terjadi.



Gambar 2. Hasil Observasi dan Modelisasi Hidrograf Aliran Sungai Citarum Di Nanjung

#### Modelisasi Polutograf COD, T-N dan T-P

Hasil modelisasi polutograf aliran COD, T-N dan T-P sungai Citarum di stasiun Nanjung dapat dilihat dalam gambar 3, 4 dan gambar 5. Sedangkan parameter-parameter modelnya dapat dilihat dalam tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Parameter Model Polutograf Sungai Citarum Di Nanjung

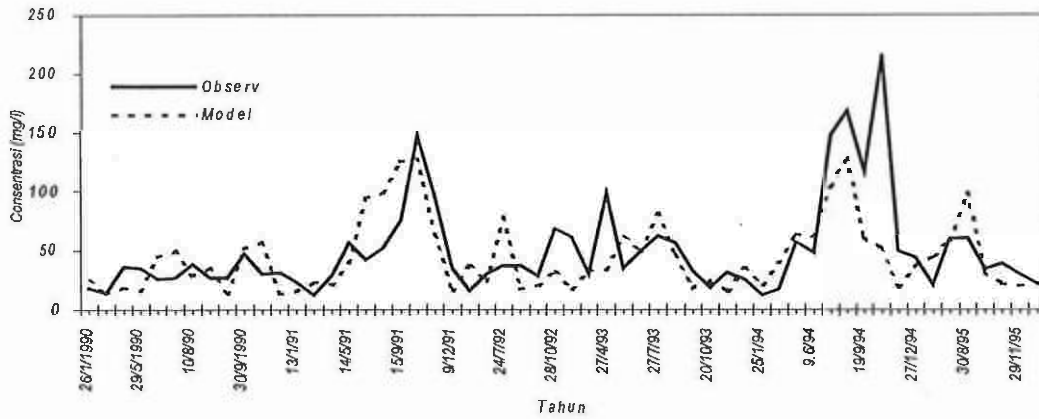
Parameter	Pemukiman			Hutan			Tegalan			Sawah		
	COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P
K1	0.04	0.7	0.22	0.3	0.7	0.8	0.3	0.7	0.8	0.3	0.7	0.8
K2	0.05	0.7	0.22	0.1	0.7	0.8	0.1	0.7	0.8	0.1	0.7	0.8
Kwp	0.00 005	0.00 04	0.000 4	0.01	0.000 4	0.000 1	0.01	0.000 4	0.000 1	0.01	0.000 7	0.0001
Kwr	0.00 009	0.00 04	0.000 8	0.000 9	0.000 4	0.000 8	0.000 9	0.000 4	0.000 8	0.000 9	0.000 4	0.0008
Ks	0.06	0.00 01	0.000 4	0.08	0.000 1	0.008	0.06	0.000 1	0.006	0.06	0.000 1	0.006
Kl	0.5	0.1	0.1	1	1	1	1	0.2	0.1	1	0.2	0.1

Tabel. 7 Parameter Model Polutograf Sungai Citarum Di Nanjung

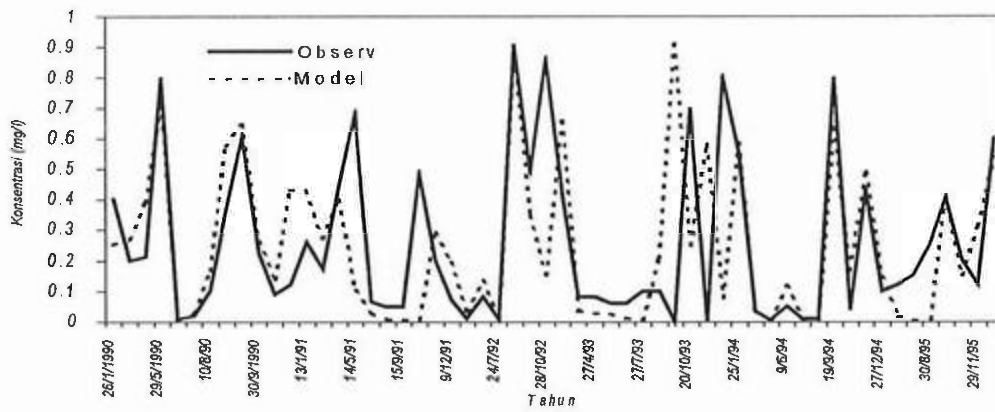
Parame ter	COD	T-N	T-P
Ka1	0.02	0.9	0.2
Ka2	0.02	0.0005	0.0002
Kb	0.0001	1.0	1.0
Kc	0.0001	1.0	1.0
Kd	0.0001	1.0	1.0
Kdp	0.0	0.1	0.1
Kdr	0.0	0.1	0.1
Kdb	0.0001	1.0	1.0
Kdc	0.0001	1.0	1.0
Kdd	0.0001	1.0	0.1
Pr	0.003	0.9	0.9
Seo	2000	1.0	2.0
Kw	1	1.0	2.0

Dari gambar 3, 4 dan 5 dapat dilihat, bahwa pada mulanya hasil modelisasi dan observasi mempunyai kemiripan. Dengan bertambahnya tahun hingga 1995 kecenderungan fluktuasi masih konsisten, namun observasi pada umumnya mempunyai kecenderungan lebih tinggi konsentrasinya. Hal ini disebabkan data beban yang digunakan data tahun 1988. Dan ini menunjukkan, dengan perkembangan penduduk, industri dan konservasi tataguna lahan sebagai sumber pencemar sangat mempengaruhi karakteristik dari polutograf COD, T-N dan T-P.

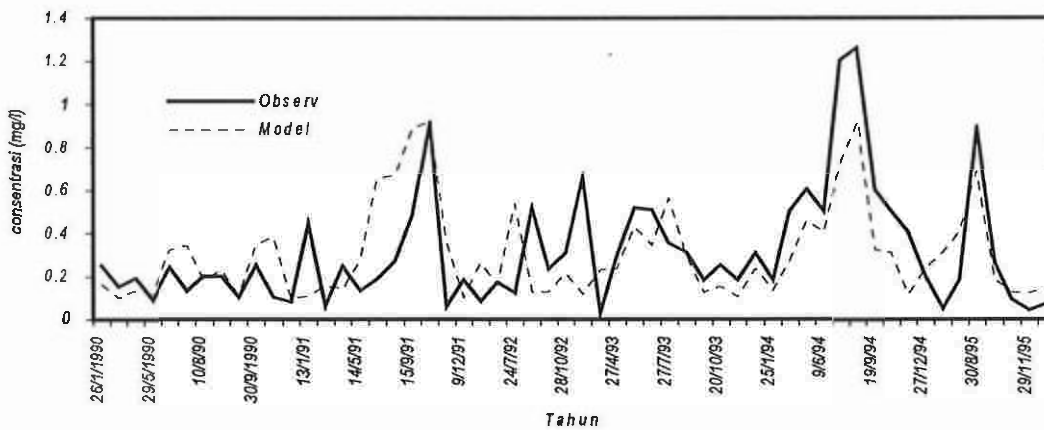
Untuk itu, pada penelitian tahap lanjutan akan digunakan data perkembangan penduduk dan industri serta perubahan tataguna lahan dari tahun ke tahun. Disamping itu modelisasi polutograf akan dikembangkan untuk sub-sub DAS Citarum sebagai masukan beban pencemar COD, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> dan PO<sub>4</sub> pada badan air sungai Citarum sebagai subsistem tersendiri. Dengan demikian pada tahap lanjutan akan dapat dilakukan skenario pola tata guna lahan, pengembangan industrialisasi dan pemukiman di DAS Citarum Hulu, dengan mempertimbangkan beban pencemar masukan dari material pencemar di atas yang masih dapat di toleransi oleh peruntukan kualitas badan air sungai Citarum Hulu dan waduk Saguling.



Gambar 3. Hasil Observasi dan Modelisasi Kandungan COD Sungai Citarum Di Nanjun



Gambar 4. Hasil Observasi dan Modelisasi Kandungan T-N Sungai Citarum Di Nanjung



Gambar 5. Hasil Observasi dan Modelisasi Kandungan T-P Sungai Citarum Di Nanjung