

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web dalam Meningkatkan Akurasi Informasi Terkait Rekam Jejak Sumur Minyak dan Gas Bumi

Ashari Wicaksono^{1*}, Zainul Hidayah² 

^{1,2}Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo, Bangkalan, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received January 12, 2022

Revised January 19, 2022

Accepted July 23, 2022

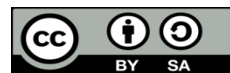
Available online October 25, 2022

Kata Kunci:

SIG, WebGIS, Sumur Migas

Keywords:

GIS, WebGIS, Oil and Gas Wells



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2022 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Perkembangan *webgis* yang saat ini belum ada pembaruan berdasarkan kondisi lapang yang terkini sehingga perlu adanya pembaruan dalam manajemen data geospasial melalui *webgis*. Penelitian ini bertujuan menganalisis pemanfaatan sistem informasi geografis berbasis WEB dalam meningkatkan akurasi informasi terkait rekam jejak sumur minyak dan gas bumi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei lapang dalam mendapatkan informasi yang akurat. Survei lapang (*ground check*) dilaksanakan untuk validasi data geospasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan QGIS sebagai pembuatan *webgis* dapat memberikan hasil yang baik pada saat dioperasikan melalui komputer ataupun telepon seluler. Pembaruan data informasi dilakukan dengan survei lapang, dimana dari hasil tersebut bahwa perusahaan yang melakukan eksplorasi sudah tidak melakukan pengeboran di lokasi tersebut. Perangkat lunak QGIS terbukti mampu memberikan hasil yang baik dengan memanfaatkan alat tambahan QGIS Cloud karena dalam pengolahan datanya dapat dilakukan secara daring dan luring. Kesimpulan yang didapatkan bahwa data pengeboran perlu adanya pembaruan dalam memberikan informasi yang akurat dan relevan.

ABSTRACT

The development of the web that currently does not exist based on the latest field conditions so there is a need for updates in geospatial data management through *webgis*. This study aims to analyze the use of WEB-based geographic information systems in increasing the accuracy of information related to traces of oil and gas wells. The method used in this study is a field survey in obtaining accurate information. A field survey (*ground check*) was carried out to validate geospatial data. The results showed that the use of QGIS as a *webgis* maker can provide good results when operated via a computer or cellular phone. The update of the information data was carried out by means of a field survey, in which the results showed that the company conducting the exploration was no longer drilling in that location. QGIS software is proven to be able to provide good results by utilizing additional QGIS Cloud tools because the data processing can be done boldly and attractively. The conclusion is that the data needs to be added in providing accurate and relevant information.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi sangat cepat seiring dengan kebutuhan akan informasi dan pertumbuhan tingkat kecerdasan manusia. Saat ini telah banyak sistem informasi yang digunakan untuk menunjang dan menyelesaikan suatu permasalahan yang biasanya timbul dalam suatu organisasi, perusahaan atau instansi perusahaan (Gozali & Lo, 2012; Utomo, 2017). Sistem informasi diharapkan dapat meningkatkan kinerja dari suatu organisasi ataupun instansi agar lebih efektif dan efisien serta mudah dalam penerimaan informasi yang ingin disampaikan (Hidayah, 2019; Hidayah & Wiyanto, 2021; Marra et al., 2017; Zhu et al., 2021). Perkembangan teknologi sistem informasi geografis (SIG) yang kemudian dikombinasikan dengan akses internet dapat menjadikan sebuah informasi (Cintya Prabandari & Adhi Jaya, 2019) yang cepat dan terkini kepada masyarakat luas. Teknologi kombinasi ini disebut dengan *Website-GIS* (*webgis*) yang dapat melakukan pencarian, pengumpulan, penyimpanan, pengambilan, analisa, tampilan, dan aplikasi informasi geospasial dalam lingkungan internet (Jing-wei et al., 2019; Tu & Abdelguerfi, 2006), sehingga akan didapatkan pengelolaan informasi yang aktual, akurat serta dapat digunakan secara optimal untuk mendapatkan gambaran hubungan spasial dengan kondisi sebenarnya yang berada di wilayah tersebut (Mary Fargher, 2018).

Pulau Madura merupakan pulau yang terdiri dari empat Kabupaten, yaitu Bangkalan (Hidayah & Wiyanto, 2021), Sampang (Pramoedyo et al., 2012), Pamekasan (Hidayah, 2019), dan Sumenep (Anam &

*Corresponding author.

E-mail addresses: ashari.wicaksono@trunojoyo.ac.id (Ashari Wicaksono)

Yunus, 2019), serta merupakan bagian dari provinsi Jawa Timur, dengan perkembangan *webgis* yang saat ini belum ada pembaruan berdasarkan kondisi lapang yang terkini sehingga perlu adanya pembaruan dalam manajemen data geospasial melalui *webgis*. Sebagai pulau yang memiliki kekayaan alam berupa sumber daya non-hayati seperti minyak dan gas bumi perlu adanya sebuah sistem informasi yang mendukung pemetaan dan pembaruan data geospasial. Dalam (Widarsono, 2013), pengelolaan terkait sumber daya alam minyak dan gas bumi, di wilayah Indonesia terbagi atas tujuh regional dalam pengelolaan minyak dan gas bumi, yaitu Sumatera Utara (N-Sumatera), Riau -Sumatera Selatan (C-S Sumatera), Natuna Barat (W Natuna), Jawa Barat - Selat Sunda (W Java-Sunda), Jawa Tengah - Timur (C-E Java), Kalimantan, dan Kawasan Timur Indonesia (E Indonesia). Dari penjelasan tersebut, Pulau Madura masuk kedalam lokasi regional Jawa Tengah-Timur (C-E Java).

Penggunaan *webgis* saat ini telah berkembang untuk berbagai sektor seperti pemanfaatannya dalam pembangunan wilayah seperti *smart city* (Hari Ginardi et al., 2017), pendidikan, integrasi basis data biota laut (Agurto et al., 2018), integrasi dengan sistem *cloud computing* (De Lázaro Torres et al., 2017; Fortunato et al., 2017; Helmi et al., 2018; Piragnolo et al., 2021; Sciacca et al., 2022; Xia et al., 2015), kesehatan (Barik et al., 2019; Mooney & Juhász, 2020), bibliografi dalam penelitian (Howell et al., 2019), manajemen mitigasi kebencanaan (Capolupo et al., 2021; Fauzia et al., 2021; Feng et al., 2012; Franceschini et al., 2022; Gang et al., 2016; Gebreegziabher et al., 2021; Xianfu et al., 2012), *forecasting* (Fortunato et al., 2017), pariwisata (Klug et al., 2012), minyak dan gas bumi (Abdunaser, 2020; Khan & Hasan, 2020; Li, 2020; Russell et al., 2015; Valensise et al., 2022), hingga dalam memberikan solusi kebijakan dalam penentuan lokasi pembangkit listrik *power to gas* (La Guardia et al., 2021). Penggunaan perangkat lunak dalam bidang geospasial sangat disarankan sesuai dengan amanat UU No 11 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial pasal 31 yang menyatakan bahwa pengolahan data geospasial dan informasi geospasial dilakukan dengan perangkat lunak yang berlisensi dan/atau bersifat bebas dan terbuka (Mary Fargher, 2018; Serrano-Estrada et al., 2021).

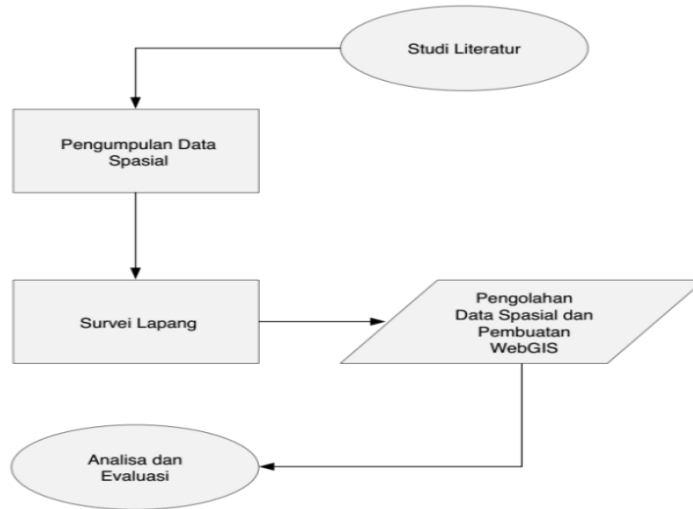
Temuan penelitian sebelumnya menyatakan webGIS dengan menerapkan layanan Google maps dan framework bootstrap; webGIS dapat diakses melalui browser internet (Sholikhhan et al., 2019). Media *webgis* yang digunakan memiliki efektivitas yang lebih baik dalam pencapaian kemampuan berpikir spasial (Febrianto et al., 2021). Pembuatan aplikasi *webgis* menggunakan perangkat lunak yang bersifat terbuka dan dapat diakses (Costantino et al., 2020; Grizonnet et al., 2017). Aplikasi *webgis* dapat digunakan oleh siapapun dan dimanapun, serta dapat dilakukan manajemen data hingga menampilkan data geospasial yang disimpan pada *cloud* (Lovelace, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan sistem informasi geografis berbasis WEB dalam meningkatkan akurasi informasi terkait rekam jejak sumur minyak dan gas bumi. Adanya manajemen data geospasial dapat memberikan informasi yang detail terhadap rekam jejak dari kondisi pengeboran minyak dan gas bumi di Pulau Madura khususnya yang berada di darat.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan teknik geomedia yang mengintegrasikan data geospasial dengan data kondisi lapang (Voda et al., 2019) diolah dengan perangkat lunak QGIS dan *tools QGIS Cloud*. Lokasi penelitian berada di Pulau Madura dari Kabupaten Bangkalan hingga Kabupaten Sumenep. Survei lapang dilakukan pada bulan Agustus tahun 2020. Tahapan-tahapan penelitian melalui studi literatur terkait informasi eksplorasi migas di pulau madura. Pengumpulan data geospasial terdiri dari data Blok Migas Kementerian ESDM Dirjen Migas Tahun 2018 dan data koordinat eksplorasi migas berdasarkan laman <https://geoportal.esdm.go.id/migas/>. Survei lapang (*ground check*) dilaksanakan untuk validasi data geospasial yang didapatkan, dan juga sebagai tambahan informasi terkait atribut data yang meliputi lokasi wilayah administrasi termasuk desa, kecamatan, dan kabupaten; dan perusahaan pengelola sumur pengeboran. Pengolahan data geospasial dan pembuatan *webgis* menggunakan perangkat lunak *Quantum GIS* (QGIS) yang merupakan perangkat lunak bersifat gratis (*open source*) (Lovelace, 2021). QGIS dapat diunduh pada laman <https://www.qgis.org/en/site/>.

Analisis data geospasial dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS, untuk memvisualisasikan lokasi berdasarkan koordinat serta pengisian atribut data. Hasil evaluasi dilakukan untuk mengetahui kesiapan dari *webgis*, dan juga analisis kebutuhan yang perlu ditingkatkan dan dikembangkan menggunakan aplikasi dari pihak ketiga *GTMatrix*, *Google Pagespeed*, dan *Pingdom*. Dalam pembuatan *webgis* di perangkat lunak QGIS, digunakan alat tambahan (*plugin*) untuk mengkonversi data geospasial untuk dapat ditampilkan kedalam *webgis* yaitu *qgis2web*, dimana *tools* tersebut terdapat pada *QGIS Cloud* yang memiliki fungsi untuk mengkonversi data spasial dari pengolahan luring (*offline*) ke daring (*online*) (Bahri et al., 2020). *QGIS cloud* merupakan *web hosting* (Pastor et al., 2021), dimana memiliki fungsi untuk mempublikasikan peta, data geospasial dan layanan berbasis internet (<http://qgiscloud.com/>). Pengolahan

data geospasial dilakukan bertujuan untuk menyesuaikan atribut dari masing-masing data yang diperoleh berdasarkan validasi di lapang. Data geospasial yang berupa titik (*point*) diisi mengenai informasi lokasi pengeboran migas, kabupaten, hingga titik koordinat. Rancangan penelitian dalam pembuatan *webgis* disajikan pada Gambar 1.

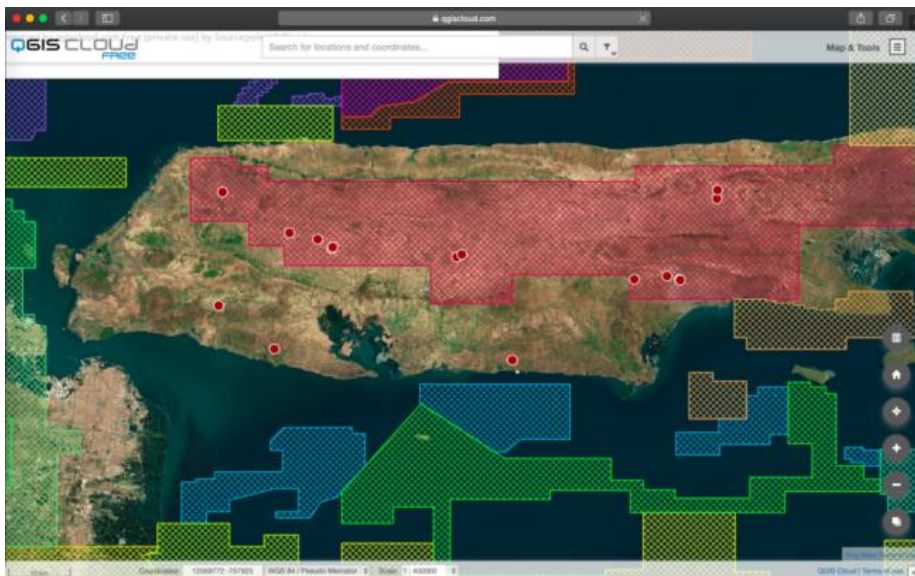


Gambar 1. Diagram Alir Rancangan Penelitian dalam Pembuatan *Webgis*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil pembuatan *webgis* yang juga dilakukan validasi lapang dengan data yang titik yang ada, kemudian diolah dengan menggunakan QGIS dan *tools QGIS Cloud*. Hasil memperlihatkan tampilan (*user interface*) yang dapat diakses melalui alamat laman https://qgiscloud.com/ashari/webgis_migasmadura/. Peta dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah peta dari *Bing Aerial Maps* yang diakses melalui QGIS. Titik merah merupakan sebaran lokasi pengeboran minyak dan gas bumi di Pulau Madura yang tersebar dari Kabupaten Bangkalan hingga Kabupaten Sumenep. Area yang diarsir merupakan wilayah pengelolaan (konsensi) oleh perusahaan migas baik BUMN maupun swasta. Dimana terdapat tiga titik yang berada diluar area konsensi. Hasil *webgis* menggunakan QGIS Cloud disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil *Webgis* Menggunakan QGIS Cloud

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kemampuan serta kecepatan webgis dalam membuka laman seperti yang dijelaskan oleh (Egri & Bayrak, 2014; Kidambi & Narayanan, 2013). Berdasarkan hasil dari pembuatan webgis menggunakan *QGIS cloud* yang dilakukan dengan dua cara. Pertama, membuka alamat laman *webgis* melalui perangkat komputer dan telepon seluler. Kedua, dilakukan untuk mengetahui kecepatan dan waktu tunggu (*loading*) dalam mengakses *webgis* yang telah dibuat, dan dengan menggunakan aplikasi yang telah disediakan dimana aplikasi tersebut dapat diakses secara gratis (Nadhom & Loskot, 2018; Presthus & Vatne, 2019; Rodríguez et al., 2017). Perangkat dan peramban yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perangkat dan Peramban yang Digunakan

Perangkat	Peramban	Status
Komputer	Google Chrome	Berhasil dan Berjalan Lancar
	Safari	Berhasil dan Berjalan Lancar
Telepon Seluler	Google Chrome	Berhasil dan Berjalan Lancar
	Peramban dari Telepon Seluler	Berhasil dan Berjalan Lancar

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa *webgis* dapat berjalan dengan lancar pada peramban yang digunakan. Dari hasil uji kecepatan laman *webgis* memiliki waktu yang lebih lama, hal ini dapat dilihat dari waktu yang dibutuhkan. Penelitian ini dengan menggunakan alat yang sama didapatkan skor 75% dengan waktu tunggu 64.4 detik. Dalam penelitian ini juga menambahkan alat uji dari *GeekFlare* dimana memperlihatkan hasil dari waktu tunggu yang lebih cepat dibandingkan alat uji lainnya, dan skor keseluruhan sebesar 62 %. Penggunaan alat uji dilakukan untuk mengevaluasi terhadap kemudahan akses dan penggunaannya. dalam penelitiannya menggunakan *Google Pagespeed* dan *Google Analytics* penggunaan alat uji keduanya, dan diketahui bahwa *google pagespeed* memberikan informasi terkait pengukuran perfoma dan kecepatan waktu tunggu oleh sebuah website. Sedangkan *google analytics*, menyediakan informasi detail terkait pengunjung ke *website* yang dituju oleh pengguna. Hasil pengujian kecepatan webgis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kecepatan *Webgis*

Alat Uji	Skor (%)	Waktu Tunggu (Detik)
GTmetrix	75	64.4
Google Pagespeed	25	11.5
Pingdom	90	7.26

Hasil survei lapang yang dilakukan, didapatkan informasi bahwa lokasi yang dituju berdasarkan koordinat dari titik-titik pengeboran sumur migas, diketahui saat ini sudah tidak lagi beroperasi. Seluruh lokasi pengeboran migas yang ada didarat saat ini sudah beralih fungsi menjadi tanah lapang ataupun perkarangan yang dimanfaatkan masyarakat sekitar sebagai kebun ataupun lahan pertanian. Rekam jejak dilokasi tersebut hanya dapat ditemui berupa tanda hak milik ataupun tanda lokasi tersebut, yang menandakan bahwa lokasi di titik tersebut pernah dilakukan pengeboran migas. Sumur migas yang telah ditinggalkan perlu ada penetapan status oleh pemerintah pusat maupun daerah, hal ini dimaksudkan untuk dapat dikelola dengan baik terhadap lahan yang telah ditinggalkan oleh pemilik sebelumnya dan tidak menimbulkan konflik kedepannya dengan masyarakat yang ada disekitar lokasi tersebut. Lokasi bekas eksplorasi sumur migas yang telah beralih fungsi disajikan pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5.



Gambar 3. Desa Prancak, Kec. Pasongsongan, Sumenep



Gambar 4. Desa Bung Baruh, Kec. Kadur, Pamekasan;



Gambar 5. Desa Gunongeleh, Kec. Kedundung, Sampang

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis, *webgis* yang dibuat dalam penelitian ini dilakukan untuk manajemen serta monitoring titik-titik lokasi dari rekam jejak pengeboran migas di Madura, untuk dapat juga memberikan gambaran kepada pemerintah daerah maupun pemerintah pusat untuk pengembangan kedepannya. Informasi akurat dari *webgis* terhadap kondisi nasional (Zhao & Chen, 2017). *Webgis* juga dapat berfungsi sebagai asset yang dimiliki, dengan melakukan manajemen asset tanah dan gedung oleh pemerintah Kota Madiun (M. Fargher, 2018; Hari Ginardi et al., 2017; Howell et al., 2019). *Webgis* juga dapat dilakukan dalam pengambilan keputusan oleh pemerintah, maupun perencanaan kedepannya untuk memberikan langkah strategies terhadap pembangunan (Grecea et al., 2016). Solusi untuk pengelolaan sumber energi terbarukan yang menghubungkan *relational database management system* (RDBMS) dengan *webgis* sehingga dapat memberikan saran kepada pemangku kepentingan nantinya (La Guardia et al., 2021).

QGIS cloud merupakan penyimpanan berbasis awan yang dapat memfasilitasi pengguna yang berada dimanapun. Dalam bidang spasial terdapat penyebutan SDI (*Spatial Data Infrastructure*), dimana hal tersebut merupakan media untuk berbagi data geospasial dari berbagai variasi pengguna (*stakeholders*) dari skala lokal hingga dunia (Barik et al., 2019). Penggunaan *cloud* saat ini memang sangat berperan dan diperlukan dalam perkembangan teknologi menggunakan *webgis* untuk kegiatan manajemen risiko kebencanaan (Capolupo et al., 2021; Widyagdo et al., 2019). Dalam penelitian ini dengan menggunakan

cloud dari *tools* di QGIS memudahkan pengguna untuk dapat mengakses *webgis*, serta kelebihan oleh pengembang *webgis* tidak memerlukan sistem penyimpanan yang besar dalam mengelola data geospasial. Keunggulan QGIS Cloud yang lainnya adalah dapat mengunggah data spasial langsung ke dalam awan (*cloud*) yang bersifat gratis, dan kemudian akan didapatkan alamat laman yang langsung dapat dilihat hasilnya. Sedangkan, kekurangan dari QGIS Cloud adalah perlu biaya berlangganan untuk dapat menyesuaikan alamat laman, tampilan *webgis* yang diinginkan sesuai keperluan dan kebutuhan. Teknologi *cloud computing* sendiri telah banyak dikembangkan hingga diintegrasikan dengan sistem informasi geografis, hal ini seperti yang dilakukan oleh (Xia et al., 2015) dalam mengoptimalkan *webgis* untuk mendapatkan performa terbaik.

Temuan ini diperkuat dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan webGIS dengan menerapkan layanan Google maps dan framework bootstrap; webGIS dapat diakses melalui browser internet (Sholikhah et al., 2019). Media *webgis* yang digunakan memiliki efektivitas yang lebih baik dalam pencapaian kemampuan berpikir spasial (Febrianto et al., 2021). Pembuatan aplikasi *webgis* menggunakan perangkat lunak yang bersifat terbuka dan dapat diakses (Costantino et al., 2020; Grizonnet et al., 2017). Penggunaan *cloud* dalam penelitian ini, data geospasial yang besar akan dengan mudah diunggah maupun diakses kapanpun dan dimanapun, serta penggunaannya yang relatif mudah dibandingkan dengan pembuatan basis data geospasial yang memerlukan integrasi lebih dari satu perangkat lunak. Aplikasi dan *plugin* dari QGIS *cloud* pada penelitian ini dapat dijalankan pada perangkat komputer dan telepon seluler, yang membedakannya adalah pada pengujian kecepatan diketahui waktu tunggu mencapai 64.4 detik yang artinya untuk dapat mengaksesnya membutuhkan koneksi internet yang stabil. Terkait *tools* atau *plugins* QGIS *cloud* memiliki kekurangan dimana pengembangan yang ingin mendapatkan hasil lebih atau seperti diinginkan maka perlu berlangganan. Sedangkan, kelebihan pada *tools* berbasis *cloud* tersebut setelah pengembang melakukan pengolahan data geospasial data tersebut dapat langsung diunggah dan disimpan tanpa memerlukan memori tambahan dalam penyimpanannya.

4. SIMPULAN

Penelitian ini dapat menjadi sumber pembaruan informasi data geospasial terkait rekam jejak eksplorasi migas yang dilakukan oleh perusahaan-perusahaan di Pulau Madura. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa lahan pengeboran sumur tidak sesuai dengan kondisi yang ada menurut data spasial dari instansi. Saran terkait penelitian lanjutan adalah dapat mengkombinasikan perangkat lunak QGIS dan bahasa pemrograman, untuk mendapatkan hasil yang diinginkan mengikuti perkembangan zaman dan dapat memberikan tampilan yang lebih menarik serta performa yang maksimal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdunaser, K. (2020). Spatio-temporal analysis of oil lake and oil-polluted surfaces from remote sensing data in one of the Libyan oil fields. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76992-5>.
- Agurto, G., Andrade, E., Tomalá, C., Domínguez, C., Guillén, P., Jaramillo, K., Lavorato, A., Condor-Lujan, B., Chalén, B., Avellaneda, K., Thomas, O., Sonnenholzner, S., Sánchez-Rodríguez, A., Pacheco, D., Choez, F., & Rodríguez, J. (2018). Neotropical Biodiversity Database and WebGIS: tools for integration and access to biodiversity information of invertebrates of the marine reserve “El Pelado” (REMAPE). *Neotropical Biodiversity*, 4(1), 173–178. <https://doi.org/10.1080/23766808.2018.1553380>.
- Anam, K., & Yunus, M. (2019). Android GIS-Based Information System Applying Dijkstra Algorithm For Finding The Nearest Tourist Spots in Sumenep District. *Ijconsist Journals*, 1(1), 1–5.
- Bahri, S., Midyanti, D. M., & Hidayati, R. (2020). Pemanfaatan QGIS Untuk Pemetaan Fasilitas Layanan Masyarakat Di Kota Pontianak. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 5(1), 70. <https://doi.org/10.24114/cess.v5i1.15666>.
- Barik, R. K., Dubey, H., Mankodiya, K., Sasane, S. A., & Misra, C. (2019). GeoFog4Health: a fog-based SDI framework for geospatial health big data analysis. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(2), 551–567. <https://doi.org/10.1007/s12652-018-0702-x>.
- Capolupo, A., Monterisi, C., Saponieri, A., Addona, F., Damiani, L., Archetti, R., & Tarantino, E. (2021). An interactive *webgis* framework for coastal erosion risk management. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/jmse9060567>.
- Cintya Prabandari, L. P., & Adhi Jaya, A. A. N. (2019). Sistem Informasi Kompilasi Data Tugas Akhir Politeknik Ganesha Guru. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 8(2). <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v8i2.21862>.

- Costantino, D., Angelini, M. G., Alfio, V. S., Claveri, M., & Settembrini, F. (2020). Implementation of a system WebGIS open-source for the protection and sustainable management of rural heritage. *Applied Geomatics*, 12(1), 41–54. <https://doi.org/10.1007/s12518-019-00275-6>.
- De Lázaro Torres, M. L., De Miguel González, R., & Yago, F. J. M. (2017). WebGIS and geospatial technologies for landscape education on personalized learning contexts. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(11). <https://doi.org/10.3390/ijgi6110350>.
- Egri, G., & Bayrak, C. (2014). The role of search engine optimization on keeping the user on the site. *Procedia Computer Science*, 36(C), 335–342. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2014.09.102>.
- Fargher, M. (2018). WebGIS for geography education: Towards a GeoCapabilities approach. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(3), 111. <https://doi.org/10.3390/ijgi7030111>.
- Fargher, Mary. (2018). WebGIS for geography education: Towards a GeoCapabilities approach. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/ijgi7030111>.
- Fauzia, Surinaidu, L., Rahman, A., & Ahmed, S. (2021). Distributed groundwater recharge potentials assessment based on GIS model and its dynamics in the crystalline rocks of South India. *Scientific Reports*, 11(1), 11772. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90898-w>.
- Febrianto, A. D., Purwanto, P., & Irawan, L. Y. (2021). Pengaruh penggunaan media Webgis Inarisk terhadap kemampuan berpikir spasial siswa pada materi mitigasi dan adaptasi bencana. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori, Dan Praktek Dalam Bidang Pendidikan Dan Ilmu Geografi*, 26(2), 73–84. <https://doi.org/10.17977/um017v26i22021p073>.
- Feng, X., Zhang, Z., & He, Y. (2012). Analysis on chemical industry park emergency drill escape paths based on WebGIS. *Procedia Engineering*, 45, 722–726. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.08.230>.
- Fortunato, A. B., Oliveira, A., Rogeiro, J., Tavares da Costa, R., Gomes, J. L., Li, K., de Jesus, G., Freire, P., Rilo, A., Mendes, A., Rodrigues, M., & Azevedo, A. (2017). Operational forecast framework applied to extreme sea levels at regional and local scales. *Journal of Operational Oceanography*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/1755876X.2016.1255471>.
- Franceschini, R., Rosi, A., Catani, F., & Casagli, N. (2022). Exploring a landslide inventory created by automated web data mining: the case of Italy. *Landslides*. <https://doi.org/10.1007/s10346-021-01799-y>.
- Gang, S. M., Choi, H. W., Kim, D. R., & Choung, Y. J. (2016). A Study on the Construction of the Unity 3D Engine Based on the WebGIS System for the Hydrological and Water Hazard Information Display. *Procedia Engineering*, 154, 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.431>.
- Gebreegziabher, T., Suryabagavan, K. V., & Kumar Raghuvanshi, T. (2021). WebGIS-based decision support system for soil erosion assessment in Legedadi watershed, Oromia Region, Ethiopia. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 00(00), 1–18. <https://doi.org/10.1080/24749508.2021.1924441>.
- Gozali, F., & Lo, B. (2012). Pemanfaatan Teknologi Open Source Dalam Pengembangan Proses Belajar Jarak Jauh di Perguruan Tinggi. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 1(1), 47–57. <https://doi.org/10.23887/janapati.v1i1.9767>.
- Grecea, C., Herban, S., & Vilceanu, C. B. (2016). WebGIS Solution for Urban Planning Strategies. *Procedia Engineering*, 161, 1625–1630. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.637>.
- Grizonnet, M., Michel, J., Poughon, V., Inglada, J., Savinaud, M., & Cresson, R. (2017). Orfeo ToolBox: open source processing of remote sensing images. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40965-017-0031-6>.
- Hari Ginardi, R. V., Gunawan, W., & Wardana, S. R. (2017). WebGIS for Asset Management of Land and Building of Madiun City Government. *Procedia Computer Science*, 124, 437–443. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.175>.
- Helmi, A. M., Farhan, M. S., & Nasr, M. M. (2018). A framework for integrating geospatial information systems and hybrid cloud computing. *Computers and Electrical Engineering*, 67, 145–158. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.03.027>.
- Hidayah, Z. (2019). Penerapan SIG dalam Menentukan Kondisi Kritis dan Model Rehabilitasi Ekosistem Bakau pada Daerah Pesisir Selatan Pamekasan, Madura [GIS Application to Determine Critical Condition and Rehabilitation Model of Mangrove Ecosystem in Southern Coast of Pameka. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 7(1), 79. <https://doi.org/10.20473/jipk.v7i1.11238>.
- Hidayah, Z., & Wiyanto, D. B. (2021). Pemodelan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Kesesuaian Wilayah Perairan dan Pesisir Selat Madura. *Rekayasa*, 14(1), 17–25. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i1.9987>.
- Howell, R. G., Petersen, S. L., Balzotti, C. S., Rogers, P. C., Jackson, M. W., & Hedrich, A. E. (2019). Using WebGIS to Develop a Spatial Bibliography for Organizing, Mapping, and Disseminating Research Information: A Case Study of Quaking Aspen. *Rangelands*, 41(6), 244–247. <https://doi.org/10.1016/j.rala.2019.10.001>.

- Jing-wei, H. O. U., Ke-li, J. I. A., & Xue-jun, J. (2019). *Teaching evaluation on a WebGIS course based on dynamic self-adaptive teaching – learning-based optimization*. 0–2.
- Khan, M. J., & Hasan, S. A. (2020). GIS- Based Screening Model of Coastal City Karachi for Plantation of Biofuel Source. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61052-9>.
- Kidambi, P., & Narayanan, S. (2013). Personalized interactive storyboarding utilizing content based multimedia retrieval. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 12(PART 1), 526–532. <https://doi.org/10.3182/20130811-5-US-2037.00098>.
- Klug, H., Dabiri, Z., Hochwimmer, B., & Zalavari, P. (2012). Assessing drinking water consumption by inhabitants and tourists in the Alps using a WebGIS for information distribution. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 8(2), 50–70. <https://doi.org/10.1080/21513732.2012.680499>.
- La Guardia, M., D'ippolito, F., & Cellura, M. (2021). Construction of a webgis tool based on a gis semiautomated processing for the localization of p2g plants in sicily (Italy). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/ijgi10100671>.
- Li, Z. (2020). Pipeline spatial data modeling and pipeline webGIS: Digital oil and gas pipeline: Research and practice. In *Pipeline Spatial Data Modeling and Pipeline WebGIS: Digital Oil and Gas Pipeline: Research and Practice*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24240-4>.
- Lovelace, R. (2021). Open source tools for geographic analysis in transport planning. *Journal of Geographical Systems*, 23(4), 547–578. <https://doi.org/10.1007/s10109-020-00342-2>.
- Marra, W. A., Van De Grint, L., Alberti, K., & Karssenberg, D. (2017). Journal of Geography in Higher Education Using GIS in an Earth Sciences field course for quantitative exploration, data management and digital mapping Using GIS in an Earth Sciences field course for quantitative exploration, data management and digital mapping. *Journal of GeoGraphy in HiGher*, 41(2), 213–229. <https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1291587>.
- Mooney, P., & Juhász, L. (2020). Mapping COVID-19: How web-based maps contribute to the infodemic. In *Dialogues in Human Geography* (Vol. 10, Issue 2, pp. 265–270). <https://doi.org/10.1177/2043820620934926>.
- Nadhom, M., & Loskot, P. (2018). Survey of public data sources on the Internet usage and other Internet statistics. *Data in Brief*, 18, 1914–1929. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.04.107>.
- Pastor, M., Gómez-Tamayo, J. C., & Sanz, F. (2021). Flame: an open source framework for model development, hosting, and usage in production environments. *Journal of Cheminformatics*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13321-021-00509-z>.
- Piragnolo, M., Pirotti, F., Zanrosso, C., Lingua, E., & Grigolato, S. (2021). Responding to large-scale forest damage in an alpine environment with remote sensing, machine learning, and Web-GIS. *Remote Sensing*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/rs13081541>.
- Pramoedyo, H., Wayan, N. I., Wardhani, S., Saraswati, E., Rosilawati, R., & Matematika, J. (2012). Spatial Analysis and Multiple Regression Approach for Determining Soil Organic Material in Sampang Regency. *Natural B, Journal of Health and Environmental Sciences*, 1(1), 27–34.
- Presthus, W., & Vatne, D. M. (2019). 2 Wanda Presthus and Dina Marie Vatne. *Procedia Computer Science*, 164, 0–000. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.152>.
- Rodríguez, G., Perez, J., Cueva, S., & Torres, R. (2017). Accessibility and usability OCW data: The UTPL OCW. *Data in Brief*, 13, 582–586. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.06.007>.
- Russell, R., Paterson, M., Kumar, L., Taylor, S., & Lima, N. (2015). Future climate effects on suitability for growth of oil palms in Malaysia and Indonesia. *Nature Publishing Group*, 5, 14457. <https://doi.org/10.1038/srep14457>.
- Sciacca, E., Krokos, M., Bordiu, C., Brandt, C., Vitello, F., Bufano, F., Becciani, U., Raciti, M., Tudisco, G., Riggi, S., Topa, E., Azzi, S., Kyd, B., Mantovani, S., Vettorello, L., Tan, J., Quintana, J., Campos, R., Pina, N., ... Campos, R. (2022). Scientific Visualization on the Cloud: the NEANIAS Services towards EOSC Integration. *Journal of Grid Computing*, 20, 7. <https://doi.org/10.1007/s10723-022-09598-y>.
- Serrano-Estrada, L., Martin, T. J., & Marti, P. (2021). Understanding city dynamics: using geolocated social media in a problem-based activity as an investigative tool to enhance student learning. *Journal of Geography in Higher Education*. <https://doi.org/10.1080/03098265.2021.2004390>.
- Sholikhan, M., Prasetyo, S. Y. J., & Hartomo, K. D. (2019). Pemanfaatan WebGIS untuk Pemetaan Wilayah Rawan Longsor Kabupaten Boyolali dengan Metode Skoring dan Pembobotan. *JuTiSi*, 5(1). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v5i1.1588>.
- Tu, S., & Abdelguerfi, M. (2006). Web services for geographic information systems. *IEEE Internet Computing*, 10(5), 13–15. <https://doi.org/10.1109/MIC.2006.114>.

- Utomo, B. (2017). Sistem Pemantauan Siswa Sekolah Berbasis Web (Studi Kasus : Pondok Pesantren Darul Muttaqien). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Ilmu Komputer/Informatika*, 1(1), 1-7. <http://jom.unpak.ac.id/index.php/ilkom/article/view/493/468>.
- Valensise, G., Donda, F., Tamaro, A., Rosset, G., & Parolai, S. (2022). Gas fields and large shallow seismogenic reverse faults are anticorrelated. *Scientific Reports*, 12(1), 1827. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05732-8>.
- Voda, M., Kithiia, S., Jackiewicz, E., Du, Q., & Sarpe, C. A. (2019). Geosystems' Pathways to the Future of Sustainability. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50937-z>.
- Widarsono, B. (2013). Cadangan dan Produksi Gas Bumi Nasional : Sebuah Analisis atas Potensi dan Tantangannya National Natural Gas Reserves and Production : An Analysis on Potentials and Challenges. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 47, No.3(December 2013), 115-126.
- Widyagdo, B. A., Suprayogi, A., & Subiyanto, S. (2019). Sistem Informasi Geografis Sebaran Fasilitas Penunjang Pertanian Dan Peternakan Berbasis WEB (Studi Kasus : Kecamatan Dempet Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(3), 37-45.
- Xia, J., Yang, C., Liu, K., Gui, Z., Li, Z., Huang, Q., & Li, R. (2015). Adopting cloud computing to optimize spatial web portals for better performance to support Digital Earth and other global geospatial initiatives. *International Journal of Digital Earth*, 8(6), 451-475. <https://doi.org/10.1080/17538947.2014.929750>.
- Xianfu, F., Zhang, Z., & Yansong, H. E. (2012). Analysis on chemical industry park emergency drill escape paths based on WebGIS. *Procedia Engineering*, 45, 722-726. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.08.230>.
- Zhao, S., & Chen, T. (2017). Design and development of national geographic condition monitoring system based on WebGIS. *Geology*, 1(1), 12-18. <https://doi.org/10.1080/24749508.2017.1301054>.
- Zhu, Z., Wang, H., Gao, L., Gao, X., Meng, X., Xu, Y., & Xiao, J. (2021). Monitoring and early warning system of porcine pasteurellosis based on WebGIS. *Information Processing in Agriculture*, 8(1), 148-158. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.02.006>.