

Pengembangan Sistem Informasi Spasial Berbasis Web (Web GIS) untuk Sinergi Rehabilitasi DAS Kritis Nasional

Suria Darma Tarigan

Fakultas Pertanian
Institut Pertanian Bogor
Tel : (0251) 8629360 Fax : (0251) 8629358
e-mail : surya.tarigan@yahoo.com

ABSTRAK

Secara nasional terdapat 62 DAS super kritis yang segera harus direhabilitasi. Di Pulau Jawa sendiri terdapat sebanyak 16 DAS super kritis yang kondisi kekritisannya membahayakan ketahanan pangan nasional. Di pantai utara Pulau Jawa, jutaan hektar sawah ber-irigasi menggantungkan sumber airnya dari fungsi hidrologis DAS kritis tersebut. Jika rehabilitasi DAS kritis ini tidak berjalan efektif maka keberadaan sawah produktif di PANTURA - Pulau Jawa tersebut akan terancam banjir pada musim penghujan dan kekurangan air pada musim kemarau. Untuk mencegah hal tersebut, maka pemerintah melakukan rehabilitasi DAS kritis secara besar-besaran. Sejak tahun 2003, triliunan rupiah sudah digunakan oleh berbagai institusi lintas sektoral untuk merehabilitasi DAS kritis di seluruh Indonesia. Namun demikian belum dirasakan efektifitas program rehabilitasi DAS kritis tersebut. Salah satu penyebab ketidakefektifan rehabilitasi DAS kritis adalah karena masing-masing sektor menjalankan program rehabilitasi secara sendiri-sendiri pada satu DAS tanpa koordinasi yang terintegrasi dengan sektor lain. Disamping itu masyarakat luas mengalami kesulitan untuk memantau efektifitas kegiatan rehabilitasi DAS yang sudah dilakukan karena datanya tersebar diberbagai Departemen Teknis. Data kegiatan rehabilitasi GERHAN terdapat pada Dirjen RLPS-Departemen Kehutanan, data kegiatan rehabilitasi GN-KPA terdapat pada Dirjen Sumber Daya Air - Departemen PU. Sementara itu, indikator kekritisian DAS berupa debit minimum/debit maksimum ada pada BP DAS - Departemen Kehutanan dan pada Dirjen Sumber Daya Air Departemen PU. Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) Mengembangkan Sistem Informasi Spasial berbasis web untuk monitoring dampak kegiatan rehabilitasi suatu DAS kritis terhadap indikator kekritisian DAS, 2) Mengembangkan Collaborative Mapping yang memungkinkan publik dan stakeholder memetakan jenis dan luasan tindakan rehabilitasi yang sudah dilakukan pada suatu DAS secara interaktif melalui web, dan akhirnya dapat menganalisis jenis program rehabilitasi yang paling efektif dalam memperbaiki indikator kekritisian suatu DAS. Kedua tujuan tersebut dapat meningkatkan sinergi dalam kegiatan rehabilitasi DAS tersebut. Semua stakeholder dapat melakukan visualisasi and analisis data spasial tanpa melakukan instalasi software GIS, cukup dengan menggunakan browser internet yang umum (WebGIS).

Kata kunci: DAS Kritis, Sinergi Rehabilitasi DAS, WebGIS, Database spasial, Kueri Spasial

1. PENDAHULUAN

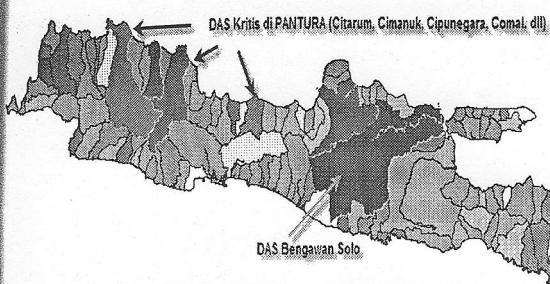
Berdasarkan Surat Keputusan bersama Menteri Dalam Negeri, Menteri Kehutanan dan Menteri Pekerjaan Umum No : 19 Tahun 1984 - No: 059/Kpts-II/1984 - No : 124/Kpts/1984 tanggal 4 April 1984 tentang penanganan konservasi tanah dalam rangka pengamanan DAS prioritas, dari 458 DAS yang ada di Indonesia terdapat 22 DAS super prioritas (Prioritas I). Pada tahun 1999, berdasarkan SK Menhut No. 284/KptsII/99 tanggal 9 Mei 1999 tentang penetapan urutan prioritas DAS, jumlah DAS prioritas I meningkat menjadi 62 DAS. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jumlah DAS Kritis di seluruh Indonesia semakin bertambah walaupun sudah ada usaha-usah untuk merehabilitasinya.

Proyek pengelolaan DAS yang sedang gencar dilaksanakan akhir-akhir ini oleh pemerintah yang dimulai pada tahun 2003 di bawah Departemen Kehutanan adalah Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GN RHL/GERHAN). Namun kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa kondisi DAS di Indonesia semakin

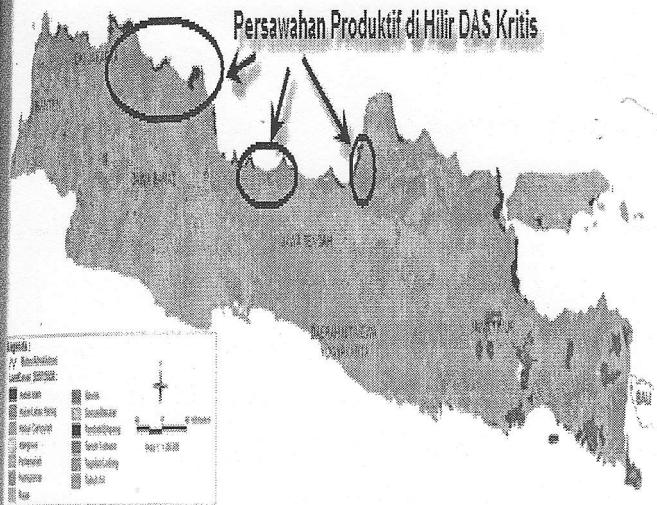
memburuk dan permasalahannya semakin komplek [2]. Dana yang sudah digunakan untuk program Gerhan adalah sebesar Rp 5,4 triliun dengan realisasi 2 juta ha penanaman pohon dan pembangunan 20,000,- bangunan sipil teknis [4].

Areal persawahan nasional di Pantai Utara Pulau Jawa terancam oleh kondisi DAS kritis di hulu Pantura. Ancaman tersebut berupa banjir dan longsor yang dapat mengganggu ketahanan pangan nasional [1].

Berdasarkan indikator kekritisian DAS maka saat ini secara nasional terdapat 62 DAS super kritis yang segera harus direhabilitasi. Di Pulau Jawa sendiri terdapat sebanyak 16 DAS super kritis yang kondisi kekritisannya membahayakan ketahanan pangan nasional. Di pantai utara Pulau Jawa, jutaan hektar sawah ber-irigasi menggantungkan sumber airnya dari fungsi hidrologis DAS kritis tersebut. Jika rehabilitasi DAS kritis ini tidak berjalan efektif maka keberadaan sawah produktif di PANTURA - Pulau Jawa tersebut akan terancam banjir pada musim penghujan dan kekurangan air pada musim kemarau (Gambar 1 dan 2).



Gambar 1. Sejumlah 16 dari 141 DAS di Pulau Jawa Kritis



Sumber: Barus, et al

Gambar 2. Sawah PANTURA Terletak pada Hilir DAS Kritis.

Institusi yang terlibat dalam penetapan dan implementasi pengelolaan suatu DAS sangat beragam. Keragaman tersebut akan meningkat jika wilayah suatu DAS terdiri dari satu atau lebih batasan administrasi kabupaten ataupun provinsi. Keragaman kelembagaan tersebut juga yang menyebabkan susahnya koordinasi terpadu usaha-usah rehabilitasi DAS Kritis Nasional. Secara umum lembaga yang terlibat dalam pengelolaan suatu DAS adalah sebagai berikut [3]:

1) Kelembagaan Pemerintah

- Pemerintah Daerah (PEMKAB, PEMKOT)
- Dinas Kehutanan provinsi dan Kabupaten, Balai Pengelolaan DAS
- Dinas Pertanian
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) kabupaten dan provinsi.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Bapedalda) kabupaten dan provinsi.
- Badan Pertanahan Nasional (BPN) kabupaten dan provinsi.
- Dinas PU (Binamarga, Pengairan) kabupaten dan provinsi.
- PDAM.

2) Kelembagaan Masyarakat

- Kelompok Tani
- LKMD
- LSM
- Universitas

e) Reserach centers

Dengan berkembangnya teknologi *web* maka terbuka kesempatan untuk mengembangkan sistem informasi spasial pengelolaan DAS berbasis *web*. Melalui sistem informasi spasial tersebut stakeholder bisa melakukan data sharing dan sinergi dengan mudah dan secara *collaborative* melakukan monitoring, pemetaan dan implementasi kebijakan pengelolaan suatu DAS [3].

Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) Mengembangkan Sistem Informasi Spasial berbasis *web* untuk monitoring tingkat kekritisan suatu DAS dan dampak kegiatan rehabilitasi suatu DAS kritis terhadap indikator kekritisan DAS, 2) Mengembangkan *collaborative mapping* yang memungkinkan publik dan stakeholder memetakan tipe dan tujuan tindakan rehabilitasi yang sudah dilakukan pada suatu DAS secara interaktif melalui *web*, dan akhirnya dapat menganalisis jenis program rehabilitasi yang paling efektif dalam memperbaiki indikator kekritisan suatu DAS. Kedua tujuan tersebut dapat meningkatkan sinergi dalam kegiatan rehabilitasi DAS tersebut.

2. METODOLOGI

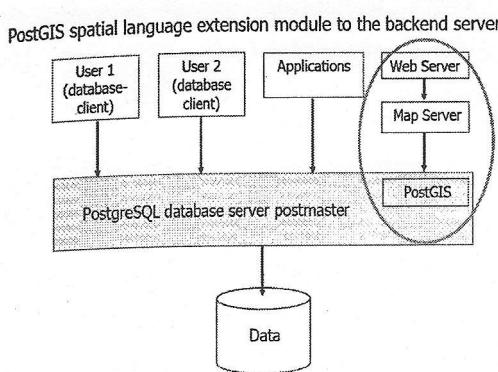
2.1 Monitoring Kekritisinan DAS Berbasis Web

Rehabilitasi DAS kritis memerlukan usaha yang terintegrasi berbagai institusi baik secara vertikal maupun lintas sektoral (multi pihak). Dalam rangka meningkatkan *awareness* multi pihak terhadap dampak kekritisan DAS, maka perlu dikembangkan suatu sistem informasi terkait tingkat kekritisan suatu DAS yang dapat diakses dengan mudah dan interaktif oleh publik dan semua pihak terkait. Saat ini publik memperoleh kesusahan untuk mengetahui kondisi kekritisan suatu DAS di daerahnya masing-masing maka perlu dibuat suatu sistem yang dapat menyediakan informasi spasial secara interaktif melalui WEB.

2.1.1 Arsitektur WEB GIS Monitoring Kekritisinan Suatu DAS

Sistem informasi yang dibangun akan berbasis *web*. Salah satu elemen penting dari sistem informasi ini adalah penggunaan database spasial PostgreSQL/PostGIS. Akses dan kueri ke server database melalui *web* dapat dilakukan melalui *psql command line* ataupun skrip PHP. Salah satu kelebihan database spasial seperti PostGIS adalah tersedianya fungsi-fungsi kueri spasial secara lengkap yang tidak dimiliki oleh database biasa. Melalui fungsi-fungsi kueri spasial tersebut analisis spasial dapat dilakukan klien melalui browser tanpa harus mempunyai software GIS. Akses dan kueri ke server database melalui *web* dapat dilakukan melalui *psql command line* ataupun skrip PHP.

Software ini bersifat open source. Arsitektur yang digunakan dalam sistem ini adalah seperti tertera pada Gambar 1. Kueri spasial dilakukan dengan fungsi-fungsi kueri pada PostGIS. Fungsi kueri tersebut pada dasarnya sama dengan SQL pada database biasa, hanya saja terdapat kueri spasial tambahan. Jika klien ingin visualisasi database secara spasial maka juga dapat dilakukan melalui *web* dengan menggunakan Mapserver. Mapserver dapat diakses melalui internet browser klien tanpa software GIS.



Gambar 3. Arsitektur Sitem Informasi Spasial kekritisan DAS

Seperti terlihat pada Gambar 3, database klien 1 dan 2 melakukan akses ke database secara langsung melalui `psql/pgAdmin` atau skrip PHP, sedangkan klien yang lain melakukan akses dengan menggunakan `mapserver`.

2.1.2 Data Indikator kekritisan DAS

Data indikator kekritisan DAS yang ditetapkan dari debit harian dan data tutupan lahan pada setiap DAS secara *time series*. Analisis kekritisan suatu DAS dilakukan dengan melihat nilai Rasio Debit Max./Min, Koefisien Runoff dan Penutupan Hutan.

a.1) Rasio Debit Max/Min

Rasio Debit Max/Min ditentukan dari data debit harian tahunan dengan mengambil data debit terbesar dan terkecil:

$$\text{Rasio Debit} = \text{Debit Max.} / \text{Debit Min}$$

Jika Rasio Debit < 50 maka DAS ada dalam kondisi tidak kritis, jika Rasio > 120 maka kondisi DAS adalah kritis.

a.2) Koefisien Runoff

Koefisien runoff ditentukan dengan membandingkan jumlah runoff dengan jumlah curah hujan persatuan wilayah DAS.

$$\text{Koefisien Runoff} = \text{Jumlah Runoff} / \text{Jumlah Curah Hujan DAS}$$

Jika Rasio Debit < 0.5 maka DAS ada dalam kondisi tidak kritis, jika Rasio > 0.75 maka kondisi DAS adalah kritis.

2.2 Collaborative Mapping Tindakan Rehabilitasi DAS berbagai Stakeholder

Kegiatan rehabilitasi dari berbagai pihak sudah cukup banyak dilakukan pada berbagai DAS, namun belum ada peta aktual untuk menggambarkan jenis, luasan dan lokasi kegiatan rehabilitasi tersebut pada suatu DAS. Data ini sangat diperlukan sehingga dapat dikorelasikan dengan data indikator kekritisan DAS (Rasio DebitMax./Min, Koefisian Runoff – bandingkan dengan Sub-Bab 2.1.2) untuk menetapkan jenis dan kombinasi program rehabilitasi yang paling efektif dalam memperbaiki indikator kekritisan suatu DAS.

Jenis kegiatan rehabilitasi dibedakan atas: Penanaman vegetasi pohon, Pembuatan bangunan konservasi tanah&air (teras, gulusan, *alley cropping*, rorak), Pembuatan bangunan sipil teknis (*check dam*, dam parit, sumur resapan). Ukuran luasan digunakan pada jenis kegiatan rehabilitasi penanaman pohon dan bangunan konservasi tanah&air, sedangkan ukuran dimensi digunakan pada bangunan sipil.

Mengingat bahwa peta aktual tindakan rehabilitasi pada suatu DAS yang sudah dilakukan berbagai instansi belum tersedia, maka perlu dibuat suatu sistem informasi untuk *collaborative mapping* dengan menggunakan Web GIS. Pada setiap DAS akan akan disediakan peta master rehabilitasi kekritisan DAS berupa kombinasi peta batas DAS, jaringan sungai/jalan, dan citra satelit yang menggambarkan kondisi aktual di lapangan, melalui Web GIS kontributor dapat memantau pada areal masing-masing apakah tindakan rehabilitasi DAS yang sudah dilakukan pada daerah masing-masing sudah tergambar pada peta. Kalau belum maka mereka cukup melakukan tracking dengan GPS di lapangan dan melalui software *collaborative mapping* mereka bisa upload data GPS ke peta master. Melalui sistem *collaborative mapping* tersebut maka publik ataupun dinas-dinas terkait di kabupaten dapat secara mudah melakukan pengukuran dengan menggunakan GPS dan di masukkan kedalam database melalui interface ke peta master. Hasil pemetaan tersebut terbuka untuk publik sehingga publik dapat melihat DAS mana saja yang secara aktif direhabilitasi dan melakukan koreksi jika pemetaan tersebut tidak menggambarkan kondisi sesungguhnya.

3. DISKUSI

3.1 Sistem Informasi Spasial Monitoring Kekritisian DAS Berbasis Web

Usaha rehabilitasi DAS kritis lima tahun terakhir dilakukan dengan sangat gencar. Misalnya program GERHAN (Gerakan Rehabilitasi Lahan dan Hutan) oleh Departemen Kehutanan yang dilakukan sejak tahun 2003 sudah menelan biaya sebesar Rp 5,5 triliun dengan realisasi tanaman hutan seluas 2,077,326,- ha dan bangunan sipil teknis sebanyak 20,000 unit. Disamping GERHAN, Departemen PU juga melakukan Program GN-KPA (Gerakan Nasional Kemitraan Penyelamatan Air), Program PUKLT (Pengembangan Usahatani Konservasi Lahan Terpadu) oleh Departemen Pertanian, dan Prokasih oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Namun demikian belum terlihat dampak yang nyata dari kegiatan ini. Pada kenyataannya frekuensi kejadian banjir dan kekeringan di daerah PANTURA masih tinggi.

Salah satu penyebab ketidakefektifan rehabilitasi DAS kritis adalah karena masing-masing sektor menjalankan program rehabilitasi secara sendiri-sendiri pada satu DAS tanpa koordinasi yang terintegrasi dengan sektor lain. Selama ini user (*stakeholder* dan masyarakat luas) mengalami kesulitan untuk memantau efektifitas kegiatan rehabilitasi DAS yang sudah dilakukan karena datanya tersebar diberbagai Departemen Teknis. Data kegiatan rehabilitasi GERHAN terdapat pada Dirjen RLPS-Departemen Kehutanan, data kegiatan rehabilitasi GN-KPA terdapat pada Dirjen Sumber Daya Air - Departemen PU. Sementara itu, indikator kekritisan DAS berupa debit minimum/debit

maksimum ada pada BP DAS – Departemen Kehutanan dan pada Dirjen Sumber Daya Air Departemen PU.

Melalui pengembangan sistem informasi DAS Kritis berbasis web maka publik dapat dengan mudah melakukan kueri terhadap kondisi kekritisan suatu DAS.

3.1.1 Karakteristik Sistem Informasi Kekritisian DAS

Sistem disusun dengan menggunakan arsitektur yang modular dengan memisahkan server database (*backend*), aplikasi analisis, dan presentasi (front end). Database server yang digunakan adalah PostgreSQL/PostGIS.

Komponen penting pada sistem informasi ini adalah penggunaan database server PostGIS. Berbeda dengan database biasa, PostGIS mempunyai kolom geometry tempat menyimpan data geometry sebuah objek spasial. Kelebihan PostGIS adalah tersedianya fungsi-fungsi kueri khusus spasial, misalnya menghitung jarak dua objek spasial, menghitung luasan suatu areal, membuat buffer sungai dan analisis spasial lainnya. Melalui tersedianya fungsi kueri spasial tersebut maka analisis spasial dalam ruang lingkup DAS dapat dilakukan oleh *remote client* tanpa harus memiliki software GIS. Disamping itu penggunaan PostGIS sebagai backend database server memungkinkan multi user melakukan kueri secara bersamaan.

Remote kueri spasial ke server database dapat dilakukan dengan dua cara, a) Melalui *psql command line* pada screen dengan output berbentuk tabel, dan b) Melalui browser (IE atau Firefox) dengan PHP Script atau aplikasi mapserver dengan output berupa tabel atau peta-peta spasial.

Contoh kueri spasial melalui browser terhadap database PostGIS dengan menggunakan PHP script untuk mengetahui persentase Hutan pada semua DAS di Jabodetabek dapat dilihat di bawah ini. Kolom luas hutan tidak terdapat pada tabel relasional database, dengan demikian luas hutan dihitung dengan fungsi kueri spasial PostGIS ST_Area (lihat tulisan *bold line* 26 pada PHP script di bawah ini).

```
<?php
function connect()
{
    $conn = pg_connect("host=localhost port=5432 dbname=Jabodetabek
user=postgres password=*****");
    return $conn;
}

function sqlstr($val)
{
    return str_replace("''", "'", $val);
}

function sql_select()
{
    global $conn;
    global $order;
    global $ordertype;
    global $filter;
    global $filterfield;
    global $wholeonly;
    $filterstr = sqlstr($filter);
    if (!$wholeonly && !isset($wholeonly) && $filterstr != "%") $filterstr = "%";
    $filterstr .= "%";
    $sql = "SELECT * FROM (SELECT das_jabodtbk.nama_das,
    landuse_jbdtbk.landuse, sum(ST_area(ST_intersection
    (das_jabodtbk.the_geom,landuse_jbdtbk.the_geom)))/1000000 as
    Luas_Km2, (sum(ST_area(ST_intersection
    (das_jabodtbk.the_geom,landuse_jbdtbk.the_geom)))/st_area(das_jabodtbk.t
    he_geom))*100 As Persen FROM das_jabodtbk INNER JOIN
    landuse_jbdtbk ON ST_intersects(das_jabodtbk.the_geom,
    landuse_jbdtbk.the_geom) and landuse_jbdtbk.landuse like '%hutan%'"
    GROUP BY das_jabodtbk.nama_das , landuse_jbdtbk.landuse,
    ST_area(das_jabodtbk.the_geom) ORDER BY nama_das) subq";
    if (isset($filterstr) && $filterstr != " " && isset($filterfield) &&
    $filterfield != "") {
        $sql .= " where ".sqlstr($filterfield)." like '". $filterstr ."'";
    } elseif (isset($filterstr) && $filterstr != "") {
        $sql .= " where (nama_das like '". $filterstr ."'") or (landuse like '".
        $filterstr ."'") or (luas_km2 like '". $filterstr ."'") or (persen like '".
        $filterstr ."'")";
    }
    if (isset($order) && $order != "") $sql .= " order by '".sqlstr($order)."'";
    if (isset($ordertype) && $ordertype != "") $sql .= " ".sqlstr($ordertype);
    $res = pg_query($conn, $sql) or die(pg_last_error());
    return $res;
}

function sql_getrecordcount()
{
    global $conn;
    global $order;
    global $ordertype;
    global $filter;
    global $filterfield;
    global $wholeonly;
    $filterstr = sqlstr($filter);
    if (!$wholeonly && !isset($wholeonly) && $filterstr != "%") $filterstr = "%";
    $filterstr .= "%";
    $sql = "SELECT COUNT(*) FROM (SELECT das_jabodtbk.nama_das,
    landuse_jbdtbk.landuse, sum(ST_area(ST_intersection
    (das_jabodtbk.the_geom,landuse_jbdtbk.the_geom)))/1000000 as
    Luas_Km2, (sum(ST_area(ST_intersection
    (das_jabodtbk.the_geom,landuse_jbdtbk.the_geom)))/st_area(das_jabodtbk.t
    he_geom))*100 As Persen FROM das_jabodtbk INNER JOIN
    landuse_jbdtbk ON ST_intersects(das_jabodtbk.the_geom,
    landuse_jbdtbk.the_geom) and landuse_jbdtbk.landuse like '%hutan%'"
    GROUP BY das_jabodtbk.nama_das , landuse_jbdtbk.landuse,
    ST_area(das_jabodtbk.the_geom) ORDER BY nama_das) subq";
    if (isset($filterstr) && $filterstr != " " && isset($filterfield) &&
    $filterfield != "") {
        $sql .= " where ".sqlstr($filterfield)." like '". $filterstr ."'";
    } elseif (isset($filterstr) && $filterstr != "") {
        $sql .= " where (nama_das like '". $filterstr ."'") or (landuse like '".
        $filterstr ."'") or (luas_km2 like '". $filterstr ."'") or (persen like '".
        $filterstr ."'")";
    }
    $res = pg_query($conn, $sql) or die(pg_last_error());
    $row = pg_fetch_assoc($res);
    reset($row);
    return current($row);
} ?>
```

```

GROUP BY das_jabodtbk.nama_das , landuse_jbdtbk.landuse,
ST_area(das_jabodtbk.the_geom) ORDER BY nama_das) subq";
if (isset($filterstr) && $filterstr != " " && isset($filterfield) &&
$filterfield != "") {
    $sql .= " where ".sqlstr($filterfield)." like '". $filterstr ."'";
} elseif (isset($filterstr) && $filterstr != "") {
    $sql .= " where (nama_das like '". $filterstr ."'") or (landuse like '".
    $filterstr ."'") or (luas_km2 like '". $filterstr ."'") or (persen like '".
    $filterstr ."'")";
}
if (isset($order) && $order != "") $sql .= " order by '".sqlstr($order)."'";
if (isset($ordertype) && $ordertype != "") $sql .= " ".sqlstr($ordertype);
$res = pg_query($conn, $sql) or die(pg_last_error());
return $res;
}

function sql_getrecordcount()
{
    global $conn;
    global $order;
    global $ordertype;
    global $filter;
    global $filterfield;
    global $wholeonly;
    $filterstr = sqlstr($filter);
    if (!$wholeonly && !isset($wholeonly) && $filterstr != "%") $filterstr = "%";
    $filterstr .= "%";
    $sql = "SELECT COUNT(*) FROM (SELECT das_jabodtbk.nama_das,
    landuse_jbdtbk.landuse, sum(ST_area(ST_intersection
    (das_jabodtbk.the_geom,landuse_jbdtbk.the_geom)))/1000000 as
    Luas_Km2, (sum(ST_area(ST_intersection
    (das_jabodtbk.the_geom,landuse_jbdtbk.the_geom)))/st_area(das_jabodtbk.t
    he_geom))*100 As Persen FROM das_jabodtbk INNER JOIN
    landuse_jbdtbk ON ST_intersects(das_jabodtbk.the_geom,
    landuse_jbdtbk.the_geom) and landuse_jbdtbk.landuse like '%hutan%'"
    GROUP BY das_jabodtbk.nama_das , landuse_jbdtbk.landuse,
    ST_area(das_jabodtbk.the_geom) ORDER BY nama_das) subq";
    if (isset($filterstr) && $filterstr != " " && isset($filterfield) &&
    $filterfield != "") {
        $sql .= " where ".sqlstr($filterfield)." like '". $filterstr ."'";
    } elseif (isset($filterstr) && $filterstr != "") {
        $sql .= " where (nama_das like '". $filterstr ."'") or (landuse like '".
        $filterstr ."'") or (luas_km2 like '". $filterstr ."'") or (persen like '".
        $filterstr ."'")";
    }
    $res = pg_query($conn, $sql) or die(pg_last_error());
    $row = pg_fetch_assoc($res);
    reset($row);
    return current($row);
} ?>
```

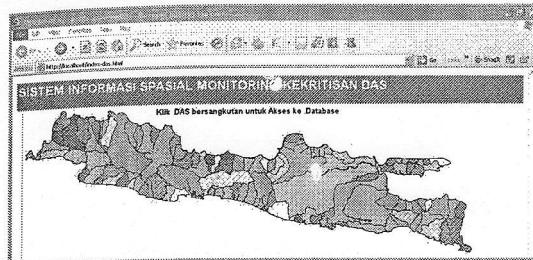
Hasil kueri akan memberikan output seperti pada Gambar 4, dimana terdapat sebuah tabel dengan kolom nama das dan kolom luas hutan masing-masing DAS.

Persentase Hutan dalam DAS Jabodetabek			
Total: Persentase Hutan DAS			
Records shown: 1 - 11 of 11			
Current Filter: <input type="text"/> All Fields <input type="checkbox"/> Whole words only <input type="button" value="Apply Filter"/> <input type="button" value="Reset Filter"/>			
Das	Nama DAS	Hutan (Km2)	Persentase Hutan (%)
1	ANGKE-PEDANGGAN	11.708512x452228	1.01024723200653
2	ANGKE-PEDANGGAN	0.089253475	0.01070376337201
3	CILMUNG	35.545785914997	3.12979392361043
4	CILMUNG	5.52003716707802	0.10846205694171
5	CILMUNG	4.948010373	0.01208411189987
6	CIBADAK	124.69556035157	3.232454270244
7	CIBADAK	0.7725391785	0.01208507730737
8	CIBADAK	192.29199127146	12.725843592208
9	CIBADAK	47.260875350646	3.512087232743
10	KALI REKAI	0.04210644249	0.771844318341
11	SINTER	2.539238935	0.01110527553212

Gambar 4. Tabel Kueri Spasial ke PostGIS server Melalui PHP Script berupa Luas Hutan pada Setiap DAS di Jabodetabek

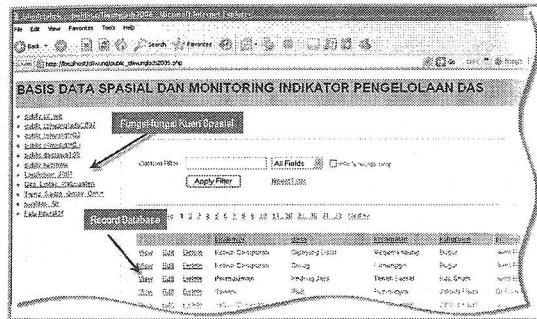
1.2 Contoh-contoh Kueri Database Terkait dengan Indikator Kekritisian DAS

Berikut ini ditunjukkan beberapa contoh kueri terkait indikator Kekritisian DAS.



Gambar 5. Tampilan Antarmuka Akses Database DAS P. Jawa

Jika kursor diklik pada salah satu DAS (misalnya DAS Ciliwung) (Gambar 5) tersebut maka akan muncul antarmuka dengan menu fungsi-fungsi kueri yang sudah dibuat untuk analisis spasial.



Gambar 6. Tampilan Antarmuka Record Database DAS Ciliwung

Menu fungsi-fungsi kueri yang dibuat dalam PHP script terlihat pada kolom kiri atas screen (berwarna merah), sedangkan record database spasial terlihat pada kolom kedua bawah (Gambar 6). Sebagai contoh pada prototipe ini dibuat fungsi-fungsi kueri untuk monitoring tingkat kekritisian DAS sebagai berikut:

3.1.2.1 Kueri Tutupan Lahan DAS Ciliwung

Tabel LahanCiliwung_2007					
Periode Oktober 1 - 12 of 2007					
Custom Filter					
All Fields					
View	DAS Ciliwung	Perumahan	27553.5134248128	55.075422119657	
View	DAS Ciliwung	Tegalan/Ledang	8763.09911655988	17.652595620428	
View	DAS Ciliwung	Kebun/Impian	6447.79220910117	12.0897024819861	
View	DAS Ciliwung	Pengembangan	927.151982166222	8.046828227016	
View	DAS Ciliwung	Hutan Lahan Hidang	2119.37731616778	4.284361160404	
View	DAS Ciliwung	Warga/Name	774.08180538597	1.471495333385	
View	DAS Ciliwung	Bantuan/Relief	146.25495179874	0.3593111328314	
View	DAS Ciliwung	Rawa	631.010309198768	0.10195441169362	
View	DAS Ciliwung	Rawah	32.946728595397	0.04568244089074	
View	DAS Ciliwung	Tuluh Air	62.004482724328	0.127905650390544	
View	DAS Ciliwung	Tanah Terbuang	21.149365831141	0.042324198872759	
View	DAS Ciliwung	Tanah Terbuang	13.3074822198295	0.021076072422644	

Gambar 7. Hasil Kueri Penutupan Lahan DAS Ciliwung

Berdasarkan hasil kueri yang diperoleh maka diketahui bahwa total luas hutan pada DAS Ciliwung pada tahun 2007

hanya seluas 5.7 %, jauh dari kondisi yang diperlukan yaitu 30% (Gambar 7).

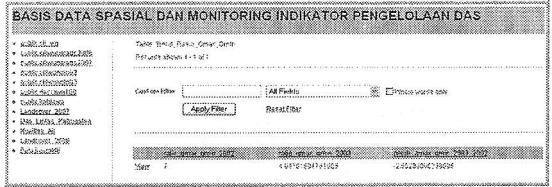
Jika kueri dilakukan terhadap seluruh DAS di Pulau Jawa maka diperoleh luas tutupan masing-masing DAS seperti pada Gambar 8.

SELECT das.al09.dasname, (sum(ST_area(ST_intersection (das.al09.the_geom,mergedasjwlc2.the_geom)))/ das.al09.the_geom) *100 As Persen_Hutan_per_Das FROM das.al09 INNER JOIN mergedasjwlc2	
Output Data	
Data Output	
Explain	
Messages	
History	
dasname character varying(32)	
persen_hutan_per_das double precision	
1	DAS OYO
2	Das Lorog
3	Das Pogotan
4	Das Comar
5	DAS BLITUNG
6	Das Deluweng
7	DAS CIKASO
8	DAS CILIMAN
9	Das Tuntung
10	Das Kremat
11	Das Tempuran
12	Das Cisanggarung
13	DAS CIBALUNG
14	Das Rambut
15	DAS CIWULAN
16	DAS CITANDUY
17	DAS PROGO
18	Das Lesem
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	

Gambar 8. Hasil Kueri Penutupan Lahan DAS di Seluruh P. Jawa

3.1.2.2 Kueri Rasio Qmax/Min DAS Ciliwung

Jika menu fungsi kueri Rasio Qmax/min diklik maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 9, dimana ditunjukkan perkembangan Rasio Qmax/min secara time series.



Gambar 9. Hasil Kueri Perkembangan Rasio Qmax/min DAS Ciliwung

3.1.2.3 Kueri DAS Lintas Propinsi dan Kabupaten

Terdapat banyak DAS di Indonesia dimana lokasinya berada berbagai propinsi ataupun kabupaten. Oleh karena itu perlu dibuat kueri untuk mengetahui propinsi/kabupaten yang dilalui DAS tersebut. Pada Gambar 9, terlihat bahwa DAS Ciliwung melalui 2 Propinsi, yaitu Jawa Barat dan DKI dan melalui 7 Kodya dan 3 Kabupaten (Sukabumi, Cianjur, Bogor).

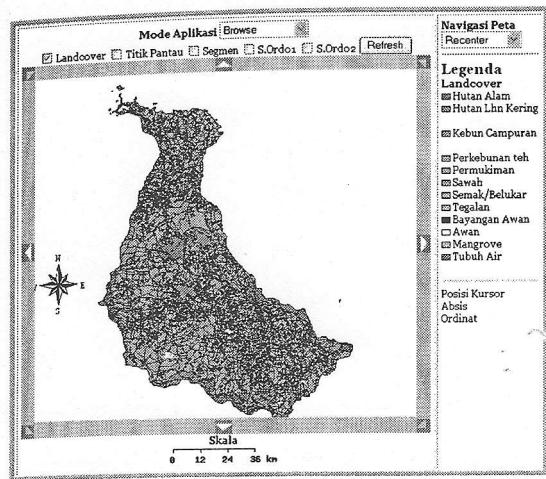
dasname	cabupaten	propinsi	luas km2	persen
View	DAS Ciliwung	KODYA JAKARTA UTARA	DKI	42.699398658475
View	DAS Ciliwung	KODYA JAKARTA PUSAT	DKI	46.877924125360
View	DAS Ciliwung	KODYA JAKARTA BARAT	DKI	8.365049828722
View	DAS Ciliwung	KODYA JAKARTA TIMUR	DKI	24.740820517232
View	DAS Ciliwung	KODYA JAKARTA SELATAN	DKI	6.149745138743
View	DAS Ciliwung	KOTA DEPOK		66.3597188016717
View	DAS Ciliwung	JAWA BARAT		15.6234788556473
View	DAS Ciliwung	BOGOR		48.5583864599815
View	DAS Ciliwung	KOTA BOGOR		1.3219564421863
View	DAS Ciliwung	CIANJUR		4.1709233989115
View	DAS Ciliwung	SUKABUMI		10.08932730344010

Gambar 11. Hasil Kueri DAS Lintas Propinsi dan Kabupaten DAS Ciliwung

3.1.2.4. Visualisasi Peta Interaktif

Selain kueri dengan fungsi-fungsi kueri SQL tersebut maka informasi spasial dari database dapat divisualisasi dengan bantuan Mapserver. Pada Gambar 10 ditunjukkan

Visualisasi Peta Interaktif Penggunaan Lahan di DAS disadane. Untuk visualisasi tersebut user tidak perlu memiliki software GIS, cukup dengan browser seperti IE atau Firefox.



Gambar 10. Visualisasi Peta Penggunaan Lahan DAS Citarum dengan Mapserver

3.2 Collaborative Mapping DAS dengan Web GIS

Bagi keperluan analisis yang lebih mendalam, maka perlu dipetakan lokasi, luasan, dan jenis teknologi rehabilitasi DAS secara lengkap dan menyeluruh. Data tersebut kemudian dikorelasikan dengan indikator kekritisan DAS seperti Rasio Qmax/min dan tutupan lahan untuk mengetahui jenis teknologi rehabilitasi yang paling efisien. Kemungkinan masing-masing instansi sudah mempunyai peta lokasi program rehabilitasi yang pernah dilakukan, namun peta-peta tersebut masih bersifat parsial dalam suatu DAS sehingga tidak diketahui luasan total areal yang sudah direhabilitasi oleh berbagai institusi. Salah satu cara yang efisien dan berbiaya murah dalam pembuatan peta tersebut adalah dengan mengembangkan sistem *collaborative mapping* dengan menggunakan Web GIS. Melalui sistem tersebut maka publik ataupun dinas-dinas terkait di kabupaten dapat secara sukarela menjadi kontributor data dengan menggunakan GPS dan di masukkan kedalam database melalui interface collaborative mapping. Sebagai *map render* digunakan Openlayers yang merupakan *open source software*.

3.2.1 Komponen Collaborative Mapping Kekritisian DAS

3.2.1.1 Data Collection dengan GPS Survey

Luasan, jenis dan lokasi tindakan rehabilitasi DAS dipetakan di lapangan oleh kontributor dengan menggunakan GPS. Data yang sudah dikumpulkan dengan GPS dikonversi dengan software GPSbabel ke bentuk GPS exchange format (GPX) untuk dapat di upload ke peta master.

3.2.1.2 Peta Master Rehabilitasi DAS Kritis

Peta Master DAS merupakan gabungan peta satelite, batas DAS dan jaringan sungai tersedia secara online dan dapat diakses oleh publik. Peta ini merupakan peta master yang digunakan untuk menggambarkan secara interaktif semua data terkait luasan dan lokasi tindakan rehabilitasi DAS yang sudah dan sedang dilakukan. Kontributor harus mempunyai

user account untuk dapat upload file GPX maupun untuk mengedit peta master ini. Data yang di upload ke peta master ini akan disimpan pada database PostgreSQL/PostGIS.

3.2.1.3 Map Editor

Data yang sudah di upload ke Peta Master dapat di edit kemudian dengan menggunakan Map Editor.

3.3 Analisis teknik rehabilitasi yang paling efektif dalam memperbaiki indikator kekritisan suatu DAS

Data jenis, luasan dan lokasi tindakan rehabilitasi pada setiap DAS yang di upload ke Peta Master akan disimpan pada Database Server PostgreSQL/PostGIS bersama-sama dengan data indikator kekritisan DAS (bandingkan dengan Sub-Bab 2.1.2).

Melalui penggunaan fungsi kueri spasial yang dimiliki PostGIS maka publik dapat melakukan analisis spasial dengan membuat korelasi diantara jenis, luasan tindakan rehabilitasi dengan parameter indikator kekritisan DAS untuk setiap DAS. Hasil analisis ini dapat memberikan informasi mengenai jenis-jenis tindakan rehabilitasi DAS yang paling efisien dalam mengurangi tingkat kekritisan suatu DAS.

4. KESIMPULAN

Arsitektur Sistem Informasi Kekritisian DAS dengan menggunakan database spasial PostGIS sebagai *backend server* memungkinkan publik untuk memonitor bahkan melakukan analisis spasial secara interaktif melalui web browser tanpa mempunyai harus memiliki software GIS. Arsitektur sistem informasi seperti ini akan memudahkan publik untuk memantau kondisi kekritisan DAS yang berdampak pada meningkatnya *awarness* terhadap dampak kekritisan tersebut khusnya bagi lahan sawah di utara P. Jawa.

Dalam rangka analisis spasial lanjutan berupa penentuan teknik rehabilitasi yang paling efektif dalam memperbaiki indikator kekritisan suatu DAS maka diperlukan data luasan, jenis dan lokasi implementasi program rehabilitasi pada setiap DAS. Mengingat terbatasnya data tersebut saat ini maka teknologi informasi spasial saat ini memungkinkan untuk digunakan melakukan collaborative mapping luasan, jenis dan lokasi implementasi program rehabilitasi pada setiap DAS.

Terbukanya akses informasi terhadap monitoring dan analisis spasial kekritisan DAS akan meningkatkan sinergi multi pihak dalam rehabilitasi DAS kritis yang selama ini masih bersifat parsial.

REFERENSI

- [1] Barus, B., S.D. Tarigan, Manijo. 2009. Status Lingkungan Fisik dan Penggunaan Lahan di Jawa dalam Kaitan Keamanan Pangan. Proc. Semiloka Nasional : Strategi Penanganan Krisis Sumberdaya Lahan untuk Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi. Fakultas Pertanian IPB. ISBN 978-979-25-4981-2.
- [2] Murtilaksono, K dan Hidayat, Y. 2004. Kerangka Logis (*Logframe*) Pengelolaan Daerah aliran Sungai. Prosiding Seminar Degradasi Lahan dan

Hutan. Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia.
Universitas Gadjah Mada dan Departemen Kehutanan.

- 1] Tarigan, S.D. 2008. Desain Portal Sistem Informasi Pengelolaan DAS Berbasis Web. *Proc. Workshop: Sistem Informasi Pengelolaan DAS- Inisiatif Pengembangan Infrastruktur Data. CIFOR dan IPB*, Bogor.
- 4] Gerhan online, 2008. <http://sim-rpls.dephut.go.id/gerhan/index.php> (di akses tanggal 12-12-2008)