

**PENJERNIHAN AIR LIMBAH
DENGAN MENYISIHKAN MATERIAL PADATAN DI DALAM
LAHAN BASAH BUATAN**

Ami A. Meutia, Zuraida, dan Yayah Mardiaty
Staf Peneliti Puslitbang Limnologi - LIPI

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan industri dan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat telah menimbulkan masalah – masalah lingkungan yang cukup rumit. Salah satunya adalah pencemaran air, baik yang berasal dari rumah tangga, maupun limbah industri. Pembuangan air limbah, bila dilakukan secara langsung tanpa diolah terlebih dahulu dapat mengakibatkan terjadinya polusi pada sumber mata air, kontaminasi tanah dan atau tanaman sehingga langsung atau tidak langsung dapat mengancam kesehatan manusia dan lingkungannya.

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat yaitu: zat terlarut dan zat padat

Tersuspensi

- Zat terlarut seperti garam dan molekul organik.
- Zat padat tersuspensi seperti tanah liat.

Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini di tentukan melalui berat (mg/l). Analisa zat padat dalam air sangat penting pada penentuan komponen air secara lengkap, Juga untuk perencanaan dan pengawasan proses–proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan. Limbah air mengandung zat padat larut yang terdiri dari kotoran manusia, binatang, sisa makanan, sabun/deterjen, kertas/plastik dan bahan – bahan lainnya hasil kegiatan sehari–hari. Bahan-bahan tersebut yang tercampur menjadi satu dibuang ke sungai, danau, laut sebagai air limbah. Selama perjalanan air limbah dari sumber pencemar ke tempat lain mengalami gerakan-gerakan air yang mengakibatkan bahan–bahan yang besar

hancur menjadi butiran – butiran kecil partikel yang terkandung didalamnya. *Suspended solids* adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Salah satu yang menyebabkan terjadinya *suspended solids* yaitu: kecepatan arus. Kecepatan arus dari suatu aliran air dapat dikurangi dengan adanya tumbuh-tumbuhan yang dapat menghalangi lintasan pergerakannya karena sifatnya yang lentur dengan sistem perakaran yang kuat tertanam pada sedimen/tanah.

Pengolahan air limbah yang menggunakan teknologi sederhana dengan pendekatan baru untuk menurunkan pencemaran lingkungan, berdasarkan pemanfaatan tanaman dan mikroorganisme atau yang disebut juga *Constructed Wetland (CW)* dengan beberapa keunggulan yaitu:

- a. Konstruksinya sederhana tanpa peralatan mesin dan energi
- b. Relatif murah biaya operasional dan perawatannya
- c. Mempunyai kapasitas buffer yang luas dan lumpur yang dihasilkan sedikit serta stabil
- d. Merupakan pengolah limbah air yang baik.

Peran utama *wetland* adalah menyediakan lingkungan yang cocok bagi mikroba untuk menempel dan tumbuh bersamaan dengan itu menghalangi aliran dan menahan SS. Efisiensi suatu sistem pengolahan menggunakan lahan basah dalam memperbaiki kualitas air tergantung pada empat komponen yaitu: vegetasi, kolam air yang optimum, media yang cocok dan kehadiran mikroba tertentu. Tumbuhan berperan menyediakan lingkungan yang cocok bagi mikroba yang menempel dan tumbuh bersamaan dengan itu menghalangi aliran dan mengendapkan *suspended solids*. Untuk menentukan apakah sistem lahan basah dalam pengolahan air limbah berjalan dengan baik, dapat dilihat dari efektivitas penurunan senyawa-senyawa pencemar dengan memanfaatkan tanaman dan mikroorganisme.

Tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengkaji efektivitas lahan basah dalam menghalangi aliran dan menahan material padatan.
- b. Mengkaji kinerja lahan basah dalam menyisihkan pencemaran material padatan.

Manfaat penelitian:

- a. Mengetahui kondisi lahan basah dalam mencegah terjadinya pencemaran

*Air oleh *suspended solids*.*

- b. Meningkatkan kualitas air pada sistem yang terbuka.

Kegunaan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama masa perkuliahan.
- b. Dapat dijadikan masukan bagi instalasi pengolahan air limbah dengan sistem lahan basah.
- c. Bahan masukan bagi mahasiswa dan penelitian lebih lanjut.

Ruang lingkup penelitian adalah:

Batasan pengerjaan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengolahan air limbah dengan sistem lahan basah terhadap indikasi terjadinya material padatan dengan menggunakan parameter SS, TS, TDS, TOM air, dihubungkan dengan sifat fisik aliran terhadap iklim meliputi suhu, DO, konduktifitas, dan turbiditas

CARA KERJA

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Puslitbang Limnologi-LIPI yang berlokasi dikawasan LIPI Cibinong Kabupaten Bogor. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli 2000 sampai Oktober 2000.

Penelitian dilakukan di laboratorium Rekayasa Teknik dan Laboratorium Teknik

Lingkungan Pusat Penelitian dan Pengembangan Limnologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Puslitbang Limnologi LIPI) yang berlokasi dikawasan LIPI Cibinong Kabupaten Bogor. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli 2000 sampai dengan Oktober 2000.

Alat dan bahan

Alat meliputi:

- a. Cawan Penguapan, kapasitas 25 ml terbuat dari porselin.
- b. Oven untuk pemanasan 105°C
- c. Desikator
- d. Timbangan Analitik
- e. Kertas GF/A
- f. Corong vakum
- g. Membran filter
- h. Botol vakum
- i. Pipit gondok
- j. Vinset
- k. Erlenmeyer
- l. Buret
- m. Gelas Arloji
- n. Hot Plate
- o. Kertas Aliminium Foil.
- p. Stop Wacth
- q. Gelas Ukur
- r. Gelas Piala

Bahan:

- a. KmnO_4 0,01N
- b. H_2SO_4 1:2
- c. Na. Oxalat 0,01 N

Sistem lahan basah buatan dan pengambilan sampel

Sistem lahan basah buatan baik aliran vertikal maupun horizontal dipasang seri. Kolam 1 di mulai dengan influent, kolam 2 dan 3 berisi tanaman *typha* sp, kolam 4 berisi tanaman *Hydrilla* dan *lemna*, kolam 5 untuk penjernihan dan kolam 6 tempat penampungan effluent.

Sampel diambil pada masing-masing kolam aliran setiap minggu dan dilakukan pengukuran parameter fisik pH, DO, suhu, turbiditas, dan konduktifitas. Sampel-sampel kemudian dianalisa untuk mengetahui konsentrasi SS, TS, TDS, dan TOM air.

Teknik analisa DO dengan cara titrimetri winkler 's

Reagen:

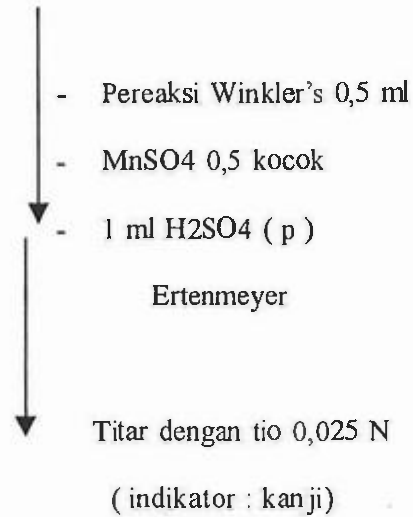
- Larutan MnSO₄ : larutan 480 gr MnSO₄. 4H₂O atau 364 gr MnSO₄. H₂O dengan aquadest encerkan sampai 1 liter
- Larutan alkali – Iodida– Azida : larutan 500 gr NaOH (700 gr KOH) dan 135 gr NaI (150 gr KI) dengan aquadest encerkan sampai 1 liter + 10 gr NaN₃ yang dilarutkan dalam 40 ml aquadest
- Asam pekat
- Larutan As. Sulfat 4 N : 111,11 ml H₂SO₄ (P) encerkan 1 liter
- Larutan Kalium Dikronat 0,025 N = 1,2259 gr K₂Cr₂O₇ dalam 1 liter aquadest
- Larutan Kanji 2 % = 2 gr Starch dalam 100 ml aquadest simpan dalam kulkas
- Larutan TioSulfat 0,025 N = 6,205 gr Na₂S₂O₃. 5H₂O + 4,0 gr NaOH Aquadest 1 liter
- Standarisasi TioSulfat : pipet 25 ml larutan Kalium Dikronat + 2 gr KI + 10 ml sulfat 0,025 N simpan 5 menit titrasi dengan Tiosulfat berwarna hijau

$$N_{Tio} = 25 \text{ ml } K_2Cr_2O_7 \times 0,025 \text{ N}$$

ml tio sulfat

Prosedur:

Sampel dalam botol DO



Perhitungan; $\text{mg/ DO} = \frac{V \text{ titar} \times N \text{ tio} \times 8000}{V \text{ Sampel}}$

V Sampel

Total Solid (TS)

1. Cawan penguap kosong yang telah dibersihkan lalu dipanaskan pada suhu 105°C dalam oven selama 2 jam kemudian masukan dalam desikator selama 15 menit.
2. Sampel dikocok merata, kemudian pipet 25 ml tuangkan dalam cawan.
3. Masukan sampel dalam oven sampai kering.
4. Dinginkan dalam desikator, lalu tuangkan kembali sampel 25 ml, masukan lagi dalam oven sampai kering.
5. Teruskan pengeringan dalam oven pada suhu 105°C selama 1-2 jam.
6. Dinginkan cawan yang berisi residu zat padat tersebut dalam desikator, sebelum ditimbang
7. Ulangi langkah 5 dan 6 sampai diperoleh berat konstan atau berkurang <4% dari berat semula.
8. Percobaan dilakukan duplo.

Suspended Solids (SS)

Panaskan kertas GF/A dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Dinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian timbang dengan cepat.

1. Sampel yang sudah dikocok merata sebanyak 50 ml dipindahkan dengan menggunakan pipet kedalam alat penyaring yang sudah ada filter kertas didalamnya, kemudian saring dengan sistem vakum.
2. Filter kertas diambil dari alat penyaring dengan hati – hati dan kemudian ditempatkan dalam kertas aluminium foil lalu masukan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam.
3. Dinginkan dalam desikator kemudian timbang dengan cepat. Ulangi pemanasan dan penimbangan sampai beratnya konstan atau berkurang beratnya 0,5 mg.

TOM air

1. Pipet 25 ml Aquadst kedalam erlenmeyer + 4,5 ml $KMnO_4$ 0,01 N + 5 ml H_2SO_4 1:4 (Titration Blanko)
2. Panaskan diatas hot plate pada suhu 70 – 80 °C angkat diamkan sampai suhu 60 – 70 °C.
3. Titirasi dengan Na.Oxalat 0,01 N sampai tidak berwarna.
4. Lalu titrasi dengan $KMnO_4$ 0,01 N sampai warna pink. Catat volumenya (y ml)
5. Pipet sampel 25 ml kedalam erlenmeyer + 4,5 ml $KMnO_4$ 0,01 N + 5 ml H_2SO_4 1:4
6. Ulangi langkah 2,3,4 sehingga didapat (x ml)
7. Percobaan dilakukan duplo

Total Dissolved Solids

Yaitu: selisih antara TS dengan SS.

Pengolahan data

Pada penelitian ini pengolahan data dilakukan dengan menggunakan grafik dan tabel.

Untuk masing-masing percobaan dibuat grafik dan tabel kemudian dari percobaan tersebut digabungkan antara percobaan 1 s/d 12 untuk masing-masing parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian eksperimental dalam usaha mengatasi terjadinya *suspended solids* pada pengolahan air limbah sistem lahan basah dipengaruhi oleh jenis aliran, kecepatan arus, tumbuh-tumbuhan/makrofitanya juga parameter fisik dari pH, suhu, turbiditas dan konduktivitas.

Keberadaan lahan basah tidak dapat dilepaskan dari air, karenanya sangat erat kaitannya dengan proses hidrologi yang ada di bumi. Lahan basah secara alami merupakan tempat penampungan air baik dari sumber air ataupun air hujan. Keberadaan lahan basah dapat menjadi iklim mikro pada ekosistem yang ada disekitar lahan basah yaitu dengan cara mempertahankan penguapan lokal yang penting untuk menjaga kelembaban.

Tabel 1 Parameter fisik dalam aliran bawah permukaan dan permukaan pada waktu musim panas sebagai berikut:

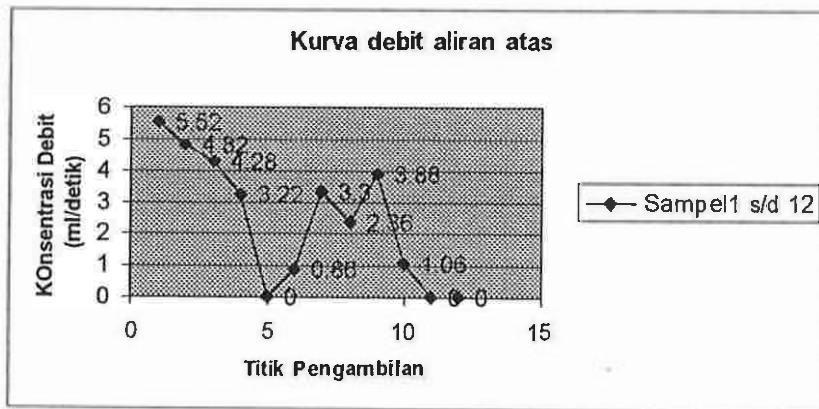
Parameter	Aliran bawah permukaan		Aliran permukaan	
	Influen	Efluen	Influen	Efluen
PH [-]	7.4	7.3	6.6	6.6
DO [mg/l]	4.0	3.3	5.2	4.8
Konduktivitas [mS/cm]	0.32	0.12	0.31	0.14
Turbiditas [NTU]	38	2	27	2

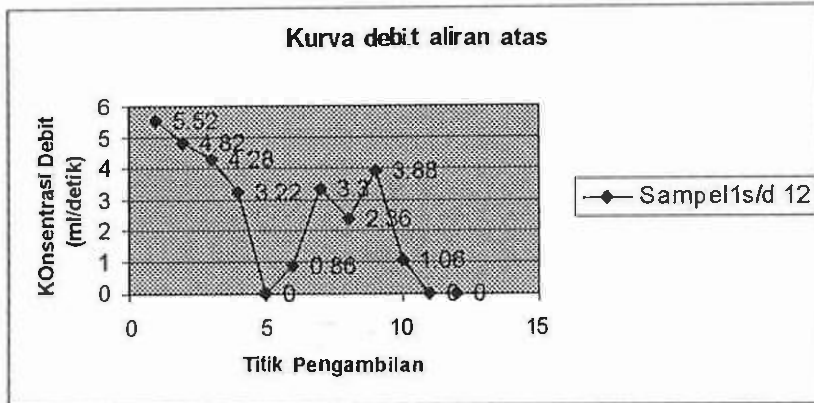
Pada penelitian aliran permukaan minggu ke 5,11,12 dan minggu ke 3, 4 10 pada aliran bawah permukaan terjadi aliran padam sehingga konsentrasi SS meningkat berkisar antara 0,12 mg/l-0,142 mg/l karena kondisi tanah yang jenuh dengan air dan difusi oksigen dalam air menyebabkan perlambatan sehingga kondisinya menjadi anaerob yang mempengaruhi terjadinya *suspended solids*.

Konsentrasi parameter fisik DO tinggi pada musim hujan berkisar antara 10 mg/l-16

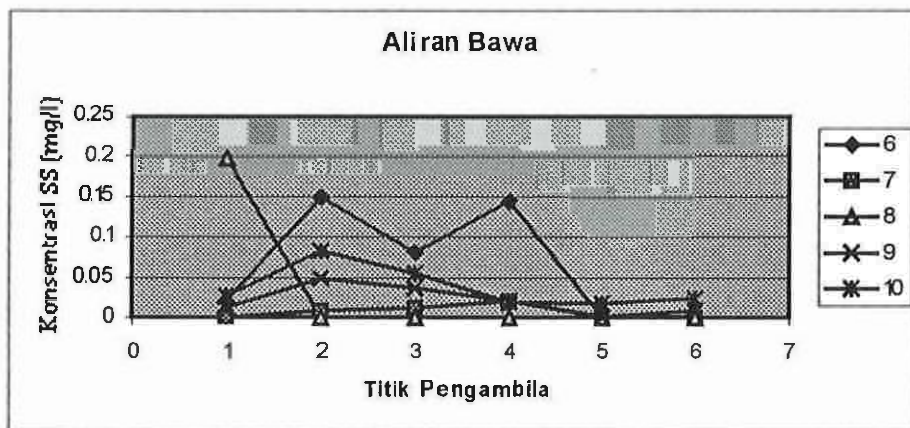
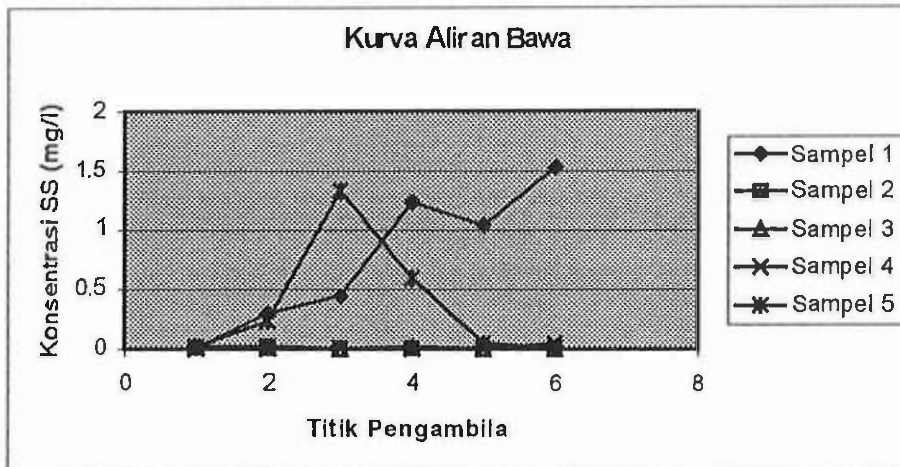
mg/l dengan peningkatan pH sampai 8,8 pada aliran bawah permukaan. Disini terlihat, dengan kadar oksigen yang cukup pada daerah sekitar batang, batang atau daun yang terendam, kehadiran senyawa organik nitrogen secara langsung menyokong pertumbuhan bakteri heterotrof dan tumbuh-tumbuhan. Dengan terurainya materi organik nitrogen maka dengan sendirinya kualitas air menjadi lebih baik. Kecepatan arus dari suatu aliran air dapat dikurangi dengan adanya tumbuh – tumbuhan.

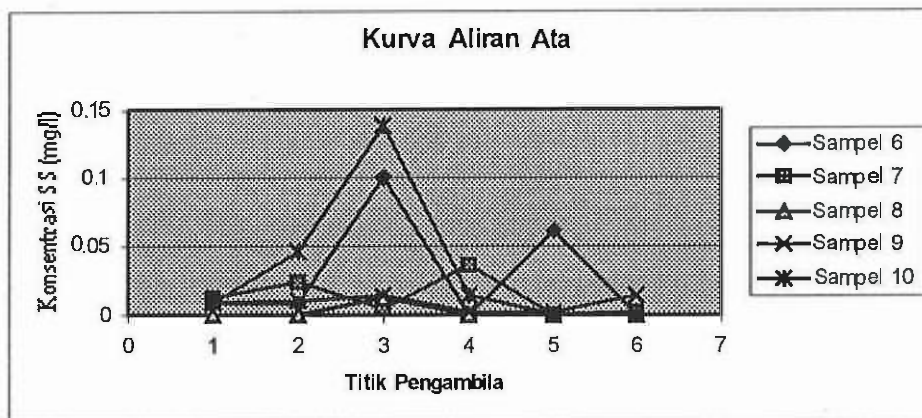
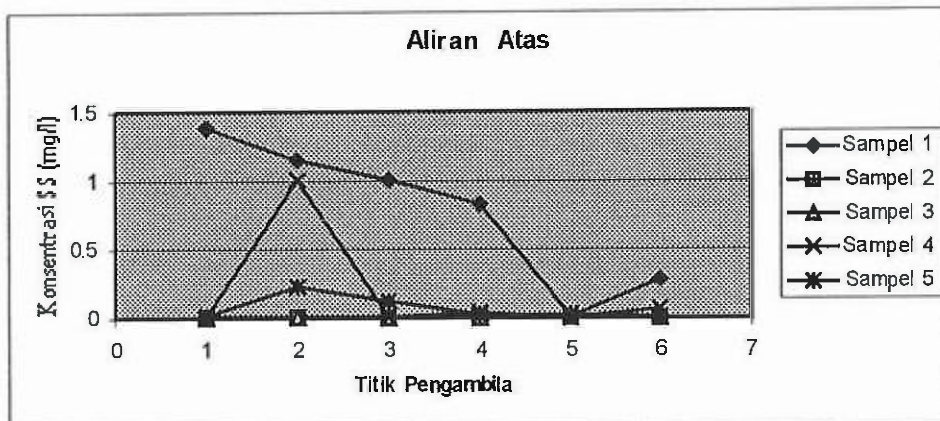
Berikut ini adalah grafik-grafik hasil pengamatan debit aliran dari kedua macam aliran, aliran permukaan dan aliran bawah permukaan dan hasil pengamatan dari penyisihan material padatan yang dianalisa seperti SS, TDS, TS dan TOM yang menunjukkan seluruh material padatan tersebut dapat disisihkan sekitar 90%.



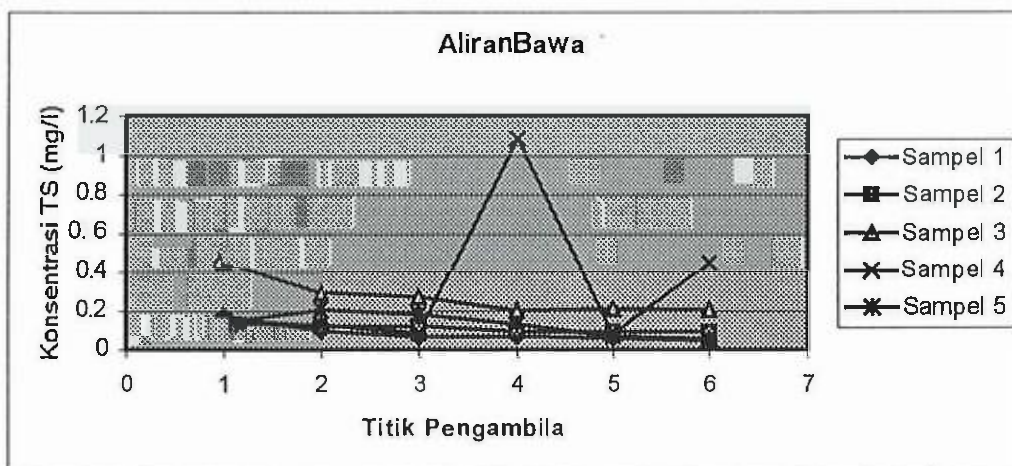


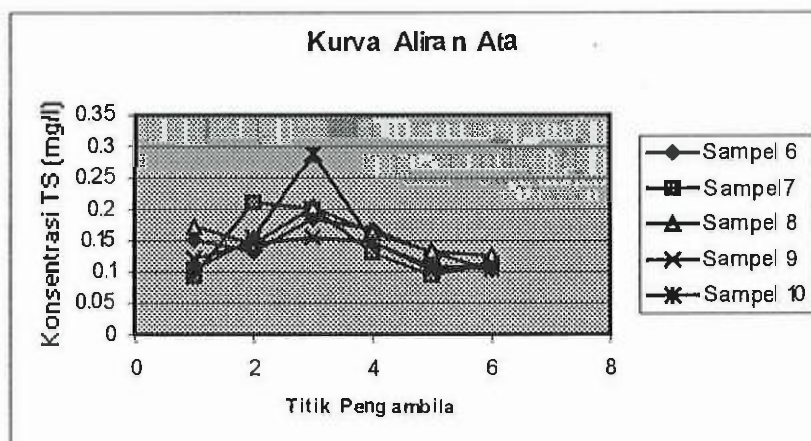
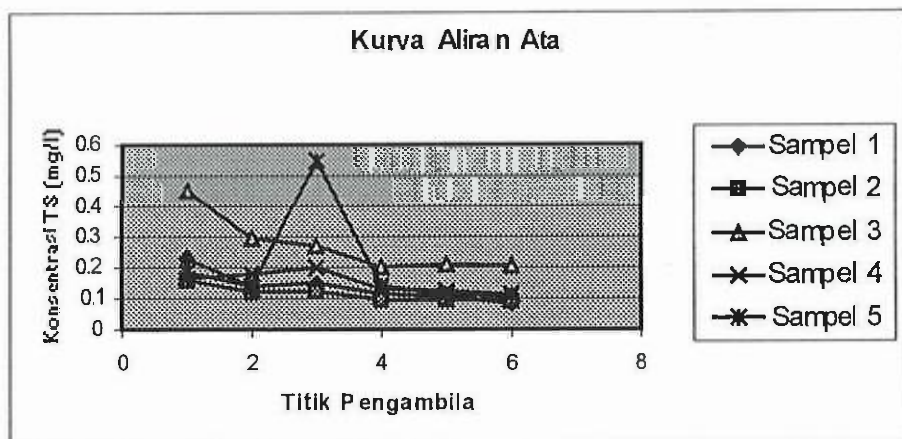
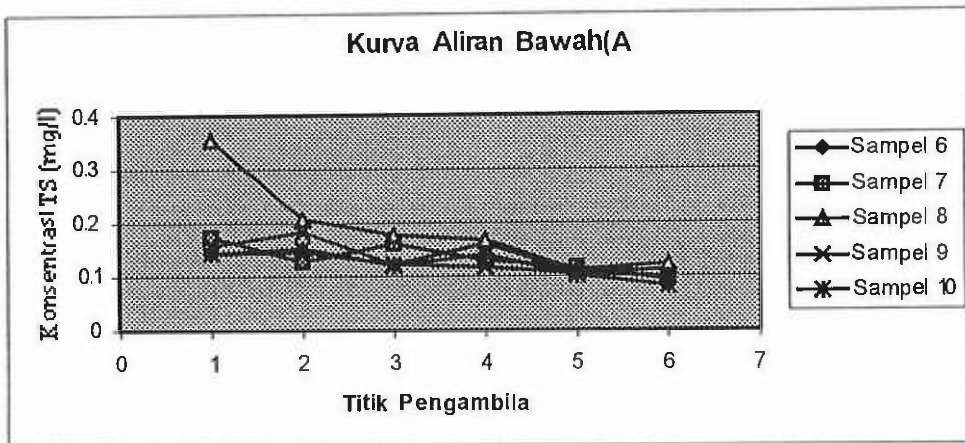
Suspended Solid



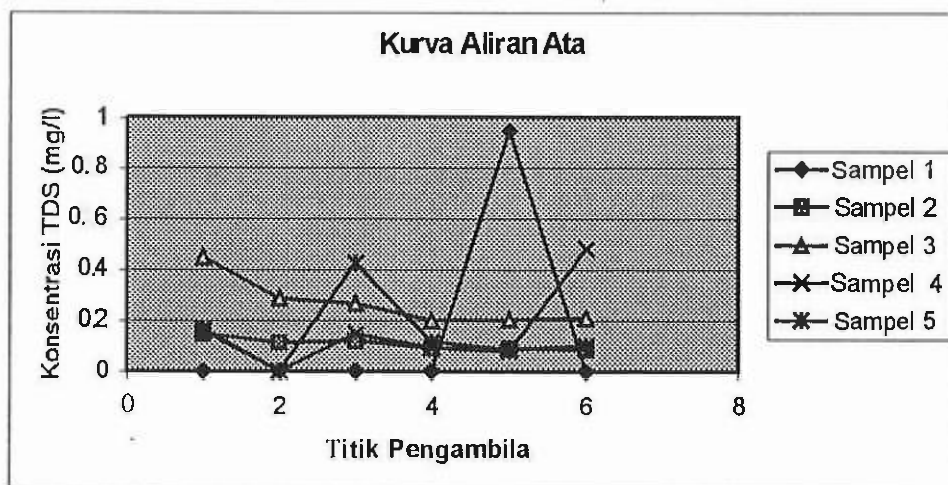
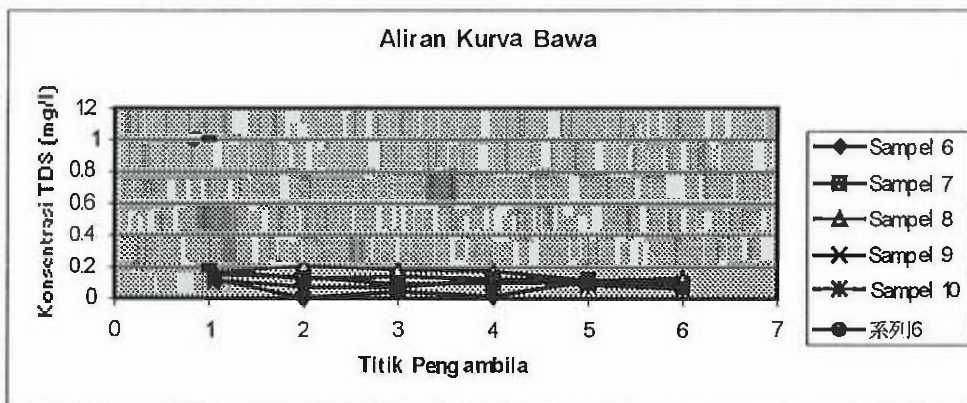
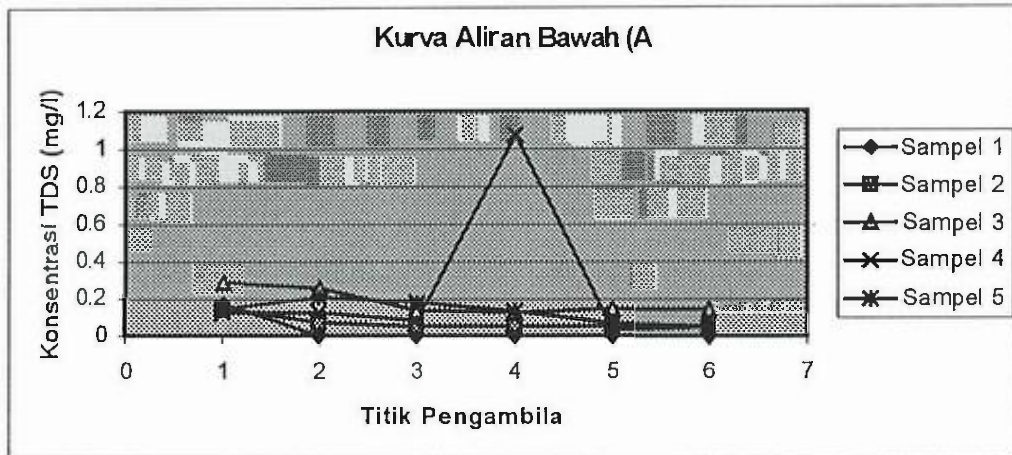


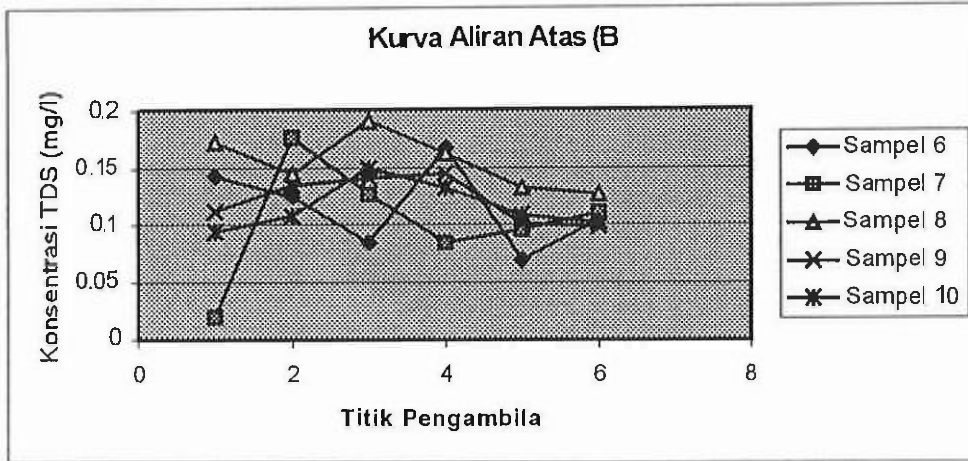
Total Solid



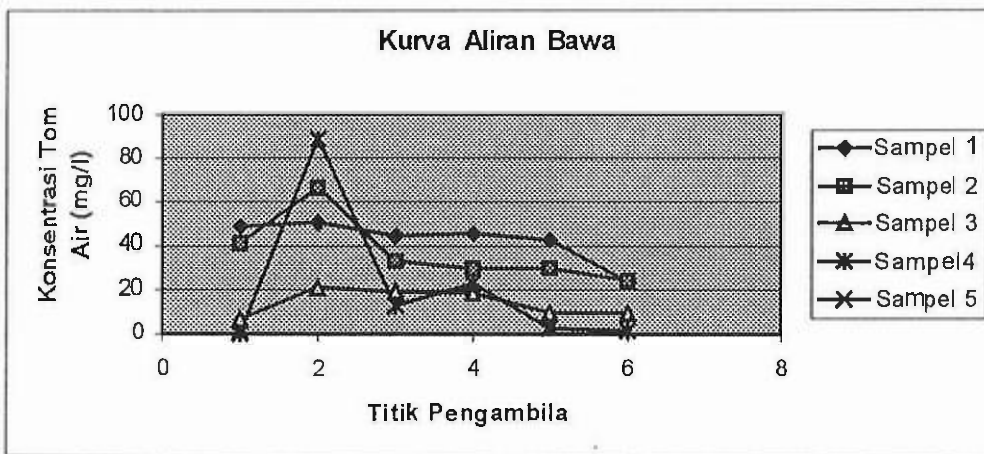


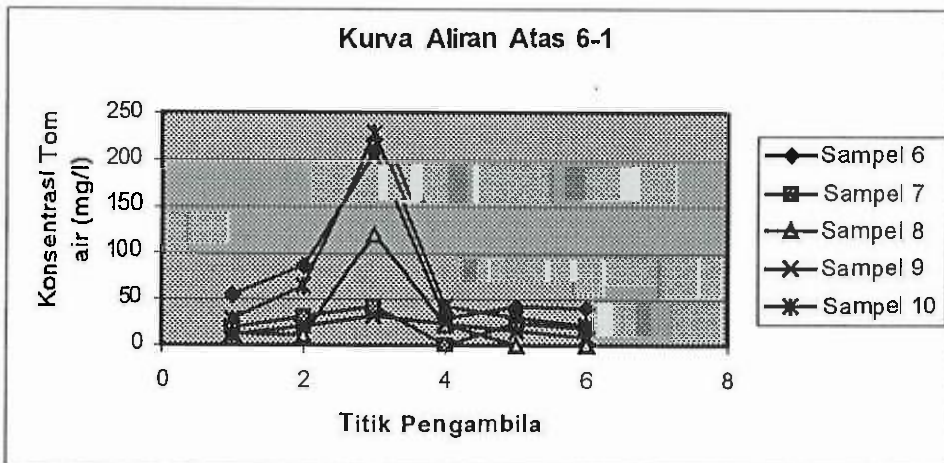
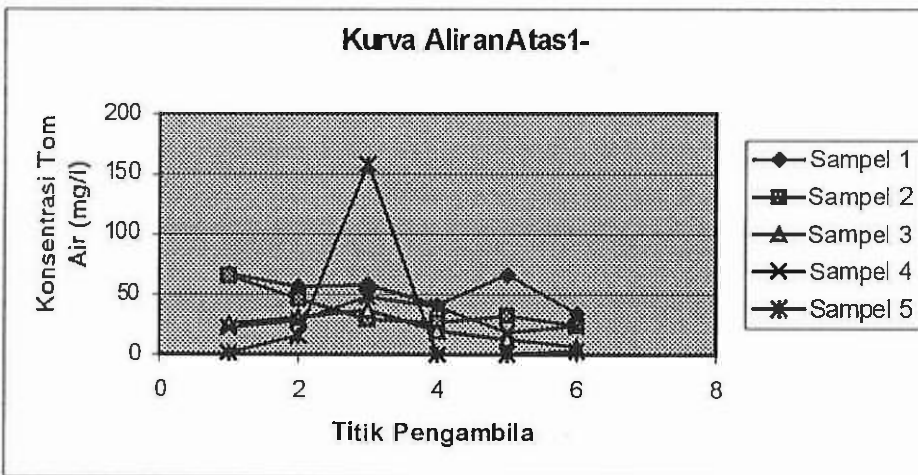
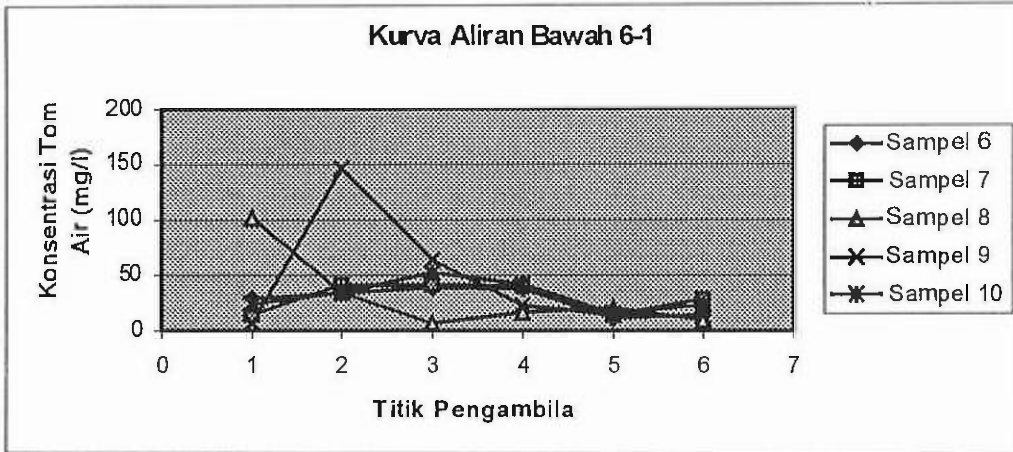
Total Dissolved Solid





Total Organic Matter di Air





KESIMPULAN

1. Parameter fisik sangat berpengaruh dalam menentukan besar–kecilnya material padatan berupa *suspended solids*, TS, TDS, dan TOM terutama pada saat perubahan iklim, juga pada kondisi berbagai aliran.
2. Mekanisme pencegahan material padatan oleh sistem lahan basah dapat dihindari oleh tanaman *Thypha* sp. dan tanaman apung *lemna* dan *Hydrilla* yang berfungsi menghambat pergerakan dan menyaring material padatan.
3. Penggunaan lahan basah berpengaruh secara nyata dalam menurunkan beban pencemar material padatan sampai mendekati efisiensi 90%.

KESIMPULAN

1. Parameter fisik sangat berpengaruh dalam menentukan besar–kecilnya material padatan berupa *suspended solids*, TS, TDS, dan TOM terutama pada saat perubahan iklim, juga pada kondisi berbagai aliran.
2. Mekanisme pencegahan material padatan oleh sistem lahan basah dapat dihindari oleh tanaman *Thypha* sp. dan tanaman apung *lemna* dan *Hydrilla* yang berfungsi menghambat pergerakan dan menyaring material padatan.
3. Penggunaan lahan basah berpengaruh secara nyata dalam menurunkan beban pencemar material padatan sampai mendekati efisiensi 90%.