

IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK PEMANTAUAN LINGKUNGAN DI INDUSTRI PULP DAN KERTAS

Henggar Hardiani*, Reza Bastari, Iwan Kurnia

* Peneliti Kelompok Lingkungan, Balai Besar Pulp dan Kertas

IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) FOR ENVIRONMENTAL MONITORING IN PULP AND PAPER INDUSTRIES

ABSTRACT

Environmental monitoring program of waste water quality is aimed to reduce the pollution load from industrial waste water, disposal into the body of the river. In order to support this monitoring program, a mapping was carried out to identify the location of industrial polluter to such extent that it can facilitate data broadly to identify pollutant parameters and resources and their potential as well. Thus, a control system is needed as a device for obtaining broad information on waste water pollution in a certain region fastly and efficiently. This system requires an overall environmental monitoring data visualization through mapping using computerbased technology.

Geographical Information System (GIS) program gives an option to user to get valuable thematic information on environmental monitoring for the purpose of reducing industrial pollution load. The application of GIS will be composed of some steps such as field survey, sampling and laboratory testings. The data evaluation technique is using the Program Arc View 3.1 GIS technology. The result of investigation is in the form of map denoting the spread of paper industries in West Java province.

Quality data evaluation of effluent coming from waste water treatment plants is done by comparing the treated waste water qualities, as the result of laboratory testings, with those in the waste water quality requirement for paper product as issued in the Enclosure II Kep. Men.LH No.51/1995 and the West Java Governor's decree No.6/1999.

Keywords : Geographical Information Systems (GIS), monitoring, pollution, environment, waste water, mapping, programing

INTISARI

Program pemantauan lingkungan kualitas air limbah adalah suatu program tindak kerja dalam menurunkan beban pencemaran dari limbah industri yang masuk ke badan air penerima. Dalam upaya untuk menunjang sistem pemantauan telah dilakukan penelitian dengan cara memetakan sebaran lokasi industri pencemar, dengan mengetahui sumber dan jenis bahan pencemar serta mengetahui potensi sumber pencemaran.

Dengan demikian, diperlukan sistem kontrol dengan suatu alat yang dapat digunakan untuk menginformasikan lokasi persebaran potensi pencemaran limbah cair secara cepat dan efisien. Hal ini memerlukan visualisasi yang menyeluruh, mengenai data pemantauan lingkungan melalui teknologi berbasis komputer menggunakan pemetaan.

Program SIG¹ (Sistem Informasi Geografis) mempunyai pilihan yang dapat dimanfaatkan, dalam memberikan info tematik mengenai pemantauan lingkungan untuk tindak kerja dalam menurunkan beban pencemaran industri. Adapun aplikasi SIG menggunakan metoda survey dengan melakukan pengambilan sampel dan pengujian laboratorium. Teknik analisa datanya menggunakan Program Arc View 3.1. Teknologi GIS (Geographic Information System).

Hasil penelitian ini berupa peta sebaran industri kertas di daerah Jawa Barat. Evaluasi kualitas air limbah hasil olahan yang dibuang ke lingkungan dilakukan dengan cara membandingkan dengan baku mutu limbah cair (BMLC) yang dipersyaratkan untuk jenis produk kertas sesuai dengan Lampiran II KepMen LH. No. 51 Tahun 1995 dan SK. Gub. Daerah TK I Jawa Barat, No. 6 Tahun 1999.

Kata kunci : Sistem Informasi Geografis (SIG), pemantauan, pencemaran, lingkungan, air limbah, pemetaan, pemrograman

PENDAHULUAN

Industri pulp dan kertas merupakan kegiatan industri yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Dampak terhadap lingkungan yang sangat dirasakan adalah dihasilkannya limbah cair yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan yang lebih luas, apabila tidak dikelola dengan baik.

Sumber limbah cair industri pulp dan kertas berasal dari semua tahapan proses, baik pada proses pembuatan pulp maupun proses pembuatan kertas. Jumlah dan sifatnya berbeda-beda tergantung pada bahan baku, proses dan teknologi yang digunakan serta jenis kertas yang diproduksi. Kandungan bahan pencemar di dalam air limbah didominasi oleh senyawa organik kompleks yang terdeteksi sebagai parameter COD dan BOD, serta padatan tersuspensi. Senyawa tersebut dapat menimbulkan dampak terbentuknya sedimen dan menimbulkan sifat racun bagi kehidupan dalam badan air penerima.

Selama ini upaya penanggulangan dan pengendalian pencemaran lingkungan telah banyak dilakukan bersama-sama antara pemerintah dan industri. Namun, hingga saat ini masalah pencemaran lingkungan kerap terjadi. Seberapa jauh pengendalian pencemaran sudah dilakukan, maka perlu adanya program pengawasan melalui kegiatan pemantauan terhadap kualitas air limbah yang dibuang ke lingkungan secara intensif dan berkelanjutan. Kegiatan pemantauan kualitas air limbah mempunyai fungsi yang cukup penting di dalam program pengendalian pencemaran, karena selain untuk membantu industri mengendalikan proses kearah efisiensi produk juga untuk pengelolaan lingkungan.

Kendala yang dihadapi dalam program pemantauan lingkungan adalah adanya permasalahan ketidaktersediaan informasi yang memadai dan sistematis, serta lemahnya sistem kontrol dalam pemantauan lingkungan secara konvensional. Hal ini mengakibatkan sulitnya mengambil keputusan dan kurang cepatnya melaksanakan tindak lanjut terhadap pencemaran di sumber-sumber pencemaran.

Dengan demikian, diperlukan sistem kontrol dengan suatu alat yang dapat digunakan untuk meng-informasikan lokasi persebaran potensi

pencemaran limbah cair secara cepat dan efisien. Untuk itu diperlukan visualisasi yang menyeluruh mengenai data pemantauan lingkungan melalui teknologi berbasis komputer menggunakan pemetaan.

Program SIG (*Sistem Informasi Geografis*) mempunyai pilihan yang dapat dimanfaatkan dalam memberikan info tematik mengenai pemantauan lingkungan untuk tindak kerja dalam menurunkan beban pencemaran industri. Aplikasi SIG dalam hal ini dilakukan dengan pendekatan sistem pemetaan sebaran lokasi sumber pencemar, menggunakan metoda survei dengan melakukan pengambilan sampel atau data hasil pengujian laboratorium. Teknik analisa data menggunakan modifikasi program *Delphi* dan *Arc-View* teknologi SIG.

Dengan aplikasi ini, diharapkan tujuan dalam pemantauan pencemaran lingkungan dapat ditingkatkan, dengan :

- memetakan lokasi persebaran limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan.
 - mengetahui sumber pencemaran.
 - mengetahui besarnya potensi pencemaran lingkungan pabrik.
- sehingga sasaran dalam mengendalikan dampak lingkungan dapat tercapai, yaitu :
- mengembangkan dan meningkatkan fungsi, peran dan kemampuan pengkajian dalam upaya pencegahan dan pengendalian dampak lingkungan kegiatan di pabrik.
 - mengembangkan sistem pendataan dan informasi mengenai potensi pencemaran limbah cair di pabrik.
 - terciptanya sistem informasi geografi secara *time series* untuk memudahkan arah pengembangan terhadap kegiatan pabrik.

TINJAUAN PUSTAKA

Kemampuan *Arc View*

ArcView merupakan salah satu perangkat lunak *desktop* Sistem Informasi Geografis dan pemetaan yang telah dikembangkan oleh ESRI². dengan *ArcView*, pengguna dapat memiliki kemampuan-kemampuan untuk melakukan visualisasi, *explore*, menjawab *query*³ (baik basis data maupun non-spasial), menganalisis data geografis, dan sebagainya. Secara umum kemampuan perangkat ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

¹ *SIG, Geographic Information System (GIS)*, merupakan suatu system (berbasiskan computer) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. *SIG* dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisa objek-objek dan fenomena-fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Dengan demikian, *SIG* merupakan sistem computer yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bereferensi geografis: (a) masukan, (b) keluaran, (c) manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), (d) analisis dan manipulasi data.

1. Pertukaran data: membaca dan menuliskan data dari dan ke dalam format perangkat lunak SIG lainnya.
2. Melakukan analisis statistik dan operasi-operasi matematis.
3. Menampilkan informasi (basis data) spasial maupun atribut.
4. Menjawab *query* spasial maupun atribut.
5. Melakukan fungsi-fungsi dasar SIG
6. Membuat peta tematik.
7. Meng-*customize* aplikasi dengan menggunakan bahasa skrip.
8. Melakukan fungsi-fungsi SIG khusus lainnya, dengan menggunakan *extension*⁴ yang ditujukan untuk mendukung penggunaan perangkat lunak SIG ArcView

Arsitektur Arc View

ArcView mengorganisasikan sistem perangkat lunaknya sedemikian rupa sehingga dapat dikelompokkan ke dalam beberapa komponen-komponen pen-ting sebagai berikut :

1. Project

Merupakan suatu unit organisasi tertinggi di dalam ArcView dan merupakan suatu *file* kerja yang dapat digunakan untuk menyimpan, mengelompokkan, dan mengorganisasikan semua komponen-komponen program (*view*, *theme*, *table*, *chart*, *layout* dan *script*) dalam satu kesatuan yang utuh.

Sebuah *project* merupakan kumpulan *windows* dan dokumen yang dapat diaktifkan dan ditampilkan selama bekerja dengan ArcView.

2. Theme

Merupakan suatu bangunan dasar sistem ArcView, yaitu berupa kumpulan dari beberapa *layer* ArcView yang membentuk suatu 'tematik' tertentu.

3. View

Berfungsi untuk mengorganisasikan *theme* dan merupakan representasi grafis informasi spasial dan dapat menampung beberapa *layer* atau *theme* informasi spesial (misalnya titik, garis, poligon). Sebagai contoh, posisi-posisi kota (titik), sungai-sungai (garis) dan

batas propinsi (poligon) dapat membentuk sebuah *theme* dalam sebuah *view*.

4. Table

Merupakan representasi data ArcView dalam bentuk sebuah table dan berisi informasi deskriptif mengenai *layer* tertentu.

Setiap baris data (*record*) mendefinisikan sebuah *entry* (misalnya informasi mengenai salah satu polygon batas propinsi) di dalam basis data spasialnya; setiap kolom (*field*) mendefinisikan atribut atau karakteristik dari *entry* (misalnya nama, luas, keliling, atau populasi suatu propinsi) yang bersangkutan.

5. Chart

Merupakan representasi grafis dari resume tabel data atau merupakan hasil suatu *query* terhadap suatu tabel data. Bentuk *chart* yang didukung oleh ArcView adalah *line*, *bar*, *column*, *xy*, *scatter*, *area* dan *pie*.

6. Layout

Digunakan untuk menggabungkan semua dokumen (*view*, *table* dan *chart*) ke dalam suatu dokumen yang siap cetak.

7. Script

Merupakan bahasa pemrograman sederhana yang digunakan untuk mengotomatisasikan kerja Arc-View, dan biasa disebut dengan *Avenue*.

Pada umumnya, bekerja dengan perangkat SIG secara manual penuh (tanpa otomatisasi sedikitpun, misalnya dengan mengklik *icon* "View", menentukan *button* "New", dan lain sebagainya) sangat merepotkan pengguna akhir karena di samping harus mengetahui lokasi-lokasi sumber sumber datanya, adalah sangat sulit untuk mendapatkan hasil-hasil yang diharapkan sesuai dengan waktu dan kualitas-kualitas yang sama (yang bersifat subjektif).

Dengan demikian, di dalam urusan SIG yang sudah serba *digital* sekalipun masih diperlukan proses-proses otomasi dan pengendalian pekerjaan, berikut pembuatan *online help* (jika perlu) dan *interfaces* bagi para penggunanya. Konsekuensi logis dari kebutuhan ini adalah adanya aktivitas-aktivitas pemrograman system perangkat lunak SIG untuk membentuk suatu aplikasi.

2. *Environmental Systems Research Institute, Inc.*

3. *Pertanyaan-pertanyaan (misalnya "select Where", dan lain sebagainya) yang diajukan terhadap basis datanya*

4. *Modul-modul perangkat lunak SIG ArcView lainnya, yang pada umumnya dijual secara terpisah*

Sehubungan dengan kebutuhan yang termasuk vital ini, telah tersedia *script avenue* yang telah terintegrasi secara penuh di dalam perangkat lunak SIG *ArcView*. *Avenue* bukanlah suatu modul yang terpisah (apalagi harus dibeli secara terpisah) dari paket *standard* perangkat lunak SIG *ArcView*. Jika *ArcView* telah terinstall, maka secara langsung *Avenue* siap digunakan untuk mengotomatisasikan sebagian tugas-tugas SIG atau bahkan untuk membangun aplikasi SIG yang lengkap sekalipun. Oleh karena itu, di dalam urusan SIG-pun sangat diperlukan *sense of programming* dan seni dari para anggota komunitasnya.

Avenue

Avenue merupakan bahasa pemrograman⁹ yang hadir bersama dengan (terintegrasi dengan paket *standard*) *ArcView*. Bahasa pemrograman *script* ini merupakan sarana atau *tool* yang efektif dan efisien yang dapat digunakan untuk meng-*customize* dan mengembangkan aplikasi-aplikasi yang dibuat dengan perangkat SIG *ArcView*. Dengan *avenue*, secara umum, para pengguna dapat melakukan aktivitas-aktivitas sebagai berikut :

- Meng-*customize* tampilan *ArcView* (menyembunyi-kan dan atau memunculkan *control* dari para pengguna).
- Memodifikasi *menu* dan *tools standard* *ArcView*.
- Membuat *menu* dan *tools* baru (sesuai kebutuhan pengguna). Mengotomasikan proses integrasi aplikasi-aplikasi *ArcView* dengan aplikasi-aplikasi lain.
- Mengembangkan 'fungsi' dan 'prosedur' (baris-baris kode yang membentuk suatu proses yang lebih besar) yang diperlukan di dalam aplikasi.
- Mengembangkan dan mendistribusikan keseluruhan aplikasi-aplikasi (*costum*) pengguna.

Peta Tematik

Peta tematik adalah suatu peta yang memperlihatkan data atau informasi kualitatif dan atau kuantitatif dari suatu tema, maksud, konsep tertentu, serta berhubungan dengan

unsur/detail topografi yang spesifik, yang sesuai dengan tema yang bersangkutan. Dapat dikatakan pula bahwa peta tematik adalah suatu peta yang menampilkan jenis atau kelas informasi berdasarkan tema tertentu, misalnya peta geologi, peta kependudukan, peta aktivitas ekonomi, dan sebagainya. Pembuatan peta tematik merupakan salah satu cara yang paling efektif dan efisien untuk menganalisis dan memvisualkan data dan informasi milik pengguna. Pengguna dapat memberikan tambahan bentuk-bentuk grafis sehingga data-datanya dapat dilihat di atas peta. Demikian pula dengan analisis terhadap pola (*patterns*) dan kecenderungan (*trends*) yang tidak mudah untuk dilakukan bila hanya dipresentasikan dengan menggunakan data (atribut) numeris semata, akan sangat mudah dilakukan dengan menggunakan degradasi (atau perbedaan) warna untuk menampilkan data-data di atas peta.

Pembuatan peta tematik, dengan menggunakan perangkat lunak SIG *ArcView*, juga merupakan suatu proses yang mudah di dalam pengklasifikasian (termasuk juga mewarnai) suatu peta (*theme*) berdasarkan tema tertentu. Biasanya, tema ini merupakan suatu atribut tertentu yang merupakan salah satu atau beberapa kepingan data dari keseluruhan data milik pengguna. Banyak sekali tipe/jenis data beserta hal-hal menarik lainnya yang dapat disajikan dalam bentuk peta-peta.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan terhadap 5 industri kertas di wilayah Jawa Barat dengan berbagai jenis produksi kertas dan bahan baku. Teknik analisa data dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap analisa laboratorium dan pengolahan data selanjutnya tahap pembuatan desain aplikasi.

Tahap Persiapan :

- Penentuan data dasar yang dibutuhkan baik dalam perancangan desain aplikasi maupun untuk menunjang proses analisa.
- Perancangan desain aplikasi SIG untuk setiap pendataan dan penyediaan informasi potensi pencemaran limbah cair kegiatan industri.

5. Topologi adalah metode matematis yang digunakan untuk mendefinisikan hubungan spasial
6. Database Management System
7. Verteks adalah pasangan koordinat (x,y) atau (L,B) suatu titik yang terdapat di sepanjang segmen garis (Arc). Verteks digunakan untuk menentukan bentuk-bentuk Arc
8. Proses digitasi langsung di layer monitor dengan menggunakan mouse tanpa meja digitizer

Metode Pembuatan Peta GIS :

1. Membuat peta tematik (peta telah tersedia didalam software Pulau Jawa)
2. Memploting data koordinat IPAL setiap industri
3. Data koordinat IPAL diukur dengan menggunakan perangkat GPS

Tahap Analisa Laboratorium dan Pengolahan data :

- Untuk menentukan tinggi-rendahnya potensi pencemaran digunakan 4 parameter kunci sesuai dengan Kep-51/MEN LH/10/1995, yaitu para-meter TSS, BOD, COD dan pH.
- Pengambilan contoh dilakukan secara *grab sample* pada lokasi *influent* dan *effluent*. Analisa dilakuk-an di Laboratorium Uji Balai Besar Pulp dan Kertas.
- Menetapkan klasifikasi potensi pencemaran, sebagai berikut:
- Untuk mengklasifikasikan industri pencemar terlebih dahulu ditentukan Bobot Indeks Pencemar (BIP), dengan menggunakan rumus Bobot Industri Pencemar :

$$BIP = \frac{X}{N} \times 100\%$$

dengan pengertian :

BIP: Bobot Industri Pencemar

X : Jumlah parameter yang melebihi BMLC (Baku Mutu Limbah Cair)

N : Jumlah parameter yang dianalisa

Penetapan nilai persentase BIP didasarkan pada parameter padatan tarsuspensi, BOD, dan COD, serta pH.

Berdasarkan nilai BIP tersebut, maka klasifikasi industri pencemar limbah cair ini ditentukan sebagai berikut:

1. *Hijau*

Industri ramah lingkungan mempunyai *potensi rendah* dalam mencemari lingkungan, dimana 20% parameter yang dipantau mempunyai kadar melebihi BMLC atau memiliki bobot Industri Pencer-mar 20%.

2. *Biru*

Industri cukup ramah lingkungan mempunyai *potensi sedang* dalam mencemari lingkungan dimana 20-40% parameter yang dipantau mempunyai kadar yang melebihi BMLC atau mempunyai bobot Industri Pencer-mar 20-40%.

3. *Merah*

9. *Tetapi karena ciri-ciri Avenue lebih mirip dengan bahasa script atau macro yang dimiliki oleh beberapa perangkat lunak aplikasi ketimbang sebagai bahasa pemrograman computer pada umumnya, maka Avenue dikenal sebagai bahasa script atau macro yang dapat dikompilasi dan dijalankan di dalam lingkungan ArcView. Walaupun demikian, Avenue dikembangkan dengan beberapa features pemrograman script yang berorientasi objek (meski terbatas)*

Industri kurang ramah lingkungan mempunyai *potensi tinggi* dalam mencemari lingkungan dimana 40-60% parameter yang dipantau mempunyai kadar melebihi BMLC atau mempunyai bobot Industri Pencemar 40-60%.

Tabel 1. Klasifikasi potensi industri pencemar

Klasifikasi Industri	Potensi Pencemaran	BIP (%)	Keterangan
Hijau	Rendah	< 20	Industri ramah lingkungan
Biru	Sedang	20 - 40	Industri cukup ramah lingkungan
Merah	Tinggi	40 - 60	Industri kurang ramah lingkungan
Hitam	Sangat Tinggi	60	Industri tidak ramah lingkungan

Sumber : Index for Water Quality Assessment in a river

4. *Hitam*

Industri tidak ramah lingkungan mempunyai *potensi sangat tinggi* dalam mencemari lingkungan dimana diatas 60% parameter yang dipantau mempunyai kadar yang melebihi BMLC atau mempunyai bobot Industri Pencemar 60%.

Hasil penelitian berupa peta sebaran industri potensi pencemar dari industri kertas di wilayah Jawa Barat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil analisa laboratorium selama satu tahun pemantauan dan perhitungan persentase Bobot Industri Pencemar (BIP), maka industri pulp dan kertas di wilayah Jawa Barat yang berpotensi pencemar dapat diklasifikasikan sebagai berikut

Klasifikasi potensi industri pencemar

Klasifikasi potensi industri pencemar menunjukkan bahwa secara keseluruhan wilayah pemantauan mempunyai kelas potensi pencemaran yang bervariasi, dari tinggi (klasifikasi hitam) hingga rendah (klasifikasi hijau). Tingginya tingkat potensi pencemaran tersebut dipengaruhi oleh karakteristik air limbah dari masing-masing industri kertas dengan berbagai variasi jenis kertas yang diproduksi serta bahan baku yang digunakan. Disamping itu, juga dipengaruhi oleh pemilihan sistem pengolahan air limbah.

Pada umumnya tingkat potensi pencemaran disebabkan oleh tingginya senyawa organik yang dinyatakan dalam parameter BOD dan COD. Besar-nya kontribusi industri pencemar pada bulan Januari hingga Desember menunjukkan bahwa industri A adalah industri tidak ramah lingkungan, merupakan industri yang paling berpotensi menimbulkan beban pencemaran tertinggi. Hal tersebut ditunjukkan dengan frekwensi tingkat klasifikasi merah dan hitam hampir mencapai 91%, sedangkan klasifikasi biru hanya mencapai 9%. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tingginya nilai parameter BOD dan COD pada efluen, seperti yang terlihat pada Tabel 3 memberikan nilai persentase BIP yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh kinerja sistem pengolahan air limbah yang belum optimal. Kinerja IPAL dapat diketahui dari rendahnya persen reduksi yang dicapai, untuk parameter BOD dan COD. Persen reduksi BOD mencapai kisaran 41-87%, sedangkan reduksi COD berada pada kisaran 9-87% (tabel 4). Dari efisiensi reduksi COD yang dicapai sudah menunjukkan hasil yang cukup tinggi untuk pengolahan secara kimia, tetapi kondisi tersebut belum dapat memenuhi persyaratan untuk dibuang ke lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan lanjutan untuk secara biologi untuk menurunkan kadar BOD dan COD yang terlarut.

Dalam hal ini juga disebabkan oleh karakteristik air limbah sebelum diolah mengandung senyawa organik yang cukup tinggi, terutama parameter COD, yaitu menunjukkan di kisaran 106-2526 mg/L (lihat Tabel 2).

Ditinjau terhadap industri lainnya, yaitu industri D adalah industri ramah lingkungan, yaitu mempunyai *potensi rendah* dalam mencemari lingkungan. Terlihat dari peringkat hijau mencapai 92% dan klasifikasi merah hanya 8% (Tabel 6). Hal tersebut ditunjukkan

dengan adanya kinerja IPAL yang cukup baik, yaitu ditunjukkan dari persen reduksi yang cukup tinggi, untuk parameter TSS sebesar 52-95%, dan BOD berada pada kisaran 26-96%, sedangkan COD berkisar 77-98% (lihat Tabel 4).

Industri B merupakan industri yang cukup ramah lingkungan. Dari data yang terlihat pada tabel 6 hampir 75% mencapai peringkat biru dan hijau, sedangkan peringkat merah dan hitam hanya sekitar 25%. Nilai parameter pencemar yang mempengaruhi peringkat masih sangat fluktuatif. Hal ini disebabkan karena kinerja IPAL yang tidak optimal. Efisiensi kinerja IPAL untuk industri D dapat dilihat pada Tabel 4.

Kecenderungan yang sama terlihat pada Industri C dan industri E menunjukkan peringkat klasifikasi industri yang cukup ramah lingkungan. Industri C mempunyai *potensi rendah* dalam mencemari lingkungan, yaitu peringkat hijau telah dicapai sebesar 86 % dan 34% klasifikasi hitam-merah. Begitu pula dengan Industri E juga mempunyai *potensi rendah* dalam mencemari lingkungan, yaitu 84 % mencapai peringkat biru-hijau dan 16% menunjukkan peringkat merah.

Dengan mengetahui klasifikasi potensi industri pencemar, maka sistem SIG ini dapat digunakan untuk menginformasikan lokasi persebaran potensi pencemaran limbah cair secara cepat dan efisien. Upaya adanya program pengawasan melalui kegiatan pemantauan terhadap kualitas air limbah yang dibuang ke lingkungan dapat dilaksanakan secara intensif dan berkelanjutan. Kegiatan pemantauan kualitas air limbah mempunyai fungsi yang cukup penting di dalam program pengendalian pencemaran, karena selain untuk membantu industri mengendalikan proses kearah efisiensi produk juga untuk pengelolaan lingkungan.

Untuk mengetahui secara detail lokasi sebaran tingkat potensi wilayah pencemar, selama pemantauan satu tahun dapat dilihat pada gambar-gambar yang ditampilkan.

Tabel 2. Karakteristik Air Limbah Sebelum ke IPAL

Parameter	Satuan	Influent Industri A	Influent Industri B		Influent industri C	Influent industri D	Influent industri E		
			IPAL I	IPAL II			IPAL I	IPAL II	IPAL III
TSS	mg/L	62-605	127-3245	110-2745	167-1815	93-1409	152-4345	152-4345	153-5010
BOD	mg/L	124-772	148-788	145-799	140-702	138-690	119-680	119-680	189-649
COD	mg/L	106-2526	1194-5553	3711-6065	987-4092	513-2959	2782-6379	2782-6379	2664-6381
pH	-	6,1-8,2	6,5-7,6	6,7-7,5	6,5-7,5	6,4-8,3	7,03-8,5	7,03-8,5	7,2-8,6

Tabel 3. Kualitas Air Limbah Sebelum dibuang ke lingkungan

Parameter	Satuan	Effluent industri A	Effluent gabungan industri B	Effluent industri C	Effluent industri D	Effluent industri E		
						IPAL I	IPAL II	IPAL III
TSS	mg/L	49-62	10-463	10-168	14-120	11-195	11-57	11-93
BOD	mg/L	84-225	28-168	12-302	25-87	25-133	26-133	32-444
COD	mg/L	195-1405	84-618	18-1257	34-365	80-310	94-927	167-461
pH	-	6,3-7,4	6,5-7,6	6,5-7,5	7,0-7,7	7,2-7,6	6,8-8,9	6,8-7,6

Tabel 4. Efisiensi Kinerja IPAL

No.	Nama Industri	Persen reduksi terhadap parameter		
		TSS	BOD	COD
1.	Industri A	52-87	41-87	9-87
2.	Industri B:			
	- IPAL I	87-98	53-94	90-96
	- IPAL II	39-98	70-91	87-96
3.	Industri C	58-97	57-96	43-98
4.	Industri D	52-95	26-96	77-98
5.	Industri E:			
	- IPAL I	89-99	17-95	69-97
	- IPAL II	88-99	8-94	78-95
	- IPAL III	86-99	65-89	85-96

Tabel 5. Persentase Bobot Industri Pencemar (BIP)

Periode pemantauan	Effluent industri A	Effluent gabungan industri B	Effluent industri C	Effluent industri D	Effluent industri E		
					IPAL I	IPAL II	IPAL III
Januari	75	25	-	0	25	0	25
Februari	25	25	75	25	25	25	25
Maret	50	50	-	25	0	25	50
April	75	25	0	0	0	25	50
Mei	75	75	-	50	25	0	50
Juni	50	75	0	0	50	0	50
Juli	-	25	0	25	0	0	25
Agustus	50	0	0	0	0	25	25
September	75	0	-	25	25	0	25
Oktober	50	25	0	0	50	50	50
November	75	25	-	25	25	0	25
Desember	50	25	0	25	25	-	25

Tabel 6. Klasifikasi Potensi Pencemar

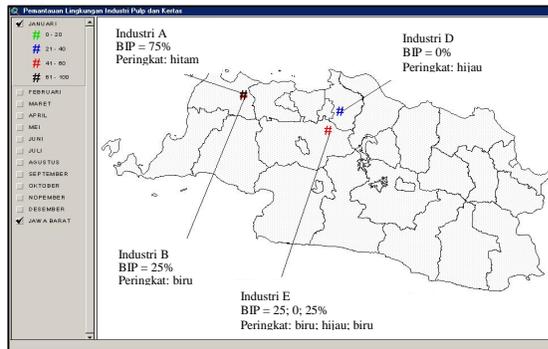
Periode pemantauan	Effluent industri A	Effluent gabungan industri B	Effluent industri C	Effluent industri D	Effluent industri E		
					IPAL I	IPAL II	IPAL III
Januari	Hitam	Biru	-	Hijau	Biru	Hijau	Biru
Februari	Biru	Biru	Hitam	Biru	Biru	Biru	Biru
Maret	Merah	Merah	-	Biru	Hijau	Biru	Merah
April	Hitam	Biru	Hijau	Hijau	Hijau	Biru	Merah
Mei	Hitam	Hitam	-	Merah	Biru	Hijau	Merah
Juni	Merah	Hitam	Hijau	Hijau	Merah	Hijau	Merah
Juli	-	Biru	Hijau	Biru	Hijau	Hijau	Biru
Agustus	Merah	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Biru	Biru
September	Hitam	Hijau	-	Biru	Biru	Hijau	Biru
Oktober	Merah	Biru	Hijau	Hijau	Merah	Merah	Merah
November	Hitam	Biru	-	Biru	Biru	Hijau	Biru
Desember	Merah	Biru	Hijau	Biru	Biru	-	Biru

Tabel 7. Tingkat Pencapaian Klasifikasi Potensi Industri Pencemar

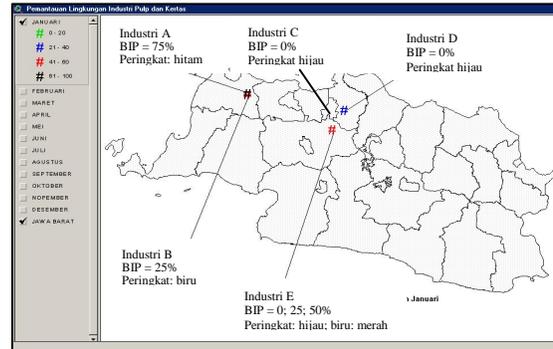
No.	Nama Industri	Tingkat pencapaian klasifikasi potensi industri pencemar			
		Hitam	Merah	Biru	Hijau
1.	Industri A	45	46	9	-
2.	Industri B :				
	- IPAL I	-	8	17	75
	- IPAL II	17	-	66	17
	- Gabungan	17	8	58	17
3.	Industri C	14	-	-	86
4.	Industri D	-	8	50	42
5.	Industri E :				
	- IPAL I	-	16	42	42
	- IPAL II	-	9	38	55
	- IPAL III	-	42	58	-

Tampilan awal Program Pemantauan Kualitas Limbah Industri Pulp & Kertas

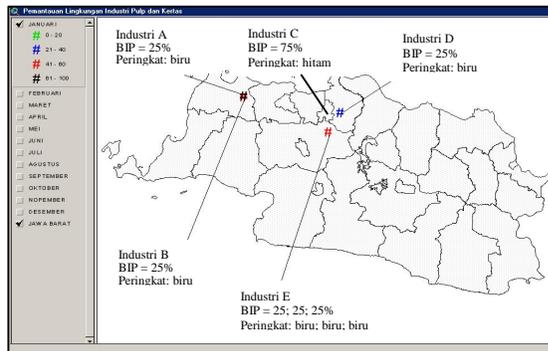
JANUARI



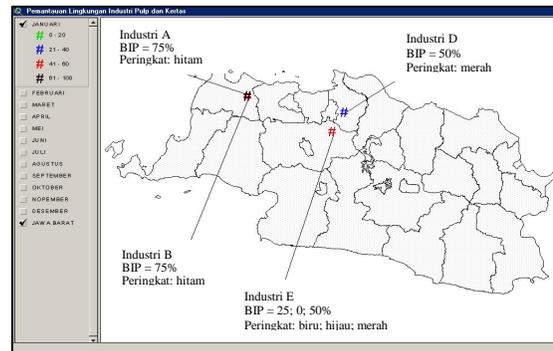
APRIL



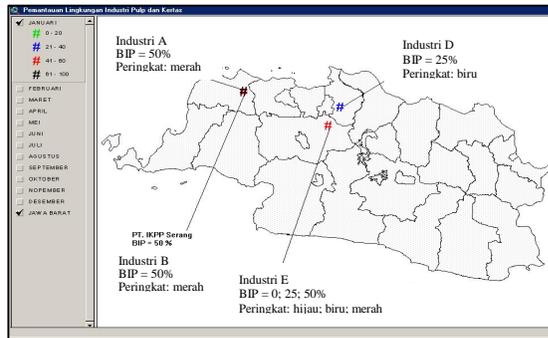
FEBRUARI



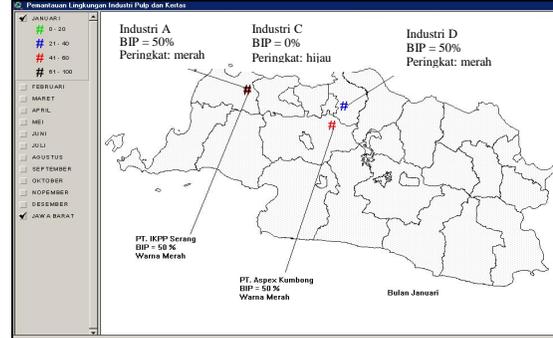
MEI



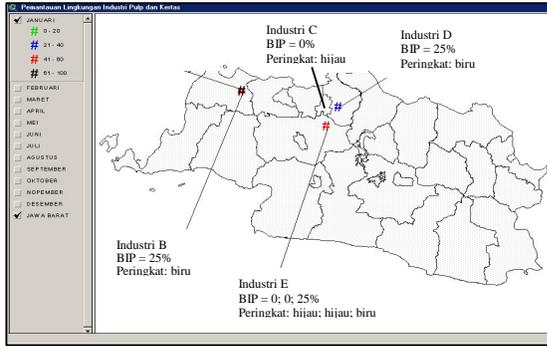
MARET



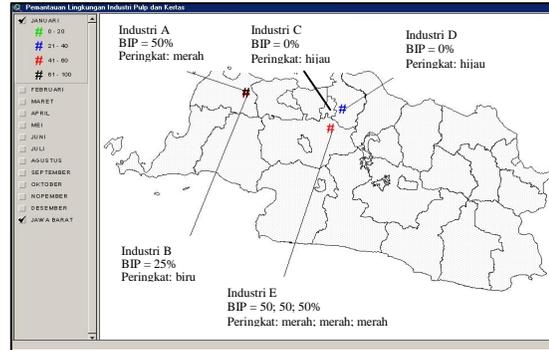
JUNI



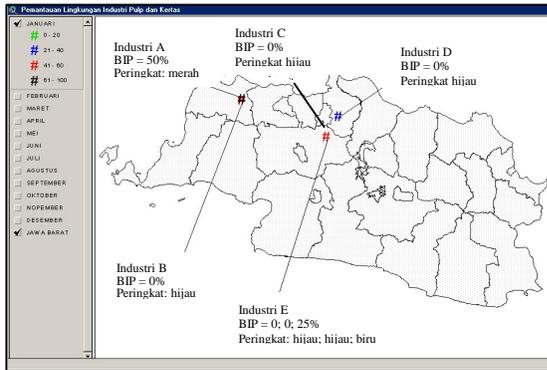
JULI



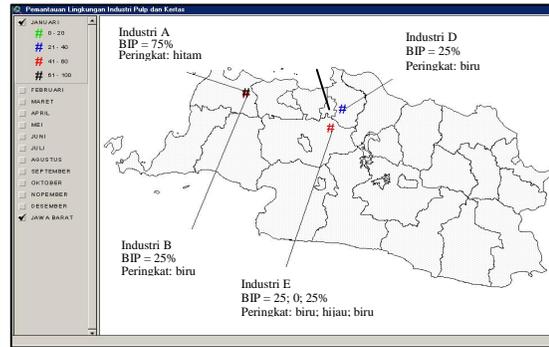
OKTOBER



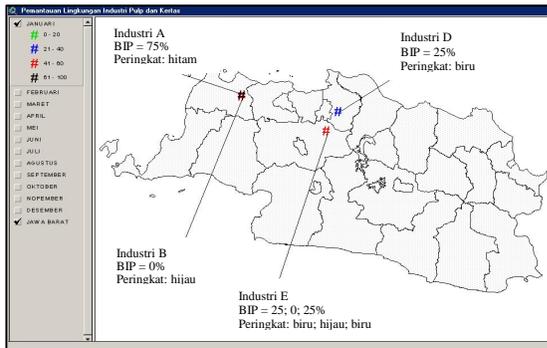
AGUSTUS



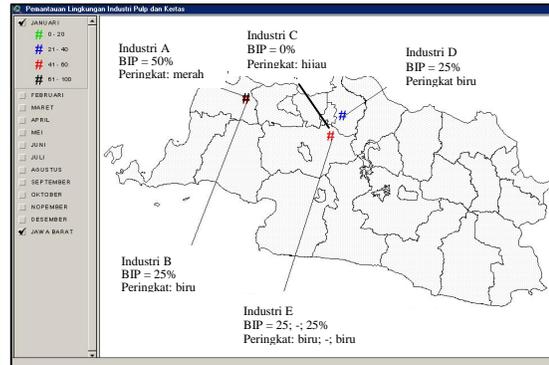
NOVEMBER



SEPTEMBER



DESEMBER



KESIMPULAN

1. Parameter yang dominan mempengaruhi komposisi klasifikasi potensi pencemar adalah parameter BOD dan COD
2. Hasil pemantauan lingkungan industri kertas di Jawa Barat pada umumnya termasuk industri yang berkategori ramah lingkungan, hanya ada satu industri yang termasuk klasifikasi tidak ramah lingkungan.
3. Nilai parameter pencemar (yang mempengaruhi peringkat) masih sangat fluktuatif. Hal ini disebabkan karena kinerja IPAL yang tidak optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Burrough, PA, 1996, "*Principles of Geographical Information System for Land Resource Assessment*", Clarendon Press Oxford.
 2. ESRI, 1992. "*Introduction for ArcView GIS: Geographical Information System Analysis Data Management. Environmental System*". Research Institute Inc., Redlands, California, USA.
 3. _____. "*Geographical Information System Use Geography and Computer Amount of Location Based Information*", www.avoort.net/mapping/gis.htm
 4. Jusmady dan Balia, L.M., 1997, "*Pengantar Sistem Informasi Geografi*", Puslitbang Teknologi Mineral, Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung.
 5. _____. "*Panduan Penggunaan Program Arc View*", Pelatihan Penyusunan Laporan Kualitas Lingkungan (*State of the Environment Report*) Kabupaten/Kota Jawa Barat, BPLHD, Bandung, September 2002.
 6. Prahasta E., "*Sistem Informasi Geografis: Arc-View Lanjut*", Pemrograman Bahasa Script Avenue, Informatika, Bandung, Juni, 2003.
 7. Prahasta E., "*Sistem Informasi Geografis: Tutorial ArcView*", Informatika, Bandung, Oktober, 2002.
-

