

MONITORING KUALITAS AIR SUNGAI DI KOTA SURAKARTA BERBASIS WEB GIS

Alif Noor Anna¹, Sri Darnoto², Dwi Astuti³, Jumadi⁴, Rudiyanto⁵
^{1,2,3,4,5} Pusat Studi Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Email: alif_noor@ums.ac.id, psl_ums@ac.id

ABSTRAK

Status Lingkungan Hidup Daerah (SLHD) merupakan salah satu informasi yang memuat kondisi lingkungan hidup daerah. Salah satu tema yang terdapat dalam status lingkungan hidup daerah adalah pengukuran status mutu air. Kegiatan pemantauan status mutu air sungai secara sistematis perlu dilakukan agar Dinas Lingkungan Hidup (DLH) daerah dapat melakukan perbaikan-perbaikan yang berkaitan dengan upaya peningkatan dan perbaikan status lingkungan air. Selama ini pengolahan data pemantauan pencemaran sungai belum memanfaatkan teknologi informasi sehingga hasilnya kurang efektif, kurang efisien, kurang informatif, dan kurang terdokumentasi dengan baik. Salah satu solusi yang bisa ditempuh untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk kegiatan monitoring kualitas air sungai. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan perangkat lunak SIG berbasis web yang dapat digunakan untuk pemantauan kualitas air sungai. Perangkat lunak tersebut dikembangkan dengan menggunakan metode model *waterfall*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (a) proses penyusunan prosedur sistem pemantauan pencemaran sungai dilakukan bersama-sama dengan melakukan *Forum Group Discussion* (FGD) agar perangkat lunak mudah digunakan (*user friendly*), dan (b) berdasarkan hasil evaluasi dan uji coba yang dilakukan bersama pemangku kepentingan, penggunaan perangkat lunak SIG berbasis web yang dihasilkan, efektif untuk kegiatan pemantauan kualitas air sungai.

Kata Kunci: kualitas air sungai, perangkat lunak, Sistem Informasi Geografis, web

PENDAHULUAN

Kementerian Lingkungan Hidup mengeluarkan Status Lingkungan Hidup Indonesia dan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup sebagai gambaran lingkungan kondisi lingkungan Indonesia. Status Lingkungan Hidup Indonesia merupakan terjemahan dari Status Lingkungan Hidup Daerah yang disusun oleh masing-masing provinsi dan kabupaten atau kota di Indonesia. Selain sebagai sumber data mengenai kondisi lingkungan, juga menyampaikan informasi bagaimana aktivitas manusia berdampak terhadap kondisi lingkungan alam dan sosial sehingga diharapkan dapat menjadi bahan masukan untuk pembuatan kebijakan dalam penerapan pembangunan berkelanjutan. Salah satu tema SLHI adalah pengukuran status mutu air berdasarkan kriteria mutu air kelas II (PP 2/2001) di 33 provinsi dengan 52 sungai. Sejak

tahun 2008 kualitas sungai yang tercemar berat mengalami kenaikan sampai 82% meskipun kemudian menurun di tahun 2012 sebesar 73,5% (SLHI, 2012). Sebaran status mutu air harus diketahui agar instansi terkait dapat melakukan perbaikan-perbaikan yang berkaitan dengan upaya peningkatan dan perbaikan status lingkungan air, untuk keperluan tersebut instansi terkait perlu melakukan suatu kegiatan pemantauan status mutu air sungai secara sistematis.

Pada saat ini kemajuan teknologi informasi tidak bisa dipisahkan dari segala bidang, karena dengan adanya aplikasi komputer tersebut dapat meningkatkan kinerja sistem informasi, misalnya data yang diolah menjadi lebih lengkap, akurat, mudah dan tepat waktu, sehingga informasi yang dihasilkan akan dapat mendukung pengambilan keputusan yang berkaitan dengan kegiatan manajemen mulai dari perencanaan sampai pada evaluasi

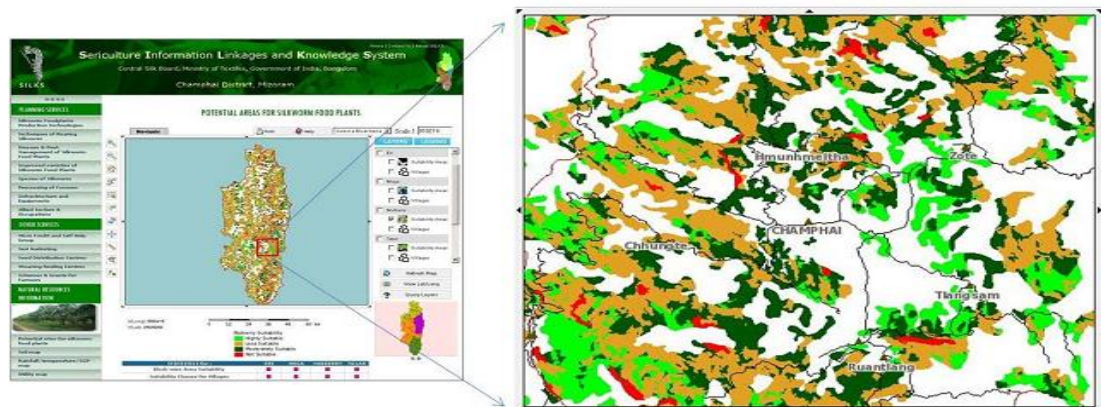
program pengendalian pencemaran lingkungan. Selain itu melihat informasi status lingkungan berdasarkan kewilayahan sangat diperlukan untuk memudahkan pelaksanaan intervensi di tiap-tiap wilayah.

Fokus dari pengembangan sistem informasi lingkungan diarahkan untuk mendukung pengambilan keputusan manajemen yang diperlukan dalam rangka perbaikan sistem pemantauan secara langsung. Sering terjadi pengumpulan data cukup memadai yang dilakukan melalui informasi rutin oleh pemegang program atau melalui survei khusus namun data atau informasi tersebut mungkin tidak dianalisis secara memadai atau tidak dapat diakses secara tepat waktu dan untuk unit pemakai yang benar (Depkes RI, 2001). Pengembangan aplikasi SIG berbasis web untuk pemantauan pencemaran sungai akan sangat cocok diterapkan karena sifatnya yang lebih *aksesible* dan *interoperable*, sehingga informasi akan mudah diakses oleh semua user dari manapun dan oleh siapapun.

Pencemaran sungai telah terjadi di Kabupaten Karanganyar tepatnya di wilayah Kecamatan Kebakkramat. Aktivitas industri di Kecamatan Kebakkramat yang menghasilkan limbah cair yang pada umumnya limbah tersebut dialirkan ke aliran sungai. Adapun sungai yang tercemar oleh buangan limbah aktivitas industri di Kecamatan Kebakkramat adalah Sungai Bengawan Solo. Dari kondisi fisiknya, air Sungai Bengawan Solo berwarna kehitaman dan berbau busuk, bahkan dalam

waktu beberapa hari tidak mengalami hujan dan debit air dalam keadaan normal, bau busuk yang muncul dan warna air yang kehitaman tersebar dalam jarak yang cukup jauh. Atas dasar permasalahan tersebut, perlu dilakukan berbagai upaya untuk menanggulangi pencemaran yang terjadi, salah satunya adalah dengan pengelolaan sumberdaya air. Tujuan umum dari rencana penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi SIG berbasis web untuk pemantauan pencemaran sungai (PPS).

Penelitian mengenai pengembangan web GIS telah dilakukan oleh Singh, dkk (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “*Development of a Web Based GIS Application for Spatial Natural Resources Information System Using Effective Open Source Software and Standards*”. Pengembangan web GIS yang dibuat oleh Singh, dkk pada tahun 2012 dengan menggunakan software opensource Map Server 5.2 yang dikembangkan oleh Universitas Minnesota. Map Server terdiri dari 3 komponen yang berbeda, yakni file peta, file template dan program CGI. Untuk mengkoneksikan data spasial dengan data non spasial digunakan program PostGIS sedangkan tempat untuk menyimpan data spasial menggunakan PostgreSQL. Semua file murni shapefiles (shp) yang telah diubah ke dalam data spasial disimpan ke PostgreSQL. Dalam hal ini PostgreSQL merupakan sebuah komponen yang sangat diperlukan untuk menampilkan data web GIS di peta. Adapun hasil pengembangan web GIS sistem informasi sumber daya alam dapat dilihat pada Gambar 1.

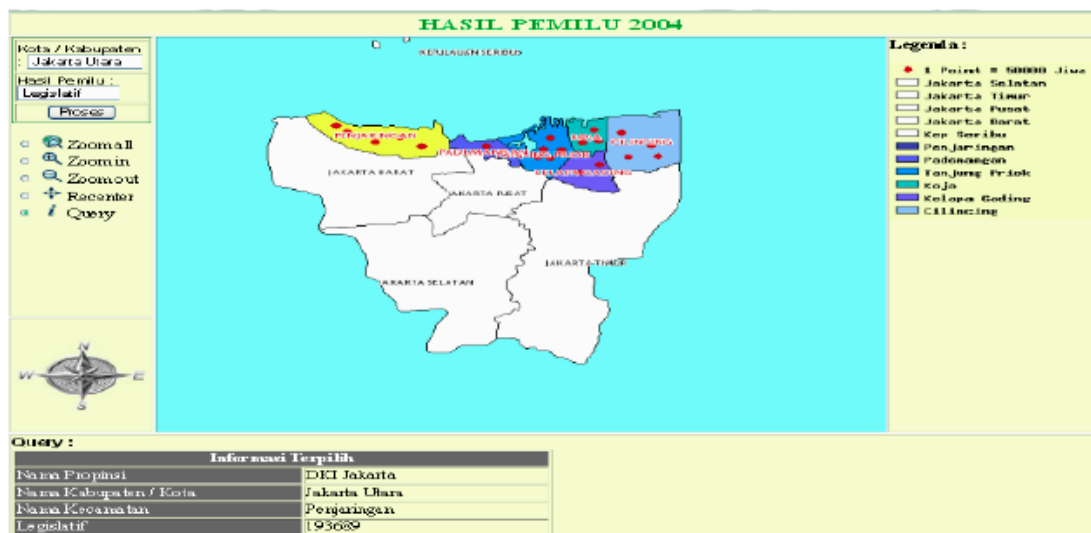


Gambar 1. Pengembangan web GIS untuk sumber daya alam dengan MapServer

Sumber: Singh, dkk., 2012

Sejalan dengan Singh, dkk (2012), Indah (2014) dalam makalahnya yang dipublikasikan di ejournal Universitas Gunadarma dengan judul “Pembuatan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Daerah Pemilihan dan Hasil Pemilu 2004 dan 2009 Pada Wilayah DKI Jakarta menggunakan Arcview 3.3 dan Mapserver” menggunakan langkah-langkah berikut dalam membangun sistem informasi geografis berbasis web: (1) melakukan pengumpulan data, data diperoleh dari KPU (Komisi Pemilihan Umum Daerah) DKI Jakarta. Data tersebut berupa data hasil pemilu legislatif, pilpres I, pilpres II, mutasi, tambahan, dan jumlah TPS pada pemilu 2004, serta data pemilih tetap untuk pemilu 2009, (2) setelah data diperoleh, dilakukan analisis pada data tersebut. Kemudian data tersebut dikelompokkan ke dalam tabel-tabel, (3) pada

tahap perancangan, yang pertama dibuat adalah struktur navigasi webgis. Berikut struktur navigasi webgis daerah pemilihan dan hasil pemilu tahun 2004 dan 2009 pada wilayah DKI Jakarta, (4) selanjutnya membuat perancangan desain antar muka, dan (5) langkah selanjutnya membuat perancangan basis data, dimulai dengan melakukan identifikasi semua kebutuhan pengguna yang berhubungan dengan basisdatanya serta pengumpulan dari semua data dan informasi yang diperlukan, kemudian mengidentifikasi semua kemungkinan entitas yang ada, dan disajikan dalam bentuk ERD. Sistem ini dibuat dengan software Arc View 3.3, Dreamweaver MX, dan MapServer. Hasil luaran dari sistem ini adalah menampilkan peta dan hasil hasil *query*nya. Secara detail hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Tampilan Peta beserta *Query*nya

Sumber: Indah, 2014

Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan sudah dilakukan oleh peneliti dalam upaya mengembangkan aplikasi SIG berbasis web untuk pemantauan pencemaran sungai (PPS). Adapun studi pendahuluan yang telah dilakukan adalah dengan menyusun draf prosedur sistem pemantauan pencemaran sungai,

menginventarisasi software-software yang dibutuhkan dalam mengembangkan sistem, dan membuat draf desain sistem yang akan dibuat. Selain itu tim peneliti sebelumnya juga pernah melakukan beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai bahan penyusunan pengembangan sistem pemantauan pencemaran sungai tersebut.

Adapun beberapa personel tim peneliti yang pernah meneliti kegiatan yang hampir serupa maupun berkaitan dengan topik penelitian saat ini adalah **Darnoto dan Astuti (2009)** dengan judul “Pengaruh Penambahan *Aluminium Chloride* (PAC) Terhadap Tingkat Kekeruhan, Warna, dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada *Leachate* Di TPAS Putri Cempo Mojosoongo”, pada tahun (2011) “Pengembangan Sistem Informasi Kesehatan Lingkungan dengan Dukungan Sistem Informasi Geografis di Puskesmas”, pada tahun (2012) “Hubungan Kondisi Rumah dengan Nilai Angka Bebas Jentik (ABJ) di Desa Gagak Sipat Kecamatan Ngemplak Kabupaten Boyolali”, dan pada tahun (2013) “Pengaruh penambahan EM 4 terhadap Penurunan BOD dan COD Limbah Tahu”.

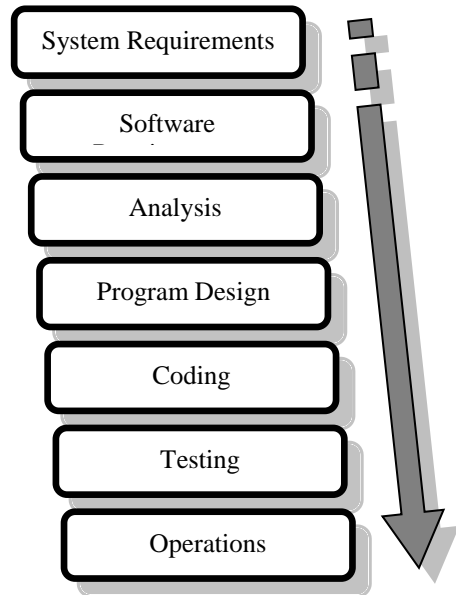
Selain Darnoto, **Astuti, Dwi (2014)** juga melakukan penelitian yang masih berkaitan dengan topik penelitian dengan judulnya “Efektivitas PAC (*Poly Aluminium Chloride*)

dalam menurunkan Parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) *Leachate* (Air Lindi) di TPAS Putri Cempo Mojosoongo Surakarta”. Penelitian-penelitian terdahulu tersebut dapat dijadikan sebagai acuan atau referensi bahkan sebagian datanya bisa digunakan untuk membantu pelaporan kegiatan yang akan dilakukan pada saat ini.

METODE PENELITIAN

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model *waterfall* (Demers, 1997), antara lain: 1) *system requirements*, 2) *software requirements*, 3) *analysis*, 4) *program design*, 5) *coding*, 6) *testing*, dan 7) *operations*. Secara detail mengenai penjabaran metode dapat dilihat pada Gambar 3.

Basisdata yang digunakan dalam aplikasi ini dibagi menjadi dua sub basis data, antara lain: sub basis data spasial dan sub basis data non-spasial. Basis data spasial terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer dengan melakukan survai ke lokasi titik pemantauan kualitas air, sedangkan data sekunder diperoleh dari hasil dokumentasi proyek dan penelitian serta peta Rupa Bumi Indonesia dalam format digital (Tabel 1).



Gambar 3. Tahapan Pembangunan Sistem Menggunakan Model *Waterfall*

Sumber: Demers, 1997

Tabel 1. Data Spasial SIG

Data	Cara Memperoleh	Sumber
Peta Administrasi skala 1:25.000	Sekunder	peta digital
Peta Titik PPS 1:10.000	Primer	survai
Peta Pelengkap (jalan, jembatan, sungai) skala 1:25.000	Sekunder	peta digital

Sumber: Peneliti, 2016

Sub basis data non-spasial juga terdiri atas data primer dan data sekunder (Tabel 2). Data primer diperoleh melalui survey dan pendataan, dan registrasi sedangkan data sekunder bersumber dari arsip dan dokumentasi kegiatan pengelolaan bangunan.

Tabel 2. Data Non - Spasial SIG

Data	Cara Memperoleh	Sumber	HASIL DAN PEMBAHASAN
Data personel PPS	sekunder	Dokumen	Prosedur dan Fungsi Sistem Penyusunan prosedur dan fungsi sistem dilakukan dengan kegiatan Forum Discussion Gropup (FGD) dengan DLH Kota Surakarta. Berdasarkan hasil kegiatan FGD ditemukan fungsi-fungsi monitoring pencemaran sungai diantaranya adalah sebagai berikut: (1) Fungsi registrasi pengguna, (2) Fungsi input informasi, (3) Fungsi pengecekan informasi, dan (4) Fungsi monitoring kualitas air sungai. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat dianalisis peran-peran (<i>actor</i>) dalam monitoring pencemaran sungai di Kota Surakarta disajikan pada Tabel 3.
Data parameter pencemaran air	Sekunder	Dokumen	
Foto – foto	Primer	Survey	
Data pendukung lain	Sekunder	Dokumen	
Sumber: Peneliti, 2016			

Tabel 3. Aktor dan Peran Pengelolaan Database Bangunan di Kota Surakarta

No	Aktor	Peran
1.	Administrator	Mengelola basisdata, mengelola akses pengguna.
2.	Masyarakat	Melihat informasi kualitas air sungai
3.	DLH	Monitoring data kualitas air sungai, input, edit, delet data kualitas, dan analisis data kualitas
4.	(Walikota)	Menerima laporan hasil monitoring dari DLH Kota Surakarta

Sumber: Peneliti, 2016

Berdasarkan Tabel 3 tersebut dapat diketahui terdapat 4 aktor yang berkepentingan dalam monitoring pencemaran sungai. Setiap aktor memiliki peran yang berbeda-beda dalam sistem tersebut. Adapun aktor-aktor tersebut adalah (a) administrator sistem selaku pengelola database dan akses pengguna sistem, (b) masyarakat selaku pengguna informasi, (c) DLH Kota Surakarta selaku pengelola data dan informasi kualitas air sungai, dan (d) Walikota selaku pejabat yang bertanggungjawab dalam pengelolaan dan monitoring kualitas air sungai.

Adapun prosedur dari sistem ini diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Calon user atau pengguna (Masyarakat, staf DLH) mendaftarkan diri ke sistem dengan menggunakan alamat (simps.puslingums.com)
- b. Administrator (DLH) mengirimkan email notifikasi ke email calon user
- c. Calon user (Masyarakat, staf DLH) mengaktifkan akunnya
- d. User melakukan input data kualitas air sungai

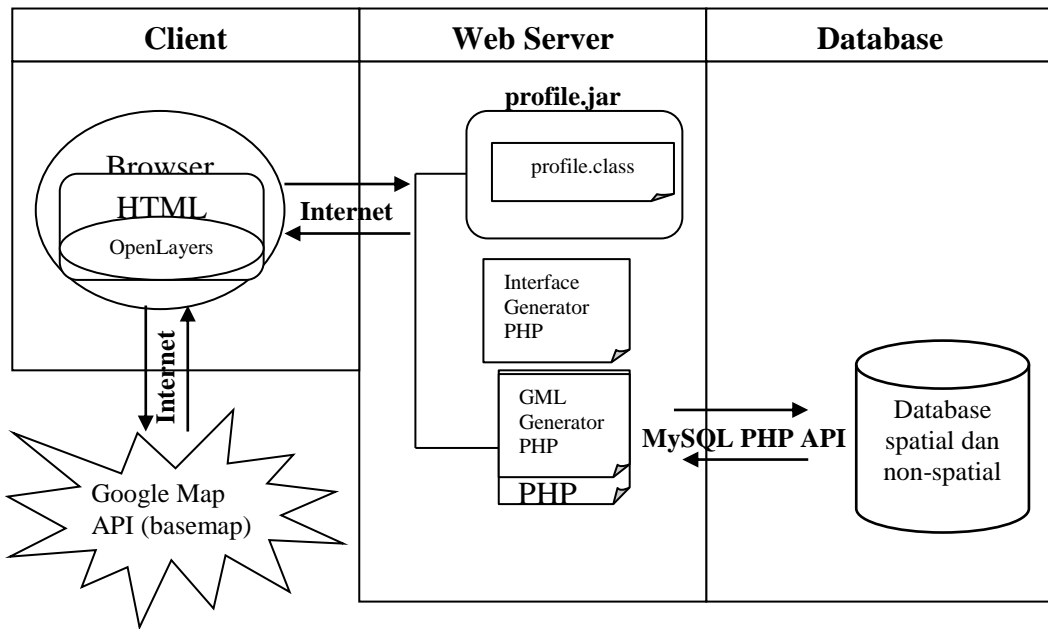
- e. DLH (pimpinan) menerima laporan user dan memvalidasinya
- f. DLH (pimpinan) membuat laporan kualitas air sungai ke Walikota

Basisdata

Berdasarkan analisis terhadap prosedur dan kebutuhan sistem selanjutnya dapat diinventarisir kebutuhan data digunakan dalam sistem yang akan dibuat berupa data spasial dan non-spasial (tekstual). Sub-basisdata spasial dapat dikelompokkan secara tematik sesuai keperluannya antara lain: data informasi umum, dan data informasi titik reklame (spatial dan non spatial).

Arsitektur Sistem

Adapun arsitektur sistem ini disajikan pada Gambar 4. Database spasial yang tersimpan pada database dapat divisualisikan pada OpenLayers (javascript framework) setelah terlebih dahulu diubah dalam GML format menggunakan PHP.

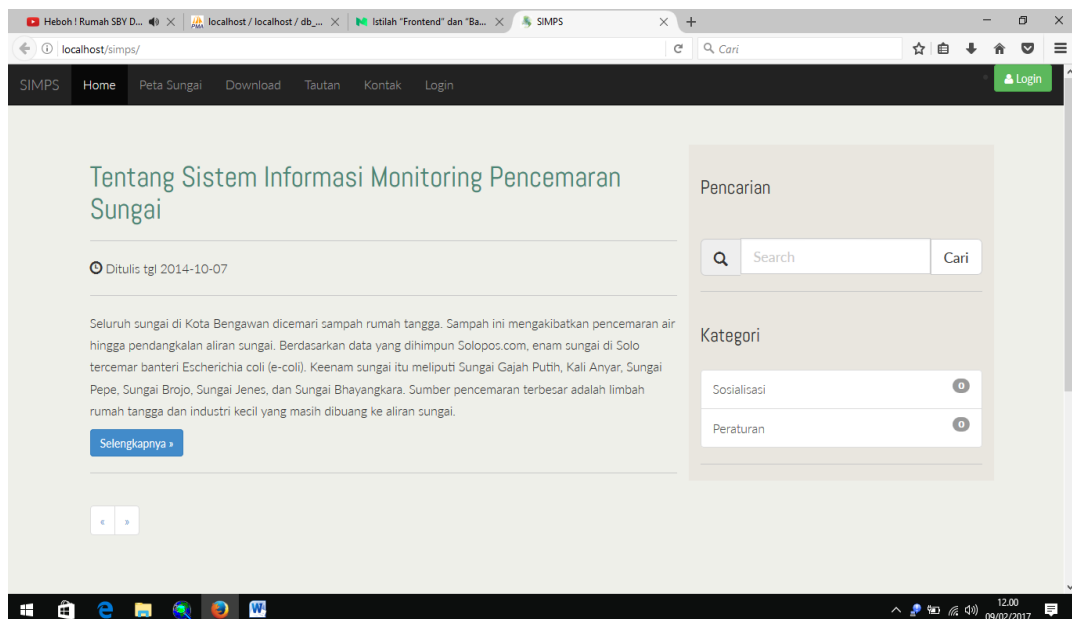


Gambar 4. Arsitektur Sistem

Sumber: Priyana, dkk., 2015

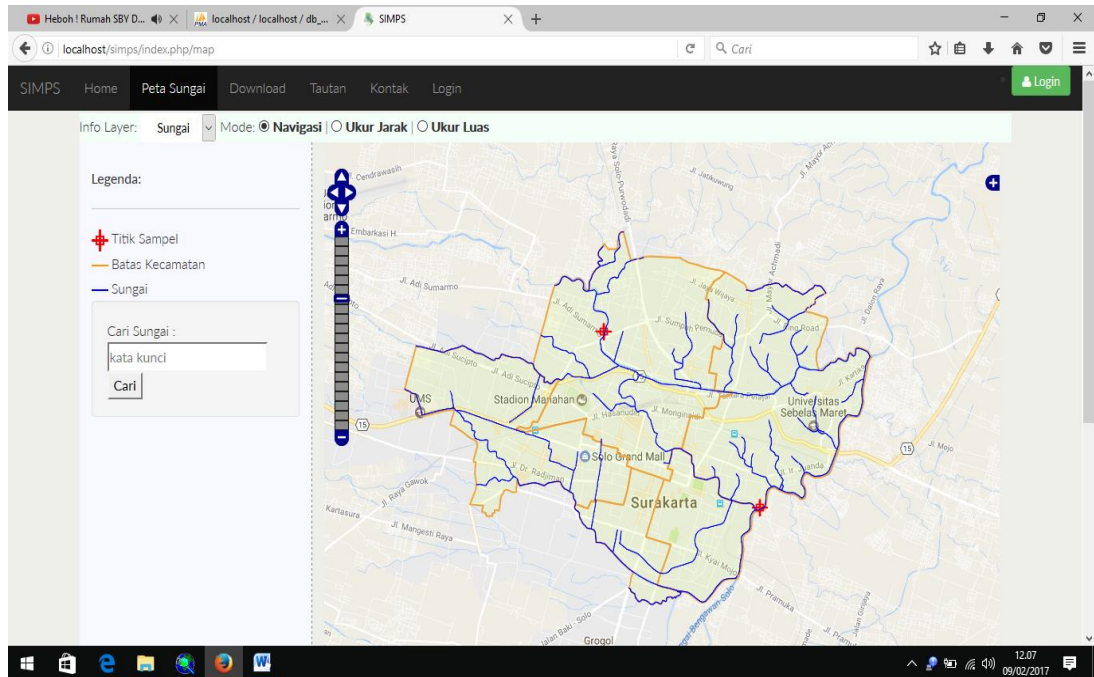
Design Aplikasi

Desain antar muka halaman utama (interface) mencakup representasi spatial dan non spatial, menu, dan alat navigasi dan analisis geografis. Secara umum dibagi menjadi 8 bagian utama, antara lain (Gambar 5): 1) Header, footer dan Title aplikasi; 2) Menu Utama; 4) Menu Navigasi Peta (map tools); 5) Tab layer control, legenda, dan penelusuran data; 6) Layer Control; 7) Ruang Peta (map space); 8) Panel penunjuk koordinat posisi pointer.



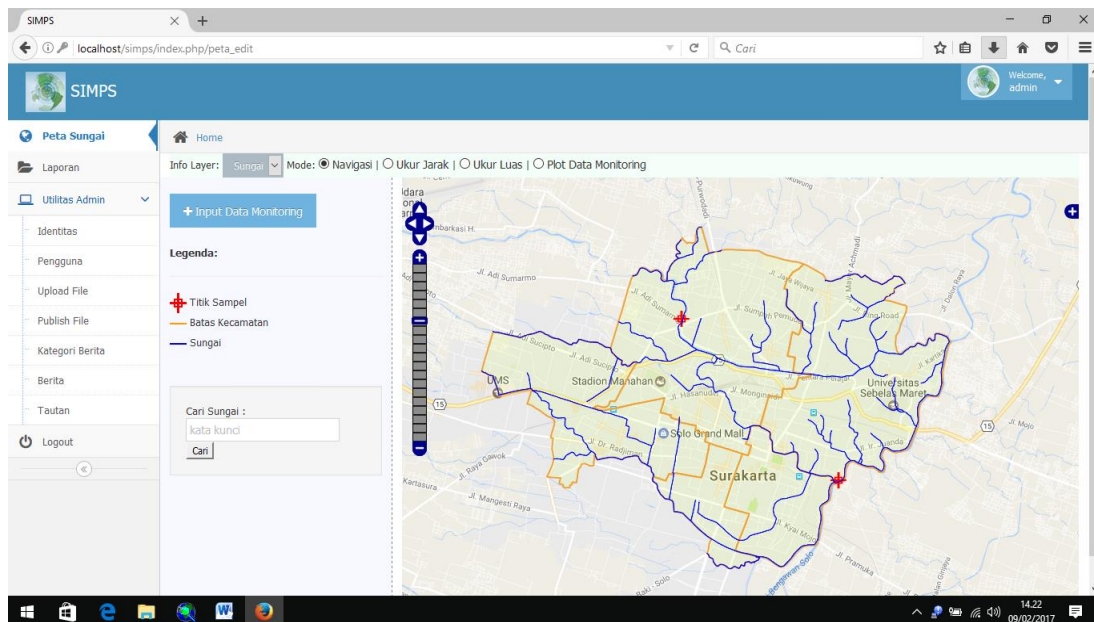
Gambar 5. Tampilan halaman muka di frontend

Sumber: Peneliti, 2016



Gambar 5. Tampilan web GIS PPS di frontend

Sumber: Peneliti, 2016



Gambar 6. Tampilan halaman muka dan web GIS PPS di backend

Sumber: Peneliti, 2016

Prototype Aplikasi

Pada tahap ini sudah dibangun prototype aplikasi yang nantinya akan digunakan untuk evaluasi lanjutan bersama stakeholder.

Prototipe aplikasi tersebut tersedia masih dalam servel lokal atau belum dionlinekan karena masih pada tahap penyempurnaan dan evaluasi. Adapun alamat prototypenya adalah (<http://simps.puslingums.com>).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan uji coba software yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa permasalahan penanganan monitoring pencemaran sungai merupakan domain urusan dari beberapa stakeholder, sehingga diperlukan kolaborasi yang sinergis antara satu stakeholder dengan yang lainnya. Sehingga untuk mengakomodir kondisi tersebut disusun secara bersama prosedur kerja pengelolaan yang melibatkan semua stakeholder dan diwujudkan dalam sistem informasi GIS berbasis web. Dengan sistem ini telah nampak sinergi dan efektifitas manajerial yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Dwi. 2014. Efektivitas PAC (poly aluminium chloride) dalam menurunkan Parameter BOD (Biological Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) Leachate (Air Lindi) di TPAS Putri Cempo Mojosongo Surakarta. *Laporan Penelitian UMS*. Surakarta: FIK UMS
- Darnoto, Sri dan Astuti, Dwi. 2009. Pengaruh Penambahan Poly Aluminium Chloride (PAC) terhadap Tingkat Kekeruhan, Warna, dan Total Suspended Solid (TSS) pada Leachate (Air Lindi) Di TPAS Putri Cempo Mojosongo Surakarta. *Jurnal Kesehatan FIK Vol.2 No.2 Desember 2009 ISSN 1979-7621, Hal. 179 – 184*. Surakarta: FIK UMS
- Darnoto, Sri. 2011. Pengembangan Sistem Informasi Kesehatan Lingkungan dengan Dukungan Sistem Informasi Geografis di Puskesmas. *Laporan Penelitian UMS*. Surakarta: FIK UMS
- Darnoto, Sri. 2012. Hubungan Kondisi Rumah Dengan Nilai Angka Bebas Jentik (Abj) Di Desa Gagak Sipat Kecamatan Ngeplak Kabupaten Boyolali. *Laporan Penelitian UMS*. Surakarta: FIK UMS
- Darnoto, Sri. 2013. Pengaruh penambahan EM 4 Terhadap Penurunan BOD dan COD Limbah Tahu. *Laporan Penelitian UMS*. Surakarta: FIK UMS
- Demers, Michael N. 1997. *Fundamentals of Geographic Information System*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Depkes RI. 2001. *Dukungan Informasi Untuk Manajemen Kesehatan di Kabupaten/Kotamadya, Pusat Data Kesehatan Depkes RI*, Jakarta.
- Indah, Novita. 2014. Pembuatan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Daerah Pemilihan dan Hasil Pemilu 2004 dan 2009 Pada Wilayah DKI Jakarta Menggunakan Arcview 3.3 dan Mapserver. *Artikel Ilmiah Penelitian SI Sistem Informasi*. Jakarta: Ilmu Komputer Universitas Gunadarma
- Priyana, Yuli., Jumadi, Sigit, Agus Anggoro, Rudiyanto. 2015. Pengembangan Aplikasi SIG Berbasis Web untuk Mendukung Kolaborasi dan Pengambilan Keputusan dalam Pengelolaan Airtanah di Kabupaten Karanganyar. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW), Surabaya, 11 Juni 2015*. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya
- Singh, Puyam S., Chutia, Dibyajyoti, Sudhakar, Singuluri. 2012. Development of a Web Based GIS Application for Spatial Natural Resources Information System Using Effective Open Source Software and Standards. *Journal of Geographic Information System, 2012, 4, 261-266*. India: North Eastern Space Applications Centre, Department of Space, Government of India.
- Status Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI).2012.*Status Lingkungan Hidup Indonesia dan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup*. Kemen LH.