

Cloud Geospasial Self-Managed Services untuk Katalog Data Seismik dan Nonseismik Migas PT Pertamina Hulu Energi

Geospatial Cloud Self-Managed Services for Seismic and Non-seismic Data Catalog of Oil and Gas PT Pertamina Hulu Energi

Rifqi Rabbani Kusumah^{*1}, Teguh Hariyanto², Akbar Kurniawan³

^{1,2,3}Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

*Korespondensi penulis: rifqirabbani.k@gmail.com

Diterima: 14082020; Diperbaiki: 15092020; Disetujui: 22092020; Dipublikasi: 21012021

Abstrak: PT Pertamina Hulu Energi (PHE) sebagai perusahaan holding yang mempunyai 52 Anak Perusahaan Hulu memerlukan teknologi terkini dalam melakukan manajemen data. Salah satu manajemen data yang dilakukan untuk kegiatan evaluasi pematangan propsek migas berupa data seismik dan nonseismik. Permasalahan yang terjadi adalah data-data tersebut masih berupa laporan kertas dan *spreadsheet* yang kompleks. Kondisi tersebut akan menyulitkan *analyst* di PT Pertamina Hulu Energi untuk mengintegrasikan dan meninjau kembali data-data tersebut. Oleh karena itu pada penelitian ini akan memanfaatkan *cloud geospasial self-managed services* untuk katalog data seismik dan nonseismik. Pengumpulan data seismik dan nonseismik akan disesuaikan sesuai standar yang ada. Kemudian katalog data seismik dan nonseismik masuk ke perangkat lunak sistem informasi geografis untuk dilakukan *publish* data ke *cloud geospasial* yang bersifat *online*. Dari sistem *online* tersebut akan dikembangkan aplikasi untuk menunjang manajemen katalog data seismik dan nonseismik berupa *web app*, *operations dashboard*, dan *story maps*. *Web app* berguna untuk menampilkan *web map*, dan melakukan *query*. *Operations Dashboard* berguna untuk menampilkan infografik *progress* pengisian data. *Story maps* berguna untuk melihat ringkasan singkat hasil studi nonseismik. Dalam penerapannya sistem *cloud geospasial* akan berfungsi sebagai *storage* pengumpulan data yang bisa dilakukan *update* secara berkala dan hanya dapat diakses oleh PT Pertamina Hulu Energi.

Copyright © 2020 Geoid. All rights reserved.

Abstract: PT Pertamina Hulu Energi (PHE) as a holding company that has 52 upstream subsidiaries requires the latest technology in data management. One of the data management carried out to evaluate oil and gas prospects is in the form of seismic and nonseismic data. The problem is that the data is still in the form of paper-based reports and complex spreadsheets. This condition will make it difficult for analysts at PHE to integrate and review these data. Therefore, this research will utilize geospatial cloud self-managed services for seismic and nonseismic data catalogs. Seismic and nonseismic data collection will be adjusted according to standards. Then the seismic and nonseismic data catalogs enter the geographic information system software to publish data to the online geospatial cloud. From this online system, an application will be developed to support management of seismic and nonseismic data catalogs likes a web app, operations dashboard, and story maps. Web app is useful for displaying web maps, widgets, and performing queries. Operations Dashboard is useful for displaying infographics of data entry progress. Story maps are useful for viewing a brief summary of the results of a nonseismic study. In its application, the geospatial cloud system will function as data collection storage that can be updated regularly and can only be accessed by PHE.

Kata kunci: Kesesuaian lahan; Penginderaan jauh; SIG

Pendahuluan

PT Pertamina Hulu Energi sebagai perusahaan di bidang sektor migas memiliki kegiatan usaha di 52 anak perusahaan hulu (APH) yang tersebar di Indonesia. Kegiatan usaha yang sudah dilakukan meliputi eksplorasi diantaranya adalah survei seismik baik seismik 2D maupun 3D. Selain survei seismik, survei nonseismik juga sudah dilakukan perusahaan tersebut. Kegiatan survei seismik dan nonseismik geofisika dilakukan untuk mengetahui kondisi di bawah permukaan bumi melibatkan pengukuran di atas permukaan bumi dari parameter-parameter fisika yang dimiliki oleh batuan di dalam bumi (Sheriff, 1991). Survei seismik dan

nonseismik yang dilakukan bertujuan untuk evaluasi pematangan prospek migas di lapangan produksi PT Pertamina Hulu Energi.

Data hasil survei yang sudah dilakukan masih berupa laporan-laporan kertas dan data *spreadsheet* yang kompleks. Selain itu, data-data tersebut masih tersebar di setiap anak perusahaan hulu (APH) PT Pertamina Hulu Energi. Kondisi tersebut akan menyulitkan para *analyst* di perusahaan tersebut untuk mengintegrasikan dan meninjau kembali informasi dari hasil survei tersebut. Maka dari itu diperlukan pengelolaan data survei seismik dan nonseismik berbasis sistem informasi geografis (SIG) karena sistem informasi geografis memiliki kemampuan dalam membuat kombinasi data spasial dari berbagai sumber untuk menghasilkan informasi yang dibutuhkan dalam pengambilan keputusan (Anam, 2012).

Konsep sistem informasi geografis untuk menunjang manajemen data, proses dimulai dari input data, pengolahan, dan representasi dalam bentuk peta input data, manajemen, analisis, dan representasi data (Charter, 2004). Data seismik dan data nonseismik diintegrasikan sesuai dengan standar untuk memudahkan pencarian data sesuai kebutuhan perusahaan dan tidak terjadi duplikasi. Data-data yang diintegrasikan pada survei seismik dan nonseismik tersebut merupakan data spasial dan nonspasial yang penting digunakan dalam mendukung kegiatan eksplorasi sebagai salah satu tahapan dalam *life cycle* industri hulu migas (IOGP, 2019).

Data-data yang sudah dibuatkan katalog di dalam sistem informasi geografis akan dilakukan *publish* ke dalam *cloud* geospasial jenis *self-managed services* menggunakan ArcGIS Enterprise agar data bersifat *online*. ArcGIS Enterprise menerapkan *enterprise geodatabase* yang memiliki karakteristik mempermudah pemasukkan, pengolahan, dan penampilan data pada tingkat perusahaan atau organisasi karena dibangun dengan manajemen basis data relasional yang baik seperti SQLServer, Oracle, dll (ESRI, 2017). Data-data yang sudah *terpublish* akan ditampilkan melalui GIS *portal* berupa *web map*. Untuk menunjang manajemen data, selanjutnya data-data di dalam *cloud* geospasial dikembangkan menjadi tiga aplikasi yaitu *web app*, *operations dashboard*, dan *story maps* yang nantinya bisa dilakukan *update* secara berkala dan hanya dapat diakses PT Pertamina Hulu Energi.

Data dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada studi kasus di wilayah kerja X PHE sebagai studi kasus data seismik terletak di Provinsi Sumatra Selatan dengan koordinat $1^{\circ}20'00''$ LS - $5^{\circ}10'00''$ LS dan $101^{\circ}40'00''$ BT - $106^{\circ}30'00''$ BT dan Provinsi Jambi dengan koordinat $0^{\circ}45'00''$ LS - $2^{\circ}45'00''$ LS dan $101^{\circ}10'00''$ BT - $104^{\circ}55'00''$ BT. Pemilihan lokasi pada wilayah kerja X PHE dikarenakan prospek migas di wilayah tersebut sangat baik dan data yang tersedia bisa dikembangkan untuk manajemen data seismik.



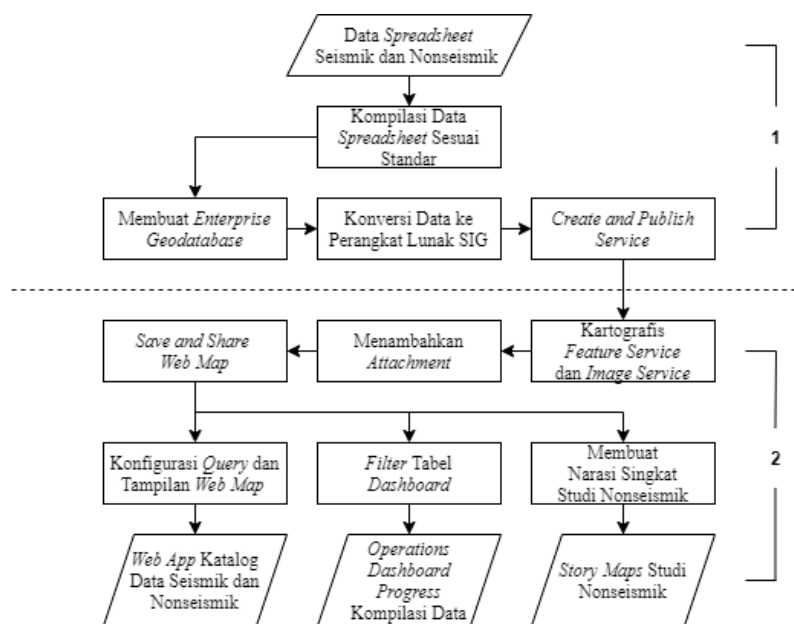
Gambar 1. Wilayah Kerja X PHE

Selanjutnya wilayah kerja Y PHE sebagai studi kasus data nonseismik terletak di Provinsi Jawa Timur dengan koordinat $7^{\circ}12'00''$ LS - $8^{\circ}00'48''$ LS dan $111^{\circ}00'00''$ BT - $114^{\circ}04'00''$ BT. Pemilihan lokasi pada wilayah kerja Y PHE dikarenakan dalam beberapa waktu terakhir baru saja dilakukan akuisisi survei nonseismik sehingga bisa dikembangkan untuk manajemen data nonseismik.



Gambar 2. Wilayah Kerja Y PHE

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: data *spreadsheet* navigasi akuisisi survei seismik 2D wilayah kerja X Tahun 1990 s.d. 2012; data *spreadsheet* nonseismik yaitu gravity dan CSAMT (controlled source audio-frequency magnetotelluric) wilayah kerja Y blok timur Tahun 2019; data spasial penunjang seperti *wells*, *well trajectory*, *prospect and lead*, batas wilayah kerja, dan peta dasar geologi dalam format *shapefile* (*.shp); dan gambar penunjang seperti penampang seismik 2D dan penampang *gravity* dengan CSAMT dalam format *Joint Photographic Experts Group* (*.jpeg) atau format *Portable Network Graphics* (*.png). Untuk peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: ArcGIS Desktop atau ArcGIS Pro untuk pengolahan data spasial dalam sistem informasi geografis; ArcGIS Enterprise PT Pertamina Hulu Energi sebagai *cloud geospasial self-managed services*; Microsoft Excel untuk kompilasi data pengolahan data *spreadsheet*; laptop; dan *workstation* (PC) yang terhubung *server* PT Pertamina Hulu Energi.



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data

Pada diagram alir di atas dapat dilihat pengolahan data terbagi menjadi dua lingkup. Untuk lingkup nomor 1 merupakan pengolahan data pada sistem informasi geografis. Data *spreadsheet* yang dikompilasi sesuai standar dikonversi menjadi sebuah katalog ke dalam *enterprise geodatabase* sistem informasi geografis sehingga nantinya bisa dilakukan *publish* ke dalam *cloud geospasial self-managed services* agar data bersifat *online*. Untuk lingkup nomor 2 merupakan pengolahan data pada *cloud geospasial self-managed services*. Data yang sudah *terpublish* dilakukan kartografis untuk mengatur kembali penamaan data spasial, tampilan *pop up*, *label* yang ingin ditampilkan, dan *image display*. Kemudian data ditambahkan *attachment* berupa informasi gambar penunjang sampai menjadi sebuah *web map*. Dari *web map* akan dikembangkan menjadi aplikasi *web*

app katalog data seismik dan nonseismik, *operations dashboard progress* kompilasi data, dan *story maps* studi nonseismik.

Hasil dan Pembahasan

1. Kompilasi Data Spreadsheet Sesuai Standar

Data *spreadsheet* seismik dan nonseismik yang terpisah dikompilasi sesuai standar yang ada. Standar yang digunakan yaitu PPDM 3.9 untuk data seismik 2D dan Standar Metadata Katalog Pengadministrasian Data Minyak dan Gas Bumi dari Kementerian ESDM untuk data nonseismik yaitu *gravity* dan CSAMT (*controlled source audio-frequency magnetotelluric*). Penggunaan standar ini berguna untuk kebutuhan manajemen data untuk pengambilan keputusan. Untuk data seismik 2D menghasilkan dua Data Model Seismik PPDM 3.9 yaitu *Seismic Acquisition* dan *Seismic Spatial*. Dari Data Model tersebut menghasilkan empat tabel diantaranya SEIS_SET, SEIS_ACQTN_SURVEY, SEIS_BA_SERVICE, dan SEIS_POINT.

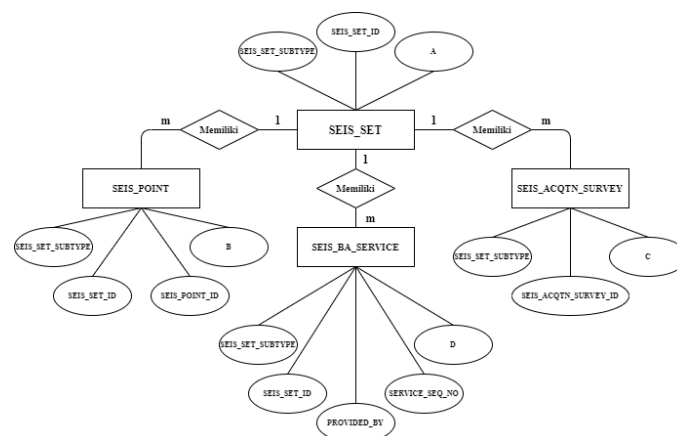
Tabel 1. Penggunaan Data Model Seismik PPDM 3.9

Data Model	Tabel
<i>Seismic Acquisition</i>	SEIS_SET
	SEIS_ACQTN_SURVEY
	SEIS_BA_SERVICE
	SEIS_POINT
<i>Seismic Spatial</i>	SEIS_SET
	SEIS_POINT

Data Model Seismik PPDM 3.9 harus dibuat *relationship class* yang beracuan dari desain ERD (*Entity Relationship Diagram*) sehingga data seismik 2D harus memperhatikan mana yang menjadi *primary key*-nya.

Tabel 2. Primary Key Data Model Seismik PPDM 3.9

Tabel	Atribut Primary Key
SEIS_SET	SEIS_SET_SUBTYPE SEIS_SET_ID
SEIS_POINT	SEIS_SET_SUBTYPE SEIS_SET_ID SEIS_POINT_ID
SEIS_ACQTN_SURVEY	SEIS_SET_SUBTYPE SEIS_ACQTN_SURVEY_ID
SEIS_BA_SERVICE	SEIS_SET_SUBTYPE SEIS_SET_ID PROVIDED_BY SERVICE_SEQ_NO



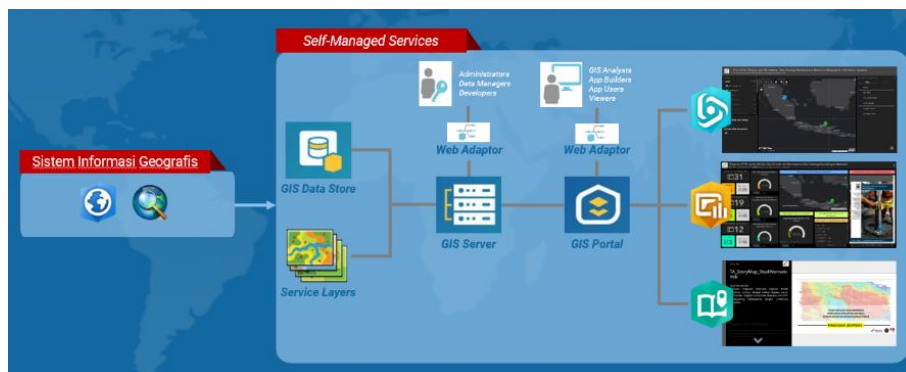
Gambar 4. Desain ERD Untuk Data Seismik 2D

Untuk hasil kompilasi data nonseismik meliputi data gravity dan CSAMT dapat dilihat pada tabel 3.

Data Nonseismik	Atribut
<i>Gravity</i>	Station
	G_Observation
	Latitude
	Longitude
	X_COORDINATE
	Y_COORDINATE
	BA_LONG_NAME
	BA_TYPE
	ELEVATION
	ELEVATION_OUOM
	AREA_ID
	AREA_TYPE
	ACQTN_SURVEY_NAME
	SEIS_SPECTRUM_TYPE
	SEIS_DIMENSION
	START_DATE
	SHOT_BY
ENVIRONMENT	
SOURCE	
CSAMT	Kode
	X_COORDINATE
	Y_COORDINATE
	REMARK
	BA_LONG_NAME
	BA_TYPE
	SEIS_SPECTRUM_TYPE
	AREA_ID
	AREA_TYPE
	SEIS_DIMENSION
	SHOT_BY
	ENVIRONMENT
	SOURCE

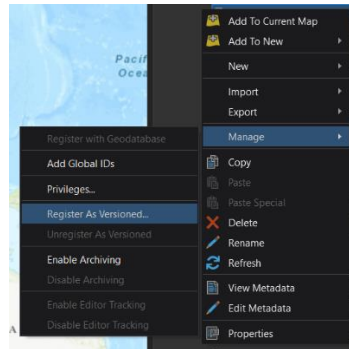
2. Publish Service ke Dalam Cloud Geospasial

Untuk melakukan *publish service* ke dalam *cloud geospasial self-managed services* (ArcGIS Enterprise PT Pertamina Hulu Energi) perlu mengetahui terlebih dahulu prosedur alur terkait data di dalam arsitektur sistem tersebut.



Gambar 5. Arsitektur *cloud geospasial self-managed services*

Dalam arsitektur tersebut terdapat beberapa komponen yaitu perangkat lunak sistem informasi geografis, *service layers*, *GIS data store*, *GIS server* (ArcGIS Server), *GIS portal* (Portal for ArcGIS), dan *web adaptor*. Komponen *GIS data store*, *GIS server*, dan *GIS portal* tidak dikelola *provider* perangkat lunak (*third-party management*) atau dikelola sendiri oleh PT Pertamina Hulu Energi sehingga *user* tidak dibatasi oleh *credit* penggunaan. Perangkat lunak sistem informasi geografis digunakan untuk merancang data *spreadsheet* menjadi katalog berupa tabel, data spasial, dan *relationship class*. Katalog data tersebut tersimpan di dalam *enterprise geodatabase* agar nantinya bisa dilakukan *publish*. Jika diperlukan penambahan data baru maupun *editing* oleh *multi-user* berupa data spasial atau nonspasial, data di dalam *enterprise geodatabase* harus dilakukan *register as versioned*.



Gambar 6. Register Data as Versioned pada Enterprise Geodatabase

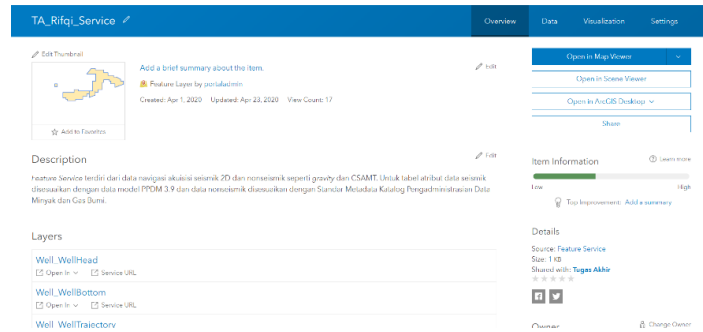
Data yang sudah diolah di dalam perangkat lunak sistem informasi geografis disimpan dalam format *.mxd kemudian akan menjadi *service layers*. *GIS data store* dan *service layers* yang sudah *terpublish* akan masuk ke dalam *GIS server* menggunakan ArcGIS Server. *GIS server* merupakan *back-end* sistem komputer yang menyediakan jenis layanan (*service*) sistem informasi geografis di PT Pertamina Hulu Energi secara opsional siapa pun yang memiliki koneksi *intranet* atau koneksi *internet* dengan menggunakan VPN (*Virtual Private Network*). Setelah itu data tersebut akan tersedia dan dapat diakses melalui *GIS portal* menggunakan Portal for ArcGIS. Untuk penambahan data baru agar tersedia di *GIS portal* hanya bisa dilakukan oleh anggota PT Pertamina Hulu Energi yang terdaftar pada *cloud geospasial self-managed services*. Berikut adalah karakteristik kewenangan anggota pada *cloud geospasial self-managed services*.

Tabel 4. Karakteristik Kewenangan dalam GIS Portal

Kewenangan	User	Publisher	Administrator
Mencari dan menggunakan <i>service items</i> yang bersifat publik	√	√	√
Mencari dan menggunakan <i>service items</i> yang bersifat pribadi	√	√	√
Membuat dan membagikan <i>services item</i> pada portal	√	√	√
<i>Publish</i> konten baru (<i>feature/image services</i>)	×	√	√
Mengurus ArcGIS suatu organisasi	×	×	√
Mengelola pengguna dan hak istimewa pengguna	×	×	√
Mengelola <i>service items</i> yang dibuat oleh pengguna lain	×	×	√
Menggunakan aplikasi web pada ArcGIS	√	√	√

3. Overview Feature Service dan Image Service

Feature service (data vektor) dan *image service* (data raster) yang sudah *terpublish* disimpan dalam bentuk *web map*. *Web map* digunakan untuk penarikan *layer* pada proses *layouting* di aplikasi berbasis sistem informasi geografis pada ArcGIS Enterprise PT Pertamina Hulu Energi. Dalam tampilan halaman *overview feature service* dan *image service* terdapat judul *service*, tanggal *service* *published* atau *updated*, deskripsi yang menjelaskan tentang isi dari *feature service*, dan *layer* apa saja yang ditampilkan.



Gambar 7. Overview Feature Service Data Seismik dan Nonseismik

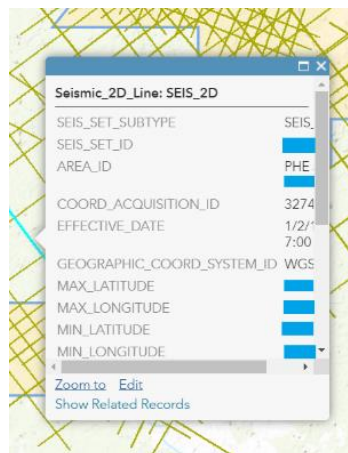
Untuk *feature service* terdapat tabel atribut di dalamnya karena *service* yang *publish* berupa data vektor. Pengguna pada *self-managed services* (ArcGIS Enterprise PT Pertamina Hulu Energi) yang memiliki akses dapat melihat hasil data *spreadsheet* dalam bentuk tabel dan dapat dilakukan perubahan (*editing*) data.

SEIS_SET_SUBTYPE	SEIS_SET_ID	AREA_ID	COORD_ACQUISITION_ID	EFFECTIVE_DATE	GEOGRAPHIC_COORD_SYSTEM_ID	MAX_LATITUDE	MAX_LONGITUDE	MIN_LATITUDE	MIN_LONGITUDE
SEIS_2D			32748	1/2/2003, 7:00 AM	WGS84				
SFE_2D			32748	1/2/2003, 7:00 AM	WGS84				
SFE_2D			32748	1/2/1992, 7:00 AM	WGS84				
SFE_2D			32748	1/2/1996, 7:00 AM	WGS84				
SFE_2D			32748	1/2/1996, 7:00 AM	WGS84				

Gambar 8. Data Tabel Atribut pada Feature Service

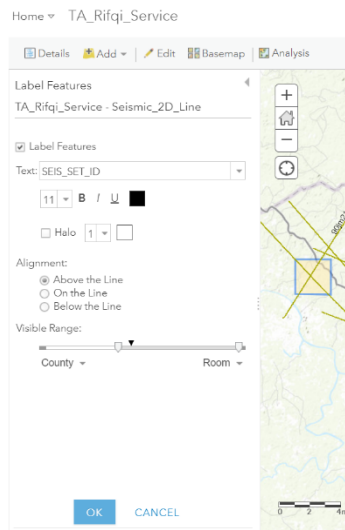
4. Pengolahan Web Map

Web map yang sudah tersedia di dalam *GIS portal* harus dilakukan pengaturan kembali seperti tampilan *pop up*, *label* yang ingin ditampilkan, *image display*, dan menambahkan *attachment*. Fitur *pop up* berfungsi untuk menampilkan informasi atribut pada objek di *feature service* yang ditunjuk oleh *pointer* kursor pada layar komputer.



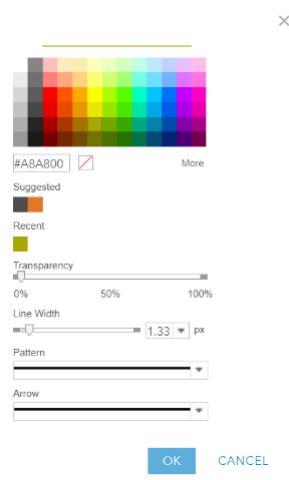
Gambar 9. Tampilan Pop Up pada Feature Service

Label adalah potongan teks pendek yang mendeskripsikan *feature service* dalam sebuah *layer* dan membantu pengguna memahami *feature service* yang terlihat. Pengaturan untuk menampilkan *label* pada *feature service* meliputi teks atribut yang ditampilkan, besar huruf, pengaturan teks, warna teks, perataan teks, dan skala *zooming* teks.



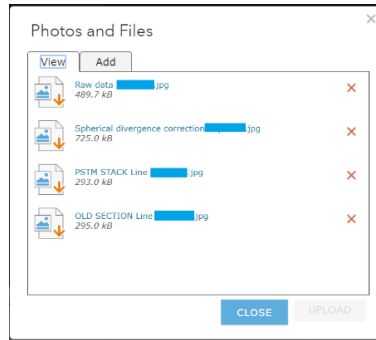
Gambar 10. Pengaturan Untuk Menampilkan *Label* pada *Feature Service*

Pengaturan *image display* pada *feature service* di *web map* meliputi warna simbol, tingkat transparan simbol, lebar garis, jenis simbol.



Gambar 11. Pengaturan Untuk *Image Display* pada *Feature Service*

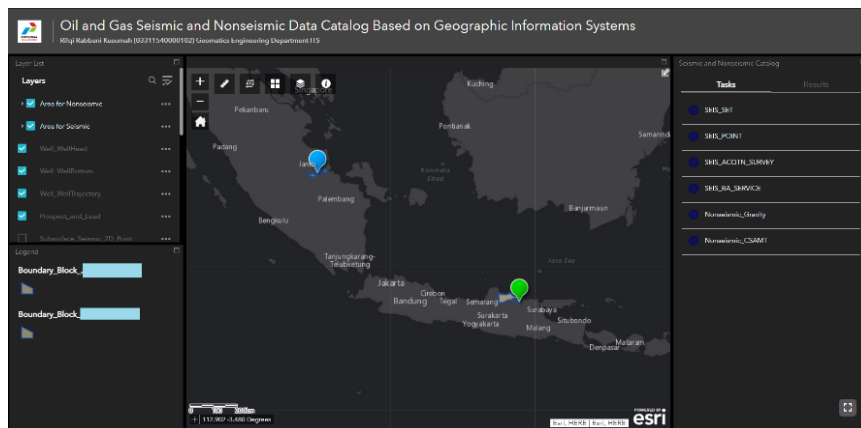
Menambahkan *attachment* dilakukan untuk melengkapi informasi katalog data seismik dan nonseismik berupa gambar penunjang terhadap *feature service* yang ada. Gambar penunjang bisa penampang seismik 2D dan penampang *gravity* dengan CSAMT.



Gambar 12. Menambahkan Attachment pada Feature Service

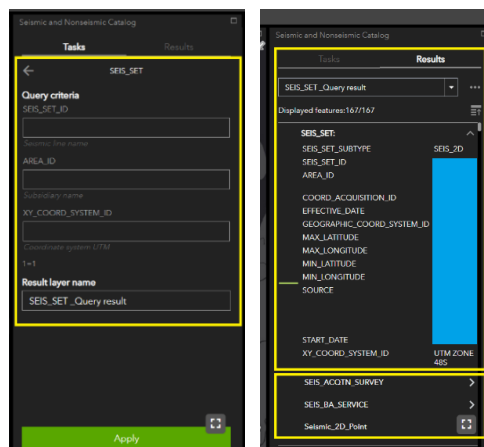
5. Web App Katalog Data Seismik dan Nonseismik

Aplikasi *web app* merupakan aplikasi hasil pengembangan katalog data seismik dan nonseismik berbasis sistem informasi geografis yang dikustomisasi dalam bentuk web. *Web app* pada *self-managed services* bersifat siap pakai. Proses *layouting* pada aplikasi ini menampilkan *web map layer*, *legenda peta*, kolom *query*, dan *widget* untuk membantu pencarian dan analisis data dalam pengambilan keputusan.



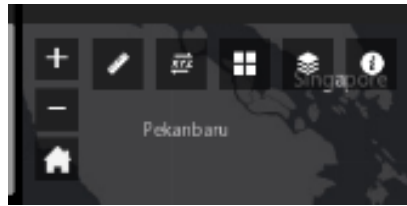
Gambar 13. Hasil Pembuatan Web App

Fungsi utama pembuatan *web app* adalah untuk menampilkan data tabel atau atribut yang sudah masuk ke basis data melalui *enterprise geodatabase* menggunakan fungsi *query*. Fungsi *query* memiliki kemampuan untuk memanggil banyak data seismik dan nonseismik beserta melihat *relationship class* antar data.



Gambar 14. Tampilan Kolom Query Data SEIS_SET (Kanan) dan Hasil Pencarian Data SEIS_SET Beserta Relationship Class (Kiri)

Widget yang dibuat pada *web app* meliputi navigasi *zooming*, *ruler*, *coordinate conversion*, *basemap*, dan *about*.

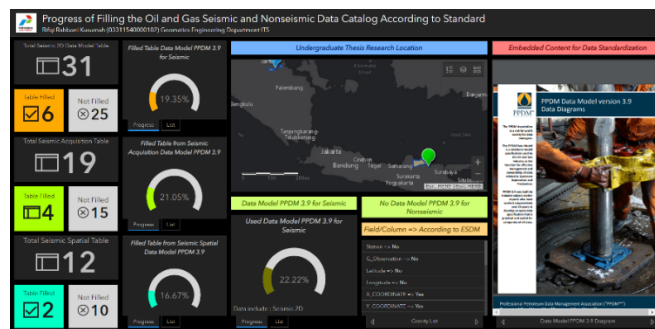


Gambar 15. Tampilan *Widget* pada *Web App*

6. Operations Dashboard

Aplikasi *operations dashboard* merupakan aplikasi hasil pengembangan katalog data seismik dan nonseismik dengan *interface* yang menampilkan infografik *progress* pengisian katalog data seismik dan nonseismik. Infografik yang ditampilkan dalam bentuk presentase sudah sesuai dengan hasil kompilasi data

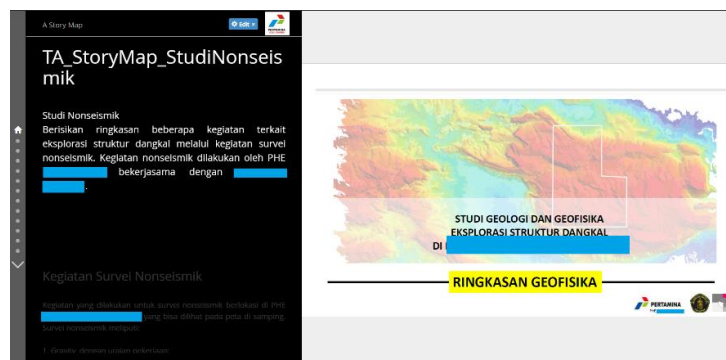
seismik dan nonseismik yang sudah terstandarisasi. Pada *operations dashboard* juga menampilkan lampiran dokumen standarisasi.



Gambar 16. Hasil Pembuatan *Operations Dashboard*

7. Story Maps Studi Nonseismik

Aplikasi *story maps* merupakan aplikasi dengan *template* yang digunakan yaitu *story map journal* pada *cloud geospasial self-managed services* (ArcGIS Enterprise PT Pertamina Hulu Energi) yang berfungsi untuk memberikan narasi singkat terkait peta dan media data nonseismik. Di dalam *story maps* menjelaskan kegiatan yang sudah dilakukan terhadap studi nonseismik seperti uraian pekerjaan pada akuisisi data *gravity* maupun akuisisi data CSAMT (*controlled source audio-requency magnetotelluric*) dan *service* apa saja yang bisa divisualisasikan ke dalam sistem informasi geografis untuk menunjang manajemen data.



Gambar 17. Hasil Pembuatan *Story Maps*

Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu data *spreadsheet* seismik dan nonseismik yang sudah dikompilasi berhasil dikonversi ke dalam perangkat lunak sistem informasi geografis berupa katalog data yang berisi tabel, data spasial, dan *relationship class*. Katalog data tersimpan di dalam *enterprise geodatabase* yang nantinya bisa dilakukan *publish* ke dalam *cloud geospasial self-managed services* sehingga data bersifat *online*. Penggunaan *cloud geospasial self-managed services* menghasilkan *web map* yang berisikan *feature service* (data vektor) dan *image service* (data raster) yang *terpublish* di dalam *GIS portal*. Kemudian *web map* dikembangkan menjadi tiga aplikasi yaitu *web app*, *operations dashboard*, dan *story maps*. Fungsi utama *web app* adalah untuk pemanggilan data menggunakan *query* beserta melihat *relationship class* antar data, lalu *operations dashboard* untuk menampilkan infografik *progress* pengisian katalog data seismik dan nonseismik, dan *story maps* untuk melihat ringkasan singkat terkait studi nonseismik. Kelebihan *cloud geospasial self-managed services* memiliki tingkat keamanan yang tinggi karena hanya bisa diakses pengguna PT Pertamina Hulu Energi. Selain itu, *user* tidak dibatasi oleh beban *credit* penggunaan karena semua komponen dikelola sendiri. Kelebihan yang terakhir yaitu sebagai sistem integrasi data yang dapat terus digunakan di masa yang akan datang baik untuk membantu tim manajemen data dalam melakukan pengambilan keputusan, analisis, maupun pelaporan secara efektif.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PT Pertamina Hulu Energi yang telah memberi kesempatan penulis untuk melakukan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anam, S. (2012). *Peranan Geodesi Geomatika dalam Industri Migas dan Permasalahannya*. Jakarta: MDGTI PT Pertamina EP.
- Charter, D. (2004). *Desain dan Aplikasi GIS*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- ESRI. (2017). *Portal for ArcGIS*. <URL:http://server.arcgis.com/en/portal/>. Dikunjungi pada tanggal 13 September 2019, pukul 13.00 WIB.
- IOGP. (2019). *Geomatics Support During the Upstream Oil and Gas Life Cycle*. <URL:https://32zn56499nov99m251h4e9t8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/06/Geomatics_EGM2019_Posters.pdf>. Dikunjungi pada tanggal 12 Desember 2019, pukul 10.15 WIB.
- Sheriff, R. (1991). *Encyclopedic Dictionary of Exploration Geophysics*. Tulsa: Society of Exploration Geophysicists.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).