

Analisis Plugin QGIS2Web dalam Webmap Sarana Pendidikan di Kota Denpasar

I Gede Suardika

Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali
e-mail: suardika@stikom-bali.ac.id

Diajukan: 17 Januari 2024; Direvisi: 6 Februari 2024 ; Diterima: 7 Februari 2024

Abstrak

Informasi tentang fasilitas pendidikan sering kali tersebar dan tidak terintegrasi dengan baik. Webmap interaktif dapat menjadi solusi untuk masalah ini, membantu pemerintah dan lembaga terkait dalam merencanakan pembangunan atau peningkatan fasilitas secara merata. Sistem informasi geospasial yang akurat dan mudah diakses penting untuk berbagai keputusan, termasuk di bidang pendidikan. Webmap memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan mengeksplorasi informasi geospasial. Penelitian ini berfokus pada sarana pendidikan di Kota Denpasar, menggunakan plugin QGIS2Web pada perangkat lunak QGIS untuk mengembangkan webmap tersebut. Tiga webmap dibuat menggunakan library Leaflet, OpenLayers, dan MapBox, lalu dibandingkan dari segi perbedaan, kelebihan, kekurangan, visualisasi, dan fitur yang dihasilkan. Data mencakup 337 titik sarana pendidikan dengan atribut KATEGORI, NAMA_OBYEK, LINTANG, dan BUJUR. Penelitian ini menggunakan metode Literature Review, Data Collection, Pengembangan Webmap, Pengujian dan Analisis Webmap, serta Analisis Data dan Penarikan Kesimpulan. Hasil menunjukkan bahwa ketiga webmap memiliki tampilan yang mirip namun berbeda pada widget antarmuka. Plugin QGIS2Web mampu menghasilkan webmap dengan fitur zoom, geolokasi, pengukuran jarak, kolom pencarian, reset, dan popup. Namun, kekurangannya terletak pada ketiadaan halaman web, sehingga memerlukan program lain untuk publikasi webmap di internet.

Kata kunci: Sarana pendidikan, Library, Webmap, QGIS2Web.

Abstract

Information about educational facilities is often scattered and not well integrated. Interactive webmaps can be a solution to this problem, helping governments and related institutions plan the development or improvement of facilities evenly. Accurate and easily accessible geospatial information systems are important for various decisions, including in the field of education. Webmaps allow users to interact and explore geospatial information. This study focuses on educational facilities in Denpasar City, using the QGIS2Web plugin on QGIS software to develop the webmap. Three webmaps were created using the Leaflet, OpenLayers, and MapBox libraries, then compared in terms of differences, advantages, disadvantages, visualizations, and features produced. The data includes 337 points of educational facilities with the attributes CATEGORY, OBJECT_NAME, LATITUDE, and LONGITUDE. This study uses the Literature Review, Data Collection, Webmap Development, Webmap Testing and Analysis, and Data Analysis and Conclusion Drawing methods. The results show that the three webmaps have a similar appearance but different in the interface widget. The QGIS2Web plugin is able to produce webmaps with zoom, geolocation, distance measurement, search column, reset, and popup features. However, the drawback lies in the absence of a web page, so it requires another program to publish webmaps on the internet.

Keywords: Education facilities, Library, QGIS2Web, Webmap.

1. Pendahuluan

Banyak informasi tentang fasilitas pendidikan yang tersebar tetapi tidak terintegrasi dengan baik. Webmap yang interaktif bisa menjadi alat yang efektif untuk mengatasi masalah ini dengan menyediakan platform yang mudah diakses dan mudah dipahami. Webmap yang detail dapat mendukung pemerintah daerah dan lembaga terkait dalam mengidentifikasi area yang mungkin kekurangan infrastruktur pendidikan dan merencanakan pembangunan atau peningkatan fasilitas di area tersebut secara lebih merata. Sistem informasi geospasial yang akurat dan mudah diakses sangat penting untuk berbagai keputusan,

termasuk di bidang pendidikan. Kota Denpasar memerlukan sistem informasi geospasial yang bisa memberikan data yang tepat mengenai lokasi, jenis, dan fasilitas pendidikan. Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah kerangka kerja untuk memperoleh, mengelola, dan menganalisis data geospasial, dan dapat didefinisikan sebagai kumpulan beberapa komponen seperti perangkat keras, perangkat lunak, data, metodologi, dan manusia (operator dan pengguna), yang dapat memungkinkan analisis data geografis, mengaitkan informasi atribut dengan objek [1]. Peta SIG dapat dengan mudah dibagikan dan dimasukkan ke dalam aplikasi yang dapat diakses secara *online*. Peta berbasis web (*webmap*) bukan hanya sebagai peta yang tersedia secara *online*, tetapi juga berfungsi sebagai basisdata *online* dengan antarmuka (*interface*) mudah dipahami dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna [2]. Aplikasi *webmap* dibuat untuk memudahkan pengguna dalam menelusuri data dan memahami kondisi data secara spasial.

Webmap merupakan alat yang digunakan oleh pengguna untuk berinteraksi dan mengeksplorasi informasi geospasial. Untuk membuat informasi geospasial dapat diakses oleh pengguna, diperlukan antarmuka yang lebih sederhana sehingga dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Aplikasi *webmap* harus memiliki antarmuka seperti, alat navigasi, zoom, geser, pindahkan dan ubah skala [3]. Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah pengguna *webmap* meningkat karena fungsionalitas yang dikembangkan oleh pembuatnya dengan mempertimbangkan akses yang mudah, keragaman, dan aplikasi yang lebih cerdas dan terintegrasi dengan data spasial tematik [4]. Sebagian besar *webmap* dibuat menggunakan perangkat lunak sumber terbuka yaitu *QGIS Plugin* pada *QGIS* yang sangat diandalkan untuk membangun sebuah *webmap* adalah *QGIS2Web*.

QGIS2Web sangat diandalkan untuk membangun *webmap* karena kemudahan dan fungsinya. *QGIS2Web* menggunakan *library* dari *Leaflet*, *MapBox* dan *OpenLayers* untuk menyimpan *webmap*. *Leaflet* merupakan *library Javascript opensource* untuk membuat *webmap*. *Leaflet* pertama kali diluncurkan pada tahun 2011, dan mendukung platform seluler dan desktop dengan dukungan HTML5 dan CSS3. *Leaflet* adalah *library* paling populer untuk peta interaktif, dan digunakan bersama dengan *OpenLayers* dan *interface* dari *Application Programming Interface (API) Google Maps* di situs web terkenal seperti *FourSquare*, *Pinterest*, *Flickr*, dan lain-lain [5][6]. *Leaflet* memungkinkan pengguna untuk menampilkan *webmap* yang dihosting oleh server publik. *Leaflet* mendukung format GeoJSON, CSV (*Comma-Separated Values*), WKT (*Well-Known Text*), TopoJSON, GPX (*GPS eXchange Format*) [7]. *OpenLayers* adalah *library Javascript opensource* untuk menampilkan data peta di *browser* internet seperti peta mosaik dan dinamis. *OpenLayers* pertama kali diluncurkan pada tahun 2006 dan menyediakan API untuk membuat peta seperti *Google Maps* dan *Bing Maps* [8][9]. *Library OpenLayers* menyediakan lebih banyak fitur dibandingkan pustaka *Leaflet* seperti alat untuk kontrol peta. Sedangkan *library MapBox* dibuat pada tahun 2010 oleh kerator *Leaflet* yang memungkinkan pembuatan *webmap* yang dipersonalisasi untuk situs web dan aplikasi seperti *Foursquare*, *Lonely Planet*, dan *Facebook*. Hingga saat ini, *MapBox* secara signifikan telah berkontribusi terhadap kemajuan aplikasi pemetaan berbasis *web* secara *opensource* [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *webmap* menggunakan *plugin QGIS2Web*. Tiga *webmap* akan dibuat berdasarkan *library* dari *Leaflet*, *OpenLayers* dan *MapBox* kemudian akan dibandingkan dari segi perbedaannya, kelebihan dan kekurangannya, tampilan/visualisasi dan fitur *webmap* yang dihasilkan. Pemilihan ketiga *webmap* ini berdasarkan pertimbangan sebagai berikut. *Leaflet* adalah *library open-source* yang sangat populer untuk membuat *webmap* interaktif. Karena kesederhanaannya dan ukuran file yang kecil, *Leaflet* banyak digunakan oleh pengembang yang membutuhkan solusi cepat dan ringan untuk menampilkan peta interaktif. *OpenLayers* juga merupakan *library open-source* yang digunakan untuk membuat peta web yang lebih kompleks. *OpenLayers* memiliki fungsi yang lebih beragam dan fleksibel, sehingga cocok untuk aplikasi yang membutuhkan manipulasi data geospasial yang lebih canggih. *MapBox* menawarkan solusi yang lebih pro dengan peta yang sangat customizable dan performa yang tinggi. Meskipun tidak sepenuhnya *open-source* (memiliki layanan berbayar), *MapBox* sering dipilih untuk proyek besar yang membutuhkan peta dengan visualisasi dan fitur yang lebih kaya. Mengetahui kelebihan dan kekurangan dari ketiga *library* ini sangat penting untuk menentukan pilihan yang paling sesuai dengan kebutuhan proyek. *Leaflet* mungkin unggul dalam kemudahan penggunaan dan keringanan, sementara *OpenLayers* unggul dalam fleksibilitas dan fitur. Sedangkan *MapBox* unggul dalam tampilan visual dan performa untuk aplikasi skala besar. Masing-masing *library* menawarkan fitur yang berbeda, seperti pencarian alamat, penandaan lokasi, pengelolaan layer, dan lain-lain. Perbandingan ini dapat membantu menentukan *library* mana yang menawarkan fitur yang paling mendekati kebutuhan proyek.

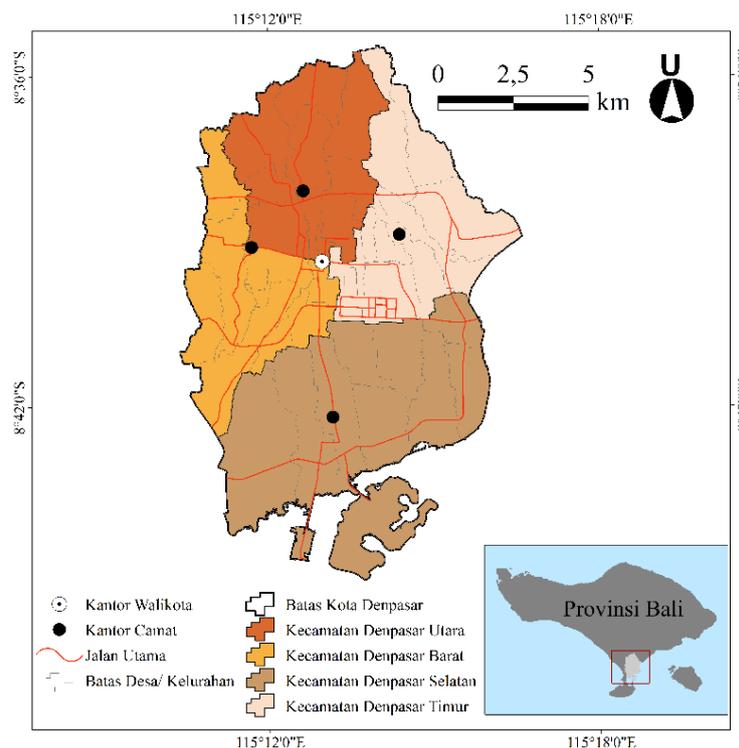
Penelitian ini mengambil tema tentang sarana pendidikan di Kota Denpasar. Pendidikan merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan sebuah daerah. Akses yang mudah dan informasi yang akurat mengenai sarana pendidikan akan sangat membantu masyarakat dan pemerintah dalam memastikan bahwa kebutuhan pendidikan terpenuhi untuk semua lapisan masyarakat. Informasi mengenai

sarana pendidikan yang tersebar di berbagai sumber sering kali tidak terintegrasi dengan baik. Pengembangan *webmap* yang berisi data spasial sarana pendidikan dapat menyediakan platform terintegrasi dan *up-to-date* yang dapat diakses oleh berbagai pemangku kepentingan. Informasi yang akurat tentang sarana pendidikan dapat membantu siswa dan orang tua dalam mengambil keputusan mengenai pendidikan. Misalnya, mereka dapat memilih sekolah berdasarkan lokasi, jenis fasilitas, atau kualitas pendidikan yang ditawarkan. Kota Denpasar sebagai Ibukota Provinsi dan sebagai salah satu pusat pariwisata di Provinsi Bali tentu memiliki jumlah penduduk yang tinggi, baik akibat kelahiran ataupun urbanisasi. Menurut data Badan Pusat Statistik Kota Denpasar [11], penduduk Kota Denpasar pada tahun 2021 adalah sebanyak 733.340 jiwa di mana 162.310 jiwa (22,13%) merupakan penduduk usia sekolah. Kondisi tersebut tentu membutuhkan sebuah alat yang dapat membagikan dan memvisualisasikan data sarana pendidikan secara spasial yang dapat membantu masyarakat mendapatkan informasi mengenai sarana pendidikan di Kota Denpasar.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah di Kota Denpasar, Provinsi Bali. Secara geografis wilayah Kota Denpasar berada antara $08^{\circ}35'31''$ - $08^{\circ}44'49''$ LS dan $115^{\circ}10'23''$ - $115^{\circ}16'27''$ BT dengan luas wilayah 127,78 Km². Batas-batas Kota Denpasar di sebelah utara dan selatan adalah Kabupaten Badung, sebelah timur berbatasan dengan Selat Badung dan di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Gianyar. Kota Denpasar memiliki luas wilayah 127,78 km² atau 2,27 % dari luas wilayah Provinsi Bali. Secara administrasi Kota Denpasar terdiri dari 4 wilayah kecamatan yang terbagi menjadi 27 desa dan 16 kelurahan [11]. Keempat kecamatan tersebut adalah Denpasar Utara, Denpasar Timur, Denpasar Barat dan Denpasar Selatan. Gambar 1 menampilkan Peta Lokasi Penelitian.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat berupa *QGIS Desktop 3.26.3* dengan penambahan *plugin QGIS2Web*. bahan yang digunakan adalah data spasial dalam format ESRI shapefile yang berupa data lokasi kantor pemerintahan, data jaringan jalan dan data administrasi yang didigitasi dari Peta Administrasi Kota Denpasar dari <https://www.denpasarkota.go.id/>.

Selain itu bahan penelitian adalah data sarana pendidikan dalam format excel yang didapatkan dari Dinas Pendidikan, Kepemudaan dan Olahraga Kota Denpasar. Koordinat dari sarana pendidikan tersebut

diperoleh dengan bantuan *Google Earth*. Koordinat yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi format *Keyhole Markup Language* (KML) yang kemudian dikonversi menjadi ESRI shapefile menggunakan *QGIS*. Data spasial sarana pendidikan Kota Denpasar diproyeksikan ke dalam sistem koordinat WGS84 (*World Geodetic System 1984*) dalam perangkat lunak *QGIS*. Tabel 1 menampilkan alat dan bahan penelitian.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian.

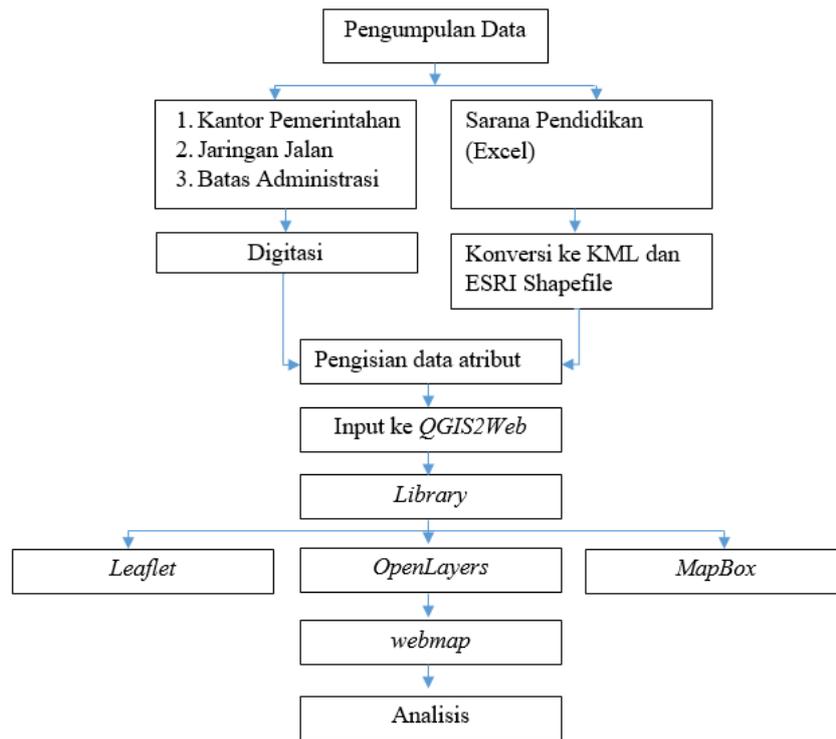
No	Jenis	Nama	Sumber	Fungsi
1	Alat	<i>QGIS</i> Google Earth	Pribadi Pribadi	Pengembangan <i>webmap</i> , digitasi dan <i>layout</i> peta Penentuan titik koordinat sarana pendidikan
2	Bahan	1. Lokasi kantor Pemerintahan	Peta Administrasi Kota Denpasar	Sebagai data dasar pada <i>webmap</i>
		2. Jaringan Jalan	Peta Administrasi Kota Denpasar	Sebagai data dasar pada <i>webmap</i>
		3. Batas Administrasi	Peta Administrasi Kota Denpasar	Sebagai data dasar pada <i>webmap</i>
		4. Data sarana pendidikan	Peta Administrasi Kota Denpasar	Sebagai data dasar pada <i>webmap</i>

2.3. Metodologi Penelitian

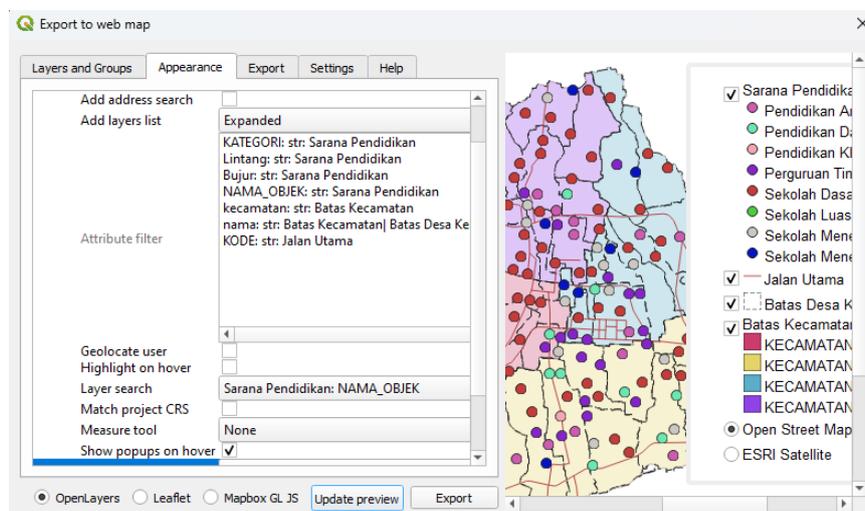
Pengembangan *webmap* pada penelitian ini dibagi menjadi empat tahap; yaitu, 1) inisiasi sistem, 2) analisis sistem, 3) perancangan sistem, dan 4) implementasi sistem [12]. Pengembangan sistem dilakukan dengan menggunakan *plugin QGIS2Web* pada *QGIS* menggunakan *library* dari *Leaflet*, *OpenLayers* dan *MapBox*. Untuk setiap *library*, dibandingkan perbedaannya, kelebihan dan kekurangannya, tampilan/visualisasi dan fitur *webmap* yang dihasilkan. Data untuk *webmap* dikumpulkan dari instansi pemerintah daerah di Kota Denpasar. Analisis data dibagi menjadi tiga langkah; yaitu, (1) identifikasi data, (2) pengumpulan data dan (3) entri data ke *webmap*. Gambar 2 menunjukkan diagram alir penelitian.

Pengembangan *webmap* menggunakan *plugin QGIS2Web* dimulai dengan memasukkan data spasial pada *QGIS* dan melakukan penyesuaian pada simbologi, label serta data atribut. Kemudian unduh dan instal *plugin QGIS2Web* pada *QGIS*. Proses mengunduh *plugin* dilakukan dengan dengan masuk ke menu “*Plugins*”. Langkah selanjutnya setelah mengakses *plugin QGIS2Web* lalu melakukan penyesuaian terhadap tampilan *webmap* yang akan digunakan pada *window “Export to Webmap”*. Penyesuaian pertama dilakukan pada menu *Layers and Group* untuk menyesuaikan apakah suatu *layer* menampilkan *popup* saat diklik atau tidak. Jika tidak, lapisan tersebut bahkan tidak dapat diklik. Kemudian untuk memilih apakah *layer* akan terlihat saat memuat peta. Kemudian menyesuaikan tampilan *webmap*, yaitu penambahan fitur-fitur yang terdiri dari pencarian alamat, filter atribut, lokasi pengguna, *highlight*, pencarian *layer*, alat pengukur, penyesuaian koordinat, dan penyesuaian template *webmap* secara *fullscreen* atau tidak. Kemudian ada pilihan lokasi ekspor dan pengaturan lain. Gambar 3 menampilkan tampilan *window “Export to Webmap”* dengan pilihan penyesuaian *webmap*.

Setelah selesai dengan pengaturan, dilanjutkan dengan melakukan ekspor data maka *plugin* akan mengirimkan data-data ke folder yang telah ditentukan. Folder tersebut berisi semua file dan folder pendukung, yaitu, gambar, layer dan lainnya dengan file *index* yang dapat membuka *webmap* pada *browser*. Alur kerja Sistem *webmap* dimulai ketika pengguna masuk ke sistem. Memasuki sistem akan memanggil *OpenStreetmap* dan *Google Satellite* bersama dengan data sarana pendidikan. Pengguna kemudian dapat mengakses peta secara *online*.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.



Gambar 3 Tampilan Window “Export to Webmap” dengan Pilihan Penyesuaian Webmap.

3. Hasil dan Pembahasan

Data spasial sarana pendidikan Kota Denpasar terdiri dari titik-titik lokasi sekolah dan perguruan tinggi sejumlah 337 titik. Sarana pendidikan yang ada kemudian dikategorikan menjadi 8 kategori, yaitu, Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar hingga Menengah/Yayasan, Pendidikan khusus, Sekolah Luar Biasa, Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, Sekolah Menengah Atas/ Kejuruan dan Perguruan Tinggi. Sarana pendidikan yang dikelola oleh yayasan atau swasta biasanya memiliki jejang pendidikan mulai dari tingkat dasar hingga menengah sehingga dimasukkan dalam satu kategori. Sarana pendidikan di Kota Denpasar yang terbanyak adalah Sekolah Dasar dengan jumlah 137 unit atau 40,65% dari total sarana pendidikan di Kota Denpasar, disusul Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) sejumlah 56 unit (16,62%) dan Perguruan Tinggi sejumlah 47 unit (13,95%). Tabel 2 menampilkan kategori sarana pendidikan di Kota Denpasar.

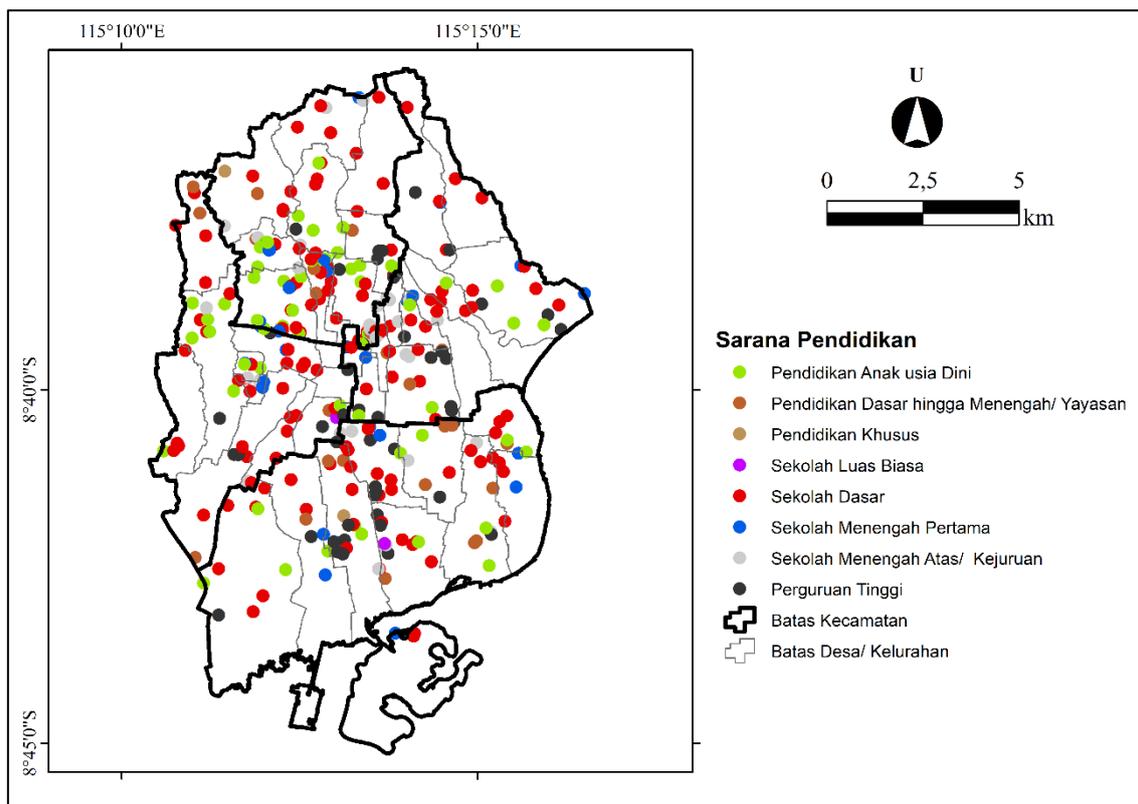
Atribut data spasial sarana pendidikan Kota Denpasar terdiri dari 4 field dengan judul KATEGORI, NAMA_OBYEK, LINTANG dan BUJUR. KATEGORI menampilkan kategori sarana pendidikan sesuai Tabel 2. NAMA_OBYEK menampilkan nama-nama sarana pendidikan, sedangkan LINTANG dan BUJUR menampilkan sistem koordinat *World Geodetic System 1984* (WGS 84) yang ditampilkan dalam format derajat, menit dan detik. Tabel 3 menampilkan atribut data spasial sarana pendidikan Kota Denpasar. Gambar 4 menampilkan Peta Sarana Pendidikan Kota Denpasar.

Tabel 2. Kategori Sarana Pendidikan di Kota Denpasar.

No	Kategori	Jumlah	%
1	Pendidikan Anak Usia Dini	56	16,62
2	Pendidikan Dasar hingga Menengah/ Yayasan	26	7,72
3	Pendidikan khusus	2	0,59
4	Sekolah Luar Biasa	2	0,59
5	Sekolah Dasar	137	40,65
6	Sekolah Menengah Pertama	33	9,79
7	Sekolah Menengah Atas/ Kejuruan	34	10,09
8	Perguruan Tinggi	47	13,95
TOTAL		337	100,00

Tabel 3. Atribut Data Spasial Sarana Pendidikan Kota Denpasar.

No	Nama Atribut	Tipe	Keterangan
1	KATEGORI	String	Data terkait kategori sarana pendidikan, mulai dari kategori “Sekolah Dasar” hingga “Perguruan Tinggi”
2	NAMA_OBYEK	String	Data terkait nama sarana pendidikan, missal, “SD 19 Pemecutan”
3	LINTANG	String	Data terkait koordinat lintang dari sarana pendidikan
4	BUJUR	String	Data terkait koordinat bujur dari sarana pendidikan

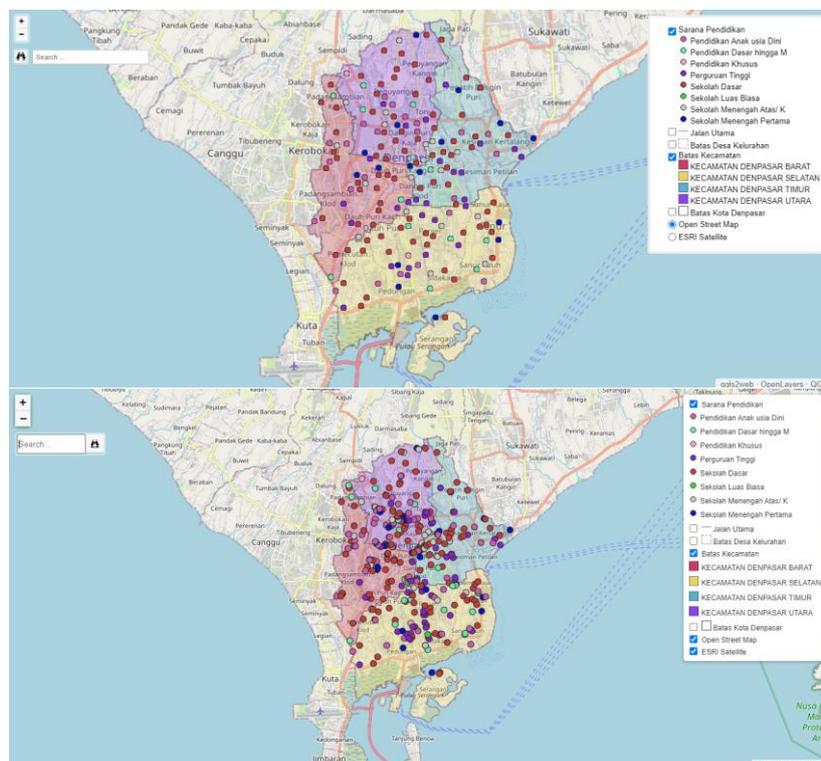


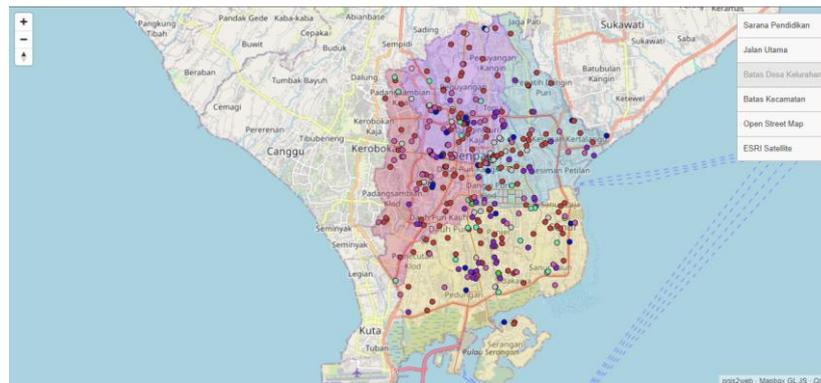
Gambar 4. Peta Sarana Pendidikan Kota Denpasar.

Tiga *webmap* dibuat berdasarkan *library* dari *Leaflet*, *OpenLayers* dan *MapBox* seperti yang ditampilkan pada Gambar 4. Ketiga *webmap* yang dihasilkan memiliki fitur memperbesar dan memperkecil peta (*zoom in* dan *zoom out*), pencarian berdasarkan nama sarana pendidikan, legenda dan basemap yang

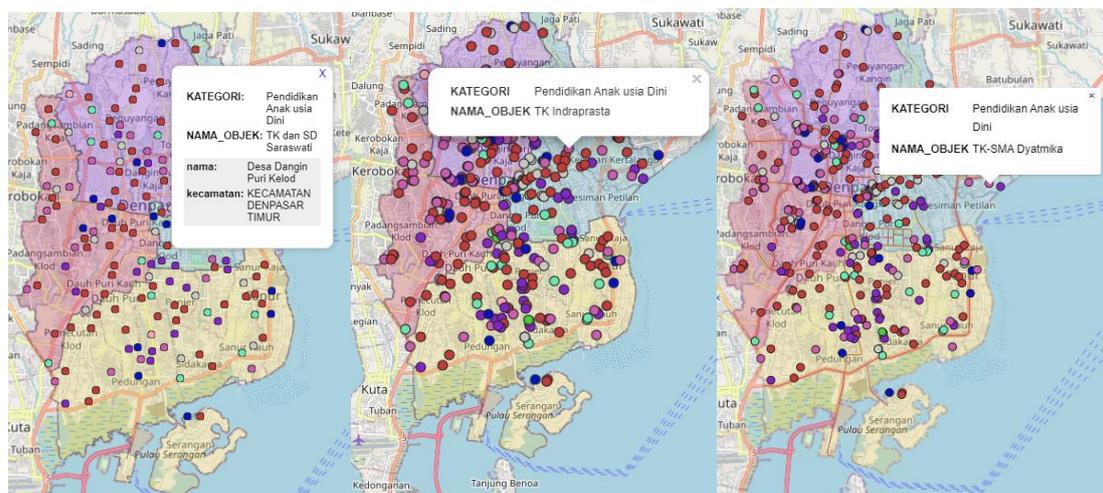
dinamis menggunakan *Openstreet Map* dan *Google satellite*. Data spasial yang melengkapi *webmap* yang dihasilkan berupa batas administratif dan jaringan jalan. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa visualisasi ketiga *library* ini sangat mirip, hanya memiliki *widget* antarmuka yang berbeda. Terlihat jelas perbedaan antara ketiga *library* ini adalah dari tampilan legenda peta. Legenda peta pada *library dari Leaflet, OpenLayers* yang terlihat lebih lengkap. Tampilan *Popup* di setiap *webmap* juga memiliki antarmuka yang berbeda. *Popup* yang tampak lebih jelas dan lengkap adalah popup dari *library Leaflet*. Kesamaan tampilan *webmap* yang dihasilkan menyebabkan kelengkapan fitur legenda *popups* yang menjadi pembeda. Fitur *popups* pada *library Leaflet* yang paling lengkap dan jelas. Gambar 5 menampilkan *popup* dari ketiga *library*.

Plugin QGIS2Web merupakan plugin yang sederhana untuk pengguna tanpa pengalaman *programming* ataupun pengalaman penggunaan *QGIS*, sehingga *QGIS2Web* menjadi *plugin* yang paling banyak digunakan oleh komunitas *opensource*. Hal tersebut didukung oleh penggunaan *QGIS* yang 100% gratis. *Plugin QGIS2Web* mampu menghasilkan *webmap* dengan fitur-fitur yang dapat digunakan untuk menambah kegunaan dari *webmap*, yaitu, memperbesar dan memperkecil (*zoom in* dan *zoom out*), geolokasi, pengukuran jarak, kolom pencarian, pengaturan ulang (*reset button*) dan *popups*. Kekurangan dari *plugin QGIS2Web* ini adalah tidak adanya halaman *web*, sehingga memerlukan program lain untuk mempublikasikan *webmap* di internet. Selain itu keterbatasan fitur yang diberikan oleh *plugin* ini menyebabkan *plugin QGIS2Web* ini belum dapat bersaing dengan *platform* berbayar, seperti *ArcGIS Online*. *Plugin* ini dapat menyediakan cara pemetaan kolaboratif yang sangat cepat dan efektif dengan fitur-fitur lengkap untuk mengembangkan *webmap* lengkap dinamis dan komunikatif [13][14].





Gambar 5. Visualisasi *Popup Webmap* Sarana Pendidikan Kota Denpasar menggunakan *Library Leaflet* (atas), *OpenLayers* (tengah) dan *MapBox* (bawah).



Gambar 6. Visualisasi *Popup Webmap* Sarana Pendidikan Kota Denpasar menggunakan *Library Leaflet* (kiri), *OpenLayers* (tengah) dan *MapBox* (kanan).

Meskipun *plugin QGIS2Web* dapat menyediakan metode pengembangan *webmap* secara cepat dan efektif dan dapat menjadi langkah awal yang baik bagi pengguna SIG yang belum memahami *programming* dan penggunaan *QGIS*. Saran yang dapat diberikan terkait pengembangan *plugin QGIS2Web* adalah pengembangan untuk menambahkan fitur-fitur tambahan khususnya fitur analisis spasial dan judul *webmap* serta meningkatkan tampilan *webmap* pada aplikasi seluler karena sangat penting bagi pengguna untuk bisa mengakses *webmap* melalui perangkat seluler. Saat ini, *webmap* dapat dirancang dan dikembangkan oleh semua orang, karena rancang bangun *webmap* sudah dapat dikerjakan tanpa dasar ilmu *programming*. *Library* yang diuji dalam penelitian ini memiliki tutorial dan informasi bagi pengguna sehingga pengguna dapat menggunakan *plugin QGIS2Web*.

4. Kesimpulan

Sarana pendidikan Kota Denpasar sejumlah 337 titik, di mana sarana pendidikan terbanyak adalah Sekolah Dasar dengan jumlah 137 unit atau 40,65% dari total sarana pendidikan di Kota Denpasar, disusul Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) sejumlah 56 unit (16,62%) dan Perguruan Tinggi sejumlah 47 unit (13,95%). Atribut data spasial sarana pendidikan Kota Denpasar terdiri dari 4 field dengan judul KATEGORI, NAMA_OBYEK, LINTANG dan Bujur. KATEGORI menampilkan kategori sarana pendidikan sesuai Tabel 2. NAMA_OBYEK menampilkan nama-nama sarana pendidikan, sedangkan LINTANG dan Bujur menampilkan sistem koordinat World Geodetic System 1984 (WGS 84).

Ketiga tampilan *webmap* yang dihasilkan sangat mirip, hanya memiliki *widget* antarmuka yang berbeda. Terlihat jelas perbedaan antara ketiga *webmap* adalah dari tampilan legenda peta dan *popup*. *Popup* yang tampak lebih jelas dan lengkap adalah *popup* dari *library Leaflet*. Kesamaan tampilan *webmap* yang dihasilkan menyebabkan kelengkapan fitur legenda dan *popups* yang menjadi pembeda.

Saran yang dapat diberikan terkait pengembangan *plugin QGIS2Web* adalah pengembangan untuk menambahkan fitur-fitur tambahan khususnya fitur analisis spasial dan judul *webmap* serta meningkatkan tampilan *webmap* pada aplikasi seluler karena sangat penting bagi pengguna untuk bisa mengakses *webmap* melalui perangkat seluler.

Daftar Pustaka

- [1] Hu, Y. & Li. W. "Spatial Data Infrastructures", The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge, John P. Wilson (ed.), 2007, <http://dx.doi.org/10.22224/gistbok/2017.2.1>.
- [2] Crampton, J, "Interactivity types in geographic visualization", *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 29, no. 5, pp 85-98, 2002.
- [3] Cartwright, W., Crampton, J., Gartner, G., Miller, S., Mitchell, K., Siekierska, E., & Wood, J." Geospatial Information Visualization User Interface Issues", *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 28, no. 1, pp 45–60, 2001. <https://doi.org/10.1559/152304001782173961>
- [4] Veenendaal, B., Brovelli, M., and Li, S. "Review of Web Mapping: Eras, Trends And Directions". *ISPRS International Journal of GeoInformation*, Vol. 6, No. 10, pp. 317, 2017. <https://doi.org/10.3390/ijgi6100317>
- [5] Gouta, L.D., "Comparative Evaluation of Servers and Libraries for Web Mapping Applications", *Master Thesis*, National Technical University Of Athens, School Of Rural And Surveying Engineering, Post-Graduate Program In Geoinformatics Cartography Laboratory, 2018.
- [6] Shahid, A.R., "Interface With Google Maps", *Master Thesis*, School of Mathematical and Computer Sciences, Heriot-Watt University, 2018
- [7] Horbiński, T. & Lorek, D,"The use of Leaflet and GeoJSON files for creating the interactive web map of the preindustrial state of the natural environment", *Journal of Spatial Science*, vol. 67, no. 31, 1-17. 2020. <https://doi.org/10.1080/14498596.2020.1713237>
- [8] Fleet, C. & Pridal, P, "Open source technologies for delivering historical maps online - case studies at the National Library of Scotland", *LIBER Quarterly*, vol. 22, no. 3, pp. 240, 2012, <https://doi.org/10.18352/lq.8052>
- [9] He, Y. Bi, Z. Tian, H. Duan, K. Wu, J. & Wang, H, Application of OpenLayers in marine information monitoring, *E3S Web of Conferences*, vol. 118, no.1, 2019, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911803006>
- [10] Rajabifard, A., Paez, D. & Foliente, G.(Eds), " The Role and Value of Geospatial Information and Technology in a Pandemic", in *OVID-19 Pandemic, Geospatial Information, and Community Resilience: Global Applications and Lessons*, Florida: CRC Press, Taylor and Francis, 2021, pp 3-10.
- [11] Badan Pusat Statistik Kota Denpasar. "*Kota Denpasar dalam Angka*". Denpasar: Badan Pusat Statistik, 2021
- [12] Whitten J.L, " *Systems Analysis and Design Methods*", New York: McGraw Hill, 2007.
- [13] Kholoshyn, I., Bondarenko, O., Hanchuk, O. & Shmeltser, E. "Cloud ArcGIS Online as an innovative tool for developing geoinformation competence with future geography teachers", *CTE Workshop Proceedings*, vol. 6, pp. 403 - 412, 2019. <https://doi.org/10.55056/cte.401>
- [14] Phantuwongraj, S., Chenrai, P. & Assawincharoenkij, T, "Pilot Study Using ArcGIS Online to Enhance Students' Learning Experience in Fieldwork", *Geosciences*, vol.11, no. 9, 2021, <https://doi.org/10.3390/geosciences11090357>