



Spatial Data Service Bencana Indonesia Berbasis Restfull Pada Platform Sahana

Viqi Firdaus Sahara^{#1}, Arna Fariza, Jauari^{*2}, Akhmad Nur Hasim^{#3}

*#, *Departemen Informatika dan Komputer
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*

Kampus PENS, Jalan Raya ITS Sukolilo, Surabaya 60111

¹viqifirdaus@gmail.com, ²arna@pens.ac.id, ³jauari@pens.ac.id

Abstract

Perkembangan pesat teknologi internet telah mendorong percepatan sharing informasi manajemen dan penanggulangan bencana. Salah satu faktor pendukung utama adalah matangnya infrastruktur sebagai sarana pertukaran informasi pada web. Paradigma web services yang sekarang berkembang adalah sebagai hasil sebaran untuk consuming components. Dalam bidang GIS dan manajemen bencana, konsep dari web service diimplementasikan dalam OpenGIS Service Architecture oleh OGC (Open Geospatial Consortium). Berdasar pada Penelitian Membangun Sistem Informasi Bencana di Indonesia menggunakan platform Sahana, Robiatul Kamelia 2011, distribusi informasi dari data dalam bentuk shapefile masih dirasa berat dan sulit diakses oleh perangkat mobile. Oleh Karena itu penulis membuat sebuah aplikasi RESTful service, yang ditujukan untuk memudahkan proses pertukaran data spasial dan melakukan visualisasi kedalam bentuk map pada studi kasus menggunakan arsitektur RESTful, yang nantinya akan diimplementasikan ke dalam studi kasus system Sahana dan menghasilkan sebuah arsitektur web service Sahana yang dapat dimanfaatkan oleh client baik berupa aplikasi web maupun aplikasi mobile.

Keywords—ShapeFile, Sistem Informasi Geografis, Web Services, RESTful, Sahana

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi internet telah mendorong percepatan sharing informasi manajemen dan penanggulangan bencana. Salah satu faktor pendukung utama adalah matangnya infrastruktur sebagai sarana pertukaran informasi pada web. Dengan kehadiran Web Services, fungsi manajemen dan penanggulangan bencana dapat didis-tribusikan dan dikonsumsi oleh pengguna meskipun terpisah oleh dinding firewall. Web services adalah program yang dapat dipanggil di atas internet oleh pengguna terlepas dari platform yang digunakan. Konsep ini mendukung penyempurnaan pengembangan Infrastruktur Data Spasial (IDS), dimana data dan fungsi yang dimiliki oleh penyedia dapat diintegrasikan dan ditawarkan ke pengguna sebagai servis. Dari servis-servis yang tersedia, servis baru dapat dihasilkan dengan cara memadukan

beberapa servis dengan tujuan memecahkan permasalahan khusus. Dengan konsep ini, informasi manajemen bencana dapat dengan mudah diakses oleh non-experts sekalipun.

Paradigma web services yang sekarang berkembang adalah sebagai hasil sebaran untuk consuming components. Dalam bidang GIS dan

manajemen bencana, konsep dari web service diimplementasikan dalam OpenGIS Service

Architecture oleh OGC (Open Geospatial Consortium) (Herianto, 2014).

Berdasar pada Penelitian Membangun Sistem Informasi Bencana di Indonesia menggunakan platform Sahana, Robiatul Kamelia 2011, membuat suatu sistem informasi bencana yang ada di Indonesia dengan menggunakan platform Sahana dan teknologi berbasis web lainnya seperti PHP, Javascript, AJAX dan menggunakan database PostgreSQL sebagai penyimpan data. Sistem informasi ini memiliki berbagai fitur unik hasil integrasi

Sahana dengan beberapa aplikasi bencana yang sudah dibangun secara independen pada tahun-tahun sebelumnya yaitu Lumpur Lapindo di Sidoarjo, Banjir Bengawan Solo di Bojonegoro dan Kebakaran Hutan di Kalimantan dan nama aplikasinya masih disebut dengan Sahana.

Layanan yang menjadi fokus Penelitian adalah keuntungan menggunakan REST (Representational State Transfer) yang mencakup beberapa hal antara lain modul apa saja yang akan dijadikan service, performa, keamanan sistem, dan kelebihan RESTful API dibandingkan dengan Penelitian sebelumnya yakni menggunakan SOAP, dan mengintegrasikan dan mengimplementasikan Spatial Database yang terdapat pada platform Sahana yang sudah dikembangkan oleh pengembang sebelumnya yakni oleh Deny Harianto (2014), agar mempercepat proses pertukaran data dan malakukan visualisasi dalam bentuk map, menggunakan basis Web service RESTful.

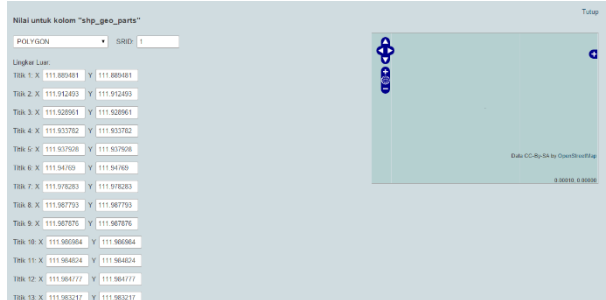
Penelitian ini akan menghasilkan sebuah API (Application Programmable Interface) berbasis REST dan digunakan untuk tujuan Penelitian dengan konten resource yang diambil dari studi kasus platform Sahana (Platform untuk Bencana Indonesia) dan di aplikasikan kedalam aplikasi mobile.

II. METODE

Penelitian ini dikembangkan dengan tujuan mengatasi permasalahan kecepatan akses data dari Sahana Platform agar bisa diakses dengan cepat pada perangkat mobile, dan juga mempercepat hasil output yang semula berbentuk shape file dapat di visualisasikan dalam bentuk map.

shp_geo_id	shp_id	shp_geo_row	shp_geo_minx	shp_geo_miny	shp_geo_maxx	shp_geo_maxy	shp_geo_namparts	shp_geo_parts	shp_geo_type	shp_geo_sipcode
2784	53	4	111.57843855	-7.73841383	111.84594777	-7.48832694	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2785	53	5	111.52741038	-7.49488984	111.5354266	-7.47022238	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2786	53	6	111.50298964	-7.78911339	111.6295622	-7.47047709	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2787	53	7	111.36173311	-7.631883159956	111.62978414	-7.5353809956	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2788	53	8	111.87298449	-7.63870468	111.73232683	-7.5889992	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2789	53	9	111.89748252	-7.68364159956	111.22318438	-7.5702418968	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2790	53	10	111.57628142	-7.7402269956	111.71518438	-7.68034649956	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2791	53	11	111.52697628	-7.48173432	111.62926531	-7.47642638	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2792	53	12	111.54128127	-7.61661427	111.64028051	-7.44224257	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2793	53	13	111.52687273	-7.63863823	111.62926531	-7.38915663	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2794	53	14	111.62548543	-7.48114871	111.70304578	-7.376126378	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2795	53	15	111.52482292	-7.2202826956	111.64028051	-7.2202826956	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2796	53	16	111.53289448	-7.3873465956	111.64028051	-7.21080172956	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2797	53	17	111.36189448	-7.63188315	111.62978414	-7.5353809956	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5
2798	53	18	111.47193847	-7.383281629956	111.64028051	-7.17091239956	0	2 (POLYMETRY - 1.942)	Pelagan	5

Gambar 1. Sample data Atribut dari sebuah data spasial yang di proses

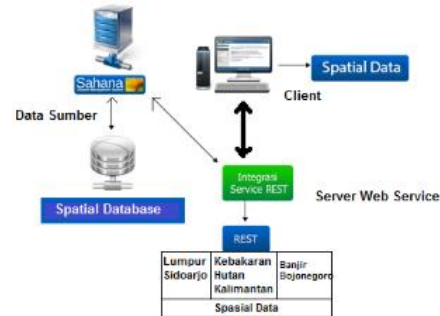


Gambar 2. Setiap Baris data attribut memiliki detail yang lebih kompleks

A. Diagram Sistem

Seperti yang dapat di lihat pada Gambar 2 yakni desain system dari Penelitian Spatial Data Service Bencana Indonesia berbasis RESTful Pada Sahana. Berawal dari

sumber data berasal dari Spatial Data yang sudah tersimpan dalam Spasial Database, kemudian di proses oleh Aplikasi yang kami bangun dengan tujuan menghasilkan sebuah service dengan arsitektur RESTful yang bisa diakses oleh client baik berupa web maupun mobile. Adapun output yang diharapkan adalah berupa visualisasi data SHP (Shape file) dalam bentuk map.



Gambar 2. Diagram Sistem

Pada Gambar 2 dapat dilihat, pada RESTful service yang dijadikan sebagai studi kasus adalah 3 data besar yakni Lumpur Lapindo, Kebakaran Hutan Kalimantan dan Banjir Bojonegoro dikarenakan data yang tersedia pada Sahana fokus pada 3 bencana diatas.

B. Rancangan Restful Service

Perancangan RESTful server yang dibangun menggunakan Yii framework. Yii (Yes It Is) adalah salah satu framework yang paling banyak digunakan menjadikan Yii memiliki banyak perkembangan diantaranya adanya eksistensi library yang memudahkan pembangunan REST Server.

Ada 2 kategori Struktur Return data yang dikembalikan ketika memanggil service, yakni untuk data biasa dan untuk service data SHP. adapun bentuk strukturnya sebagai berikut:

C. Service untuk data biasa

Struktur return value untuk data biasa dalam bentuk JSON (*Java Script Object Notation*), adapun JSON adalah format pertukaran data yang ringan, mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, serta mudah diterjemahkan dan dibuat (generate) oleh komputer .

```

{
  success: true,
  count: 3,
  - data: [
    - {
      shp_kat_id: "1",
      shp_kat_nama: "Kebakaran Kalimantan",
      shp_kat_gambar: null,
      shp_kat_ket: "ini kebanjiran kalimantan"
    },
    + {(-)},
    + {(-)}
  ],
  errors: [ ]
}

```

Gambar 3. Struktur return value ketika berhasil Ketika melakukan access berhasil maka bentuk yang akan

ditampilkan seperti Gambar 3, dan jika tidak berhasil maka return yang di kembalikan dapat dilihat pada Gambar 3

```
{
  success: false,
  count: 0,
  data: [ ],
  errors: [
    "Resource not found. Please check that the ID exists"
  ]
}
```

Gambar 4. Struktur return value ketika tidak berhasil

D. Service untuk data SHP

Struktur return value untuk data SHP dalam bentuk GeoJSON (Geo JavaScript Object Notation), karena format ini mensupport bentuk geometri dengan tipe : Point, LineString, Polygon, MultiPoint, MultiLineString, dan MultiPolygon (GeoJSON, 2015). Ketika melakukan access berhasil maka bentuk yang akan ditampilkan seperti Gambar 5, dan jika tidak berhasil maka return yang di kembalikan dapat dilihat pada Gambar 6.

```
{
  type: "FeatureCollection",
  features: [
    {
      geometry: {
        type: "Polygon",
        coordinates: [
          [
            [
              [
                111.0,
                0.0
              ]
            ]
          ]
        ]
      },
      type: "Feature",
      properties: {
        PROVINSI: "KALIMANTAN TENGAH",
        KECAMATAN: "ARUT SELATAN",
        DESA: "BARU",
        SUMBER: "SP2010_BADAN PUSAT STATISTIK",
        KODE2010: "6201050010",
        PRIBADI: "02",
        KABKOTNO: "01",
        KECNO: "050",
        DESAID: "010",
        KABKOT: "KOTAWARINGIN BARAT",
        deleted: "0"
      }
    }
  ]
}
```

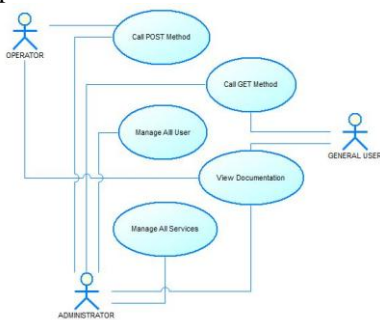
Gambar 5. Struktur Return Value ketika berhasil

```
{
  type: "FeatureCollection",
  features: [ ]
}
```

Gambar 6. Struktur Return Value ketika tidak berhasil

E. Use Case Diagram

Diagram ini menggambarkan hak yang berlaku pada tiap User Role. Tiap user memiliki hak akses yang berbeda terhadap fungsi-fungsi yang tersedia pada RESTful Server dan Aplikasi Spatial Data Service Bencana Indonesia berbasis RESTful Pada Sahana. Bentuk Use Case diagram dapat di lihat pada Gambar 7



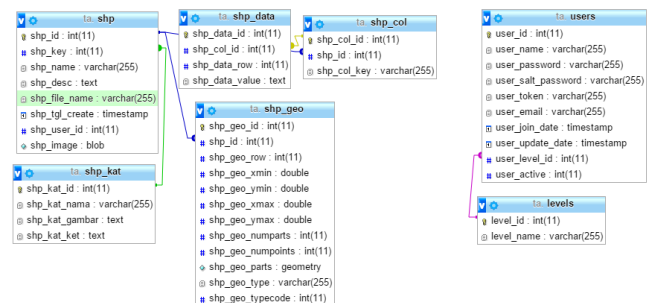
Gambar 7. Use Case Diagram

1. Administrator: memiliki hak akses secara penuh terhadap Aplikasi dan yang menjadi pembeda dengan role user yang lain adalah, Administrator dapat melakukan management user yang ada pada aplikasi, mulai dari menambahkan, mengubah, sekaligus menghapus user.
2. Operator: memiliki Hak akses sebagai management data bencana dari SHP, mulai dari menambahkan, dan juga mengurangi.
3. General User : merupakan semua user yang ingin menggunakan API yang bersifat public dan juga dapat melihat dokumentasi dari API yang sudah dibuat.

F. Rancangan Pdm (Physical Data Model)

PDM (Physical Data Model) merupakan gambaran secara detail basis data dalam bentuk fisik. Penggambaran rancangan PDM memperlihatkan struktur penyimpanan data yang benar pada basis data yang digunakan sesungguhnya . Adapun bentuk database dari Penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8

Pada Penelitian ini, untuk menangani proses mulai dari input data dalam bentuk SHP, kemudian di proses agar dapat di generate secara otomatis menjadi sebuah service dengan arsitektur RESTful, cukup menggunakan satu database, dan beberapa table seperti di tunjukkan pada Gambar 8. Database diatas diimplementasikan secara langsung pada Program di bagian server.



Gambar 8. Rancangan Database

Pada rancangan database dapat dilihat dibagi menjadi dua bagian yakni pada bagian kiri digunakan untuk manajemen data shp, dan pada bagian kanan digunakan untuk manajemen user dari program yang akan di buat.

III. HASIL PENGUJIAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetes apakah setiap fungsi, tombol atau menu yang ada pada aplikasi ini bisa berjalan ataukah tidak. Pengujian ini dilakukan dengan tahap-tahap yang berbeda. Tahap-tahap pengujian yang dilakukan antara lain :

A. Pengujian pada RESTful Server

1. Pengujian pada servis

Pada Penelitian ini, tepatnya pada Program RESTful Server, terdapat 3 service yang disiapkan untuk mempermudah proses pembangunan program client nantinya. 3 service yang digunakan adalah servis untuk view kategori SHP, view data dari setiap kategori SHP, dan servis untuk mengakses data shp. Adapun penjelasan dari setiap servis diatas dapat dilihat pada pembahasan berikut.

2. Servis View Kategori SHP

Servis View Kategori SHP digunakan untuk menampilkan semua kategori yang sudah dibuat pada RESTful server. Adapun URL, Method, Parameter dan Result dari servis ini dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. SERVIS KATEGORI SHP

URL	http://localhost/tav4/api/shp_kat/index.html
Method	GET
Parameter	-
Result	<pre>{ success: true, count: 3, - data: [- { shp_kat_id: "11", shp_kat_nama: "tebakaran Kalimantan", shp_kat_gambar: null, shp_kat_ket: "ini kebakaran Kalimantan" }, - { shp_kat_id: "12", shp_kat_nama: "asdfasf", shp_kat_gambar: "/images/1434864653783831883.jpg", shp_kat_ket: "asdfasdf" }, - { shp_kat_id: "13", shp_kat_nama: "asdfasf", shp_kat_gambar: "data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZ3h8AgEAS4B1A0D/4RwbShpZjg4TU9hag444g4hU5AA9AA shp_kat_ket: "asdfasf" }], errors: [] }</pre>

3. Servis View Data dari setiap kategori

Servis View Data dari setiap kategori digunakan untuk menampilkan semua data yang terdapat pada kategori yang dipilih, Adapun URL, Method, Parameter dan Result dari servis ini dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. SERVIS VIEW DATA DARI SETIAP KATEGORI

URL	http://localhost/tav4/api/shp/view_kat/id/{shp_kat_id}
Method	GET
Parameter	-
Result	<pre>{ count: 10, - data: [- { shp_id: "53", shp_key: "1", shp_name: "6201.shp", shp_desc: "shp dari kalimantan", shp_file_name: "6201.shp", shp_tgl_create: "2015-05-17 00:00:00", shp_user_id: "0", shp_image: null }, - { shp_id: "54", shp_key: "1", shp_name: "6271.shp", shp_desc: "shp dari kalimantan", shp_file_name: "6271.shp", shp_tgl_create: "2015-05-17 00:00:00", shp_user_id: "0", shp_image: null }, - { shp_id: "55", shp_key: "1", shp_name: "Ancaman_Banjir_Bengawan_Solo-yellow.shp", shp_desc: "Data Banjir", shp_file_name: "1412565228925650134_Ancaman_Banjir_Bengawan_Solo-yellow.shp", shp_tgl_create: null, shp_user_id: "1", shp_image: null }], }</pre>

4. Servis data Shape File (SHP)

Servis data Shape File (SHP) digunakan untuk menampilkan semua data dari shp yang dipilih, Adapun URL, Method, Parameter dan Result dari servis ini dapat dilihat pada Tabel 3.

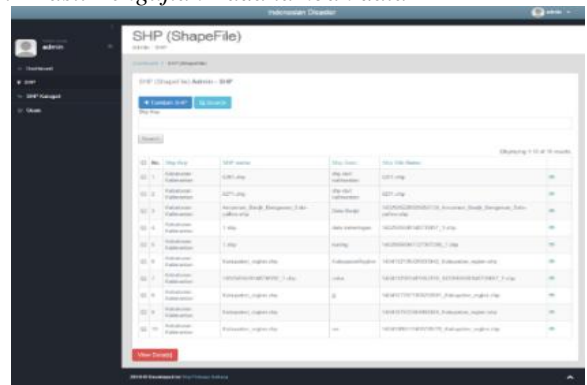
TABEL 3. SERVIS DATA SHAPE FILE (SHP)

URL	http://localhost/tav4/api/shp_geo/view/id/{shp_id}
Method	GET
Parameter	Id SHP
Result	<pre>{ type: "FeatureCollection", - features: [- { - geometry: { type: "Polygon", - coordinates: [+ [[[111.670351, -2.411198]]] }, type: "Feature", - properties: { PROVINSI: "KALIMANTAN TENGAH", KECAMATAN: "ARUT SELATAN", DESA: "BARU", SUMBER: "SP2010_BADAN_PUSAT_STATISTIK", KODE2010: "6201050010", PROVNO: "62", KABKOTNO: "01", KECNO: "050", DESANO: "010", KABKOT: "KOTAWARINGIN BARAT", deleted: "0" } }, }, - { - geometry: { type: "Polygon", - coordinates: [- [[111.670351, -2.411198]] }, } }], }</pre>

5. Pengujian pada menu SHP

Pengujian yang paling utama adalah pengujian untuk fitur pada menu SHP. Terdapat banyak tombol pada halaman ini dengan fungsinya masing-masing. User interface pada menu SHP dapat dilihat pada Gambar 10.

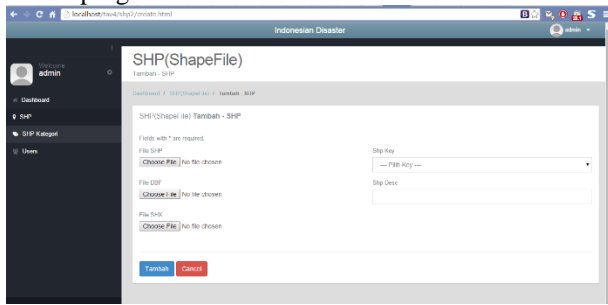
6. Hasil Pengujian Pada tambah data



Gambar 10. Tampilan menu SHP

Tombol "Tambah SHP" merupakan tombol yang digunakan untuk membuka halaman form tambah data. Ketika kita mengklik tombol "Tambah SHP", sesungguhnya merupakan link yang menuju ke URL : http://localhost/tav4/shp2/create.html Pada Gambar dapat kita lihat form yang digunakan untuk menambahkan data SHP, adapun data yang harus dimasukkan untuk menambahkan data shp, sebagai berikut, file DBF, file SHP,

file SHX, kategori shp, dan deskripsi dari shp. Jika sudah klik tombol “Tambah” untuk melakukan proses penambahan data ke dalam program.

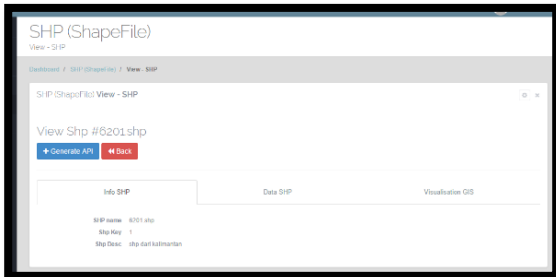


Gambar 11. Tampilan form menambahkan data SHP

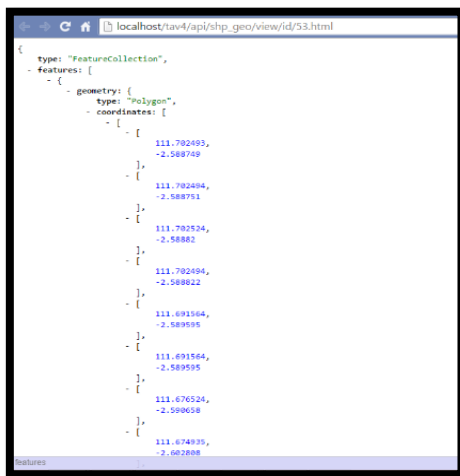
7. Hasil Pengujian pada View data

Tombol “View SHP” merupakan tombol yang digunakan untuk membuka halaman View data shp sesuai dengan baris yang kita pilih. Ketika kita mengklik tombol View, sesungguhnya merupakan link yang menuju ke URL : http://localhost/tav4/shp2/{shp_id}.html.

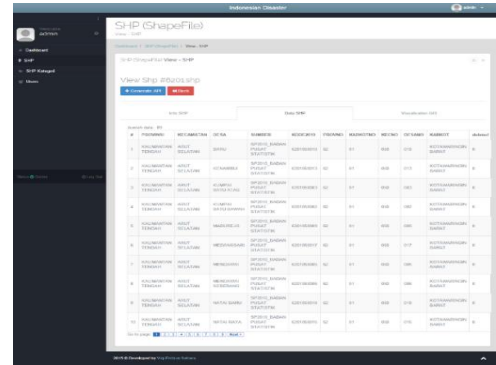
Pada Gambar 14 dapat kita lihat halaman yang digunakan untuk melihat data SHP, Pada **Error! Reference source not found.**, ketika melihat isi dari tab yang kedua yakni tab “Isi Data”, untuk untuk melihat visualisasi GISnya dapat di lihat pada **Error! Reference source not found.** Sedangkan untuk Gambar 13 merupakan tampilan ketika melakukan klik pada tombol Generate API, adapun yang ditampilkan adalah bentuk GeoJSON dari data SHP.



Gambar 12. Tab Info SHP pada view shp



Gambar 13. Tab Data SHP pada view shp

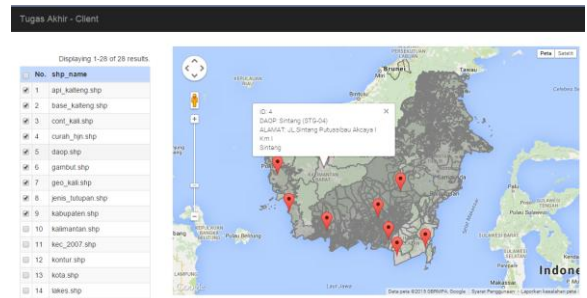


Gambar 14. Hasil Generate SHP

B. Pengujian pada Client Berbasis Web

Pada menu home kita bisa memilih dari daftar kategori yang ditampilkan, untuk melihat data shp yang berada dalam kategori tersebut. Ketika kita memilih kategori sesungguhnya merupakan link yang menuju ke URL : http://localhost/ta_client/site/shp_view_kat/{shp_kat_id}.html. Pada Gambar dapat kita lihat hasil yang ditampilkan yakni daftar shp pada kategori yang dipilih dan visualisasi mapnya. servis yang digunakan pada halaman ini yaitu :

- http://localhost/tav4/api/shp/view_kat/id/{shp_kat_id} → digunakan untuk menampilkan data pada kolom sebelah kiri dan
- http://localhost/tav4/api/shp_geo/view/id/{shp_id} → digunakan untuk menampilkan sesuai dengan pilihan yang di cek.

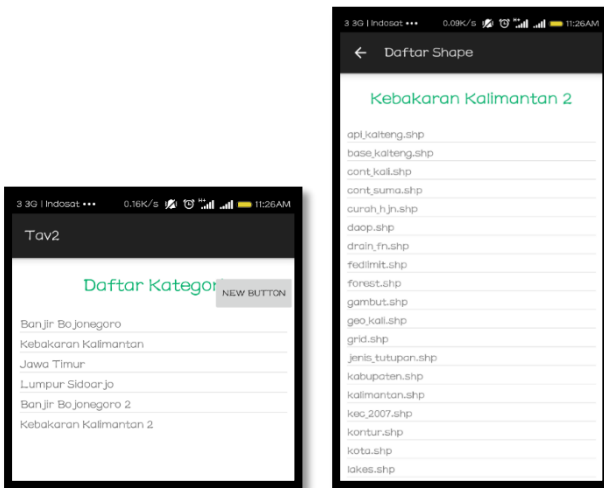


Gambar 15. Tampilan setelah memilih kategori pada client website

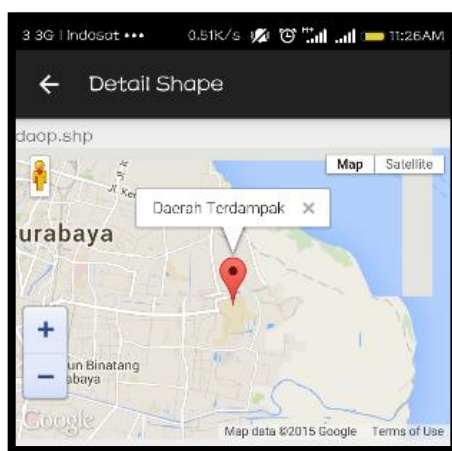
C. Pengujian pada Client Berbasis Mobile

Hasil dari pengujian untuk halaman setelah kita memilih dari daftar kategori dari aplikasi mobile dapat dilihat pada gambar 14, pada Gambar tersebut ketika melihat daftar shp yang ada pada kategori yang dipilih, akan terlihat daftar shp yang diambil dari API yang sudah di sediakan.

Pada B merupakan tampilan visualisasi map dari data shp yang dipilih pada Gambar 16. Pada halaman ini ditampilkan dalam bentuk google maps. Marker yang akan ditampilkan pada visualisasi dapat berupa polygon, linestring, dan point. Pada Gambar 16 menampilkan data marker untuk point.



Gambar 16. Tampilan daftar kategori



Gambar 17. Tampilan visualisasi setiap shapefile

IV. ANALISA PENELITIAN

Dari beberapa ujicoba yang sudah dilakukan dapat beberapa analisa yang didapatkan sebagai berikut:

1. Pengujian pada kecepatan

Data SHP yang bisa dibaca oleh aplikasi server adalah data dengan proyeksi WGS84 Degree, karena disesuaikan dengan proyeksi dari API Google Map. Pada aplikasi tidak ada penanganan untuk proses upload data yang tidak sesuai dengan proyeksi. Sehingga data dengan proyeksi tidak sesuai tetap bisa tersimpan ke dalam aplikasi. Sehingga menambah beban pada database.

2. Pengujian pada kecepatan akses web service Sesuai dengan pengujian pada sub bab 4.5, hasil waktu setiap request di dapatkan 0.05 s.d 0.07 detik, yang menunjukkan pada saat melakukan permintaan data ke server, dilayani dengan sangat cepat.

V. SARAN UNTUK PENGEMBANGAN

1. Perlu adanya permutakhiran data dan pengecekan jenis proyeksi data shp pada saat upload data, sehingga tidak terbatas hanya pada 1 proyeksi yang bisa ditampilkan.
2. Interface untuk mobile application perlu diperbaiki agar lebih mempermudah user dalam bernavigasi

VI. KESIMPULAN

Dari hasil uji coba aplikasi Web Service Server RESTful untuk Sahana dan juga aplikasi client web dan client mobile, ini dapat disimpulkan :

1. Minimal shape data yang di upload pada aplikasi server ada 3, yakni dengan extensi .shp, .dbf, dan .shx, untuk melakukan proses pembacaan isi data shape.
2. Aplikasi Web Service RESTful Server ini memudahkan developer dalam membangun aplikasi client yang membutuhkan data dari Sahana

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Herianto, Deny. (2014). Intregasi SOAP pada Manajemen Bencana Indonesia. Surabaya: PENS
- [2] Fakhruddin, M.A. (2014). Perancangan Dan Implementasi REST API Pada Sistem Informasi Pengelolaan CSR Studi Kasus Kabupaten Sidoarjo. Surabaya: PENS
- [3] Mardiko, B.S. (2014). Sistem Informasi Bencana Di Indonesia Berbasis Mobile SOA. Surabaya: PENS
- [4] Febriliyan Samopa, Beny Yulkurniawan Victorio Nasution. (-). Geographic Data Conversion Systems Using XML and Java On Web-Based Applications, Surabaya: ITS
- [5] GeoJSON. (2015, July 2). GeoJSON. Retrieved from <http://geojson.com>
- [6] JSON. (2015, July 2). JSON. Retrieved from <http://json.com> K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [7] Arunas Stockus, Alain Bouju, Frederic Bertrand, Patrice Boursier, (2001), "Accessing to Spatial Data in Mobile Environment," Web Information Systems Engineering, International Conference on, p. 0057, Second International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE'01) Volume 2, IEEE
- [8] David W. S. Wong, C. Victor Wu, (1996) "Spatial Metadata and GIS for Decision Support", IEEE