

**PENGEMBANGAN PETA SEBAR DATA KOLEKSI SDG TANAMAN PERTANIAN
DI INDONESIA BERBASIS WEB GIS DENGAN MENGGUNAKAN
KERANGKA KERJA Y-MODEL**

***Development of Scatter Map of Agriculture Plant Genetic Resources Based on Web- GIS
Y-Model Framework***

Endo Kristyono, Hakim Kurniawan, M.Sabran

*Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 3A, Cimanggu, Bogor 16111, Indonesia
Telp. (0251) 8337975 Fax. (0251) 8338820
E-mail : christiy.en@gmail.com*

(Makalah diterima 08 April 2022 - Disetujui 03 Juni 2022)

ABSTRAK

Sistem Informasi Geografis (SIG) peta sebar Sumber Daya Genetik (SDG) tanaman adalah Sistem Informasi yang dibangun untuk mendukung Bank Gen Sumber Daya Genetik Tanaman (SDGT) dalam mengelola data dan informasi sebaran SDG. Pengembangan aplikasi SIG berbasis web, biasanya menggunakan model dan metodologi pengembangan perangkat lunak yang dikenal dengan istilah *Software Development Life Cycle (SDLC)*. Namun demikian, pada pengembangan peta sebar ini digunakan Y-Model *Web GIS Development Methodology (YWDM)* yang merupakan kombinasi dari metode pengembangan perangkat lunak dalam kerangka SIG berbasis *Web*. Dengan model YWDM ini pengembangan *software* menjadi lebih mudah dikarenakan kebutuhan pengembangan perangkat lunak dengan spesifikasi spasial dapat terpenuhi dan terdefinisi dengan baik. Peta sebar dibuat menggunakan data SDG tanaman koleksi Bank Gen Pertanian, serta data SDG tanaman hasil inventarisasi di beberapa wilayah.

Kata kunci: Sumber Daya Genetik, Bank Gen Pertanian, WebGIS, YWDM

ABSTRACT

Geographic Information System (GIS) for agricultural genetic resources is a system to support Gene Bank in managing spatial data. The web-based GIS development process usually uses a software development model and methodology known as the Software Development Life Cycle (SDLC), but in this development the Y-Model Web GIS Development Methodology (YWDM) is used which is a combination of software development methodologies in the context of GIS development. With this YWDM model, software development becomes easier, the spatial system specification requirements are well met. The genetic resource map was created using available data from inventories of agricultural genetic resources at several locations and the collections of the Genetic Resources Bank of the Indonesian Agricultural Research and Development Agency.

Key words: Genetic Resources, Agriculture Gene Bank, WebGIS, YWDM

PENDAHULUAN

Kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk menjadi tantangan utama bagi pembangunan pertanian nasional. Oleh karena itu, produktivitas tanaman pangan harus ditingkatkan antara lain dengan meningkatkan toleransinya terhadap cekaman lingkungan, baik biotik maupun abiotik serta kualitas hasilnya sesuai dengan kebutuhan dan dinamika pola konsumsi masyarakat. Diperlukan sumber gen yang beragam untuk menghasilkan varietas-varietas yang secara spesifik memiliki karakteristik tersebut.

Indonesia adalah negara megabiodiversitas, tapi miskin koleksi sumber daya genetik (Sumarno, 2014). Bank Gen Pertanian yang ada di BB Biogen dibangun dengan biaya yang besar, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal untuk menyimpan keragaman yang besar tersebut. Pemulia tanaman juga lebih memilih untuk menggunakan koleksinya sendiri atau mengadakan pertukaran antar pemulia daripada menggunakan akses di Bank Gen Pertanian.

Salah satu faktor yang menyebabkan kurangnya minat para pemulia untuk mengakses koleksi sumber daya genetik tanaman adalah tidak tersedianya data akses sumber daya genetik yang akurat dan mudah dipahami. Data dan informasi mengenai akses SDG tanaman pertanian terutama yang ada dalam koleksi Bank Gen Pertanian belum sepenuhnya terinventarisasi. Semua data dan informasi tersebut perlu dihimpun, divalidasi, diverifikasi dan disajikan dalam bentuk yang informatif dan mudah dipahami.

Data dan informasi koleksi SDG Bank Gen Pertanian yang perlu disajikan meliputi: 1. Data morfo-agronomis yang disusun sesuai dengan deskriptor dari masing-masing komoditas (merujuk pada *Multi Crops Passport Descriptors* - MCPD) (Bioversity International, 2007); 2. Data hasil evaluasi ketahanan terhadap faktor biotik, toleransi terhadap faktor abiotik dan karakteristik mutu fungsional. merupakan data karakter tunggal yang diambil sebagai rerata hasil pengujian; 3. Data karakteristik molekuler mencakup data akses, primer/penanda molekuler yang digunakan dan jumlah alel dari masing-masing akses yang diuji.

Penyajian data secara spasial dianggap lebih mudah dipahami oleh pengguna dibandingkan dengan penyajian data berupa tekstual karena lebih menarik dan membantu interpretasi pola data dengan lebih cepat (Rosita & Sanjaya, 2017).

SIG adalah sistem informasi yang dapat digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mentransformasi dan menampilkan data spasial dari dunia nyata yang dapat dirujuk ke lokasi tertentu di bumi dalam bentuk digital sebagai sarana untuk mengungkap konten tersembunyi pada sebuah informasi geografis (Agrawal & Gupta,

2017; Jolaiya, 2020). Pengembangan SIG berbasis web biasanya menggunakan model dan metodologi pengembangan perangkat lunak yang dikenal dengan istilah *Software Development Life Cycle* (SDLC). Terdapat berbagai model SDLC yang dapat digunakan sebagai kerangka kerja dalam mengembangkan *software* (Ruparelia, 2010). Model SDLC yang digunakan di berbagai organisasi bergantung pada jenis *software* yang akan dikembangkan, kebutuhan dari *software* yang akan dikembangkan dan keterampilan programmer sebagai pengembang *software* (Sommerville, 2015).

Pendekatan sistematis yang digunakan dalam model proses rekayasa perangkat lunak harus mencakup empat aktivitas dasar yaitu: 1. Proses spesifikasi perangkat lunak dimana pengembang dan pengguna *software* mendefinisikan fungsi dan batasan operasi dari *software* yang akan dikembangkan; 2. Proses pengembangan perangkat lunak, pembuatan desain dan rancang bangun untuk memenuhi spesifikasinya, proses produksi *software* dengan pengkodean menggunakan bahasa pemrograman; 3. Proses validasi perangkat lunak; 4. Proses evolusi perangkat lunak untuk memenuhi perubahan-perubahan yang terjadi dan untuk mengakomodasi kebutuhan penggunaan *software* (Sommerville, 2015).

Dalam pengembangan peta sebar SDG tanaman ini digunakan Y-Model *Web GIS Development Methodology* (YMWD). YMWD adalah metode pengembangan GIS berbasis web. YWDM merupakan adaptasi dari metodologi pengembangan *software* yang ada yang kemudian diterapkan pada konteks pengembangan web GIS (Ananda *et al.*, 2016; Fauzi, 2020). Dengan model ini pengembangan *web GIS* menjadi lebih mudah, kebutuhan *software* dengan spesifikasi spasial dapat terpenuhi dan terdefinisi dengan baik

BAHAN DAN METODE

YWDM digunakan sebagai sebuah kerangka kerja dalam proses pengembangan *web GIS* di Bank Gen Pertanian. Berikut adalah proses pengembangan *web GIS* dengan menggunakan model YWDM (Gambar 1).

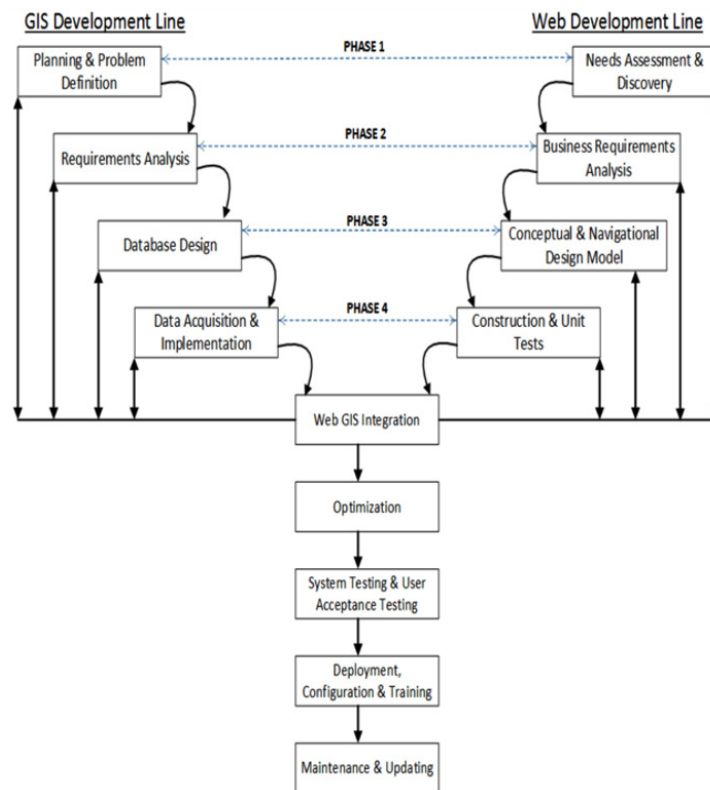
Fase 1, merupakan tahap awal dalam pengembangan *web GIS* yaitu mendefinisikan ruang lingkup masalah yang akan diselesaikan dengan pengembangan *web GIS*.

Setelah dilakukan analisa terhadap sistem yang sedang berjalan dapat diketahui bahwa *website* Bank Gen Pertanian belum dapat menyajikan data dan informasi mengenai penyebaran SDG tanaman di Indonesia, sehingga definisi ruang lingkup masalah yang akan diselesaikan adalah bagaimana menyajikan data dan informasi akses SDG tanaman yang tersebar di seluruh Indonesia dalam bentuk peta sebar pada *website* Bank Gen Pertanian.

Fase 2, merupakan tahap analisis kebutuhan pengembangan sistem yaitu mendefinisikan spesifikasi dan kebutuhan web GIS. *Website* Bank Gen Pertanian saat ini berbasis *open source Content Management System* (CMS). Pengembangan *website* dengan menggunakan CMS memberikan kemudahan dalam membangun sebuah sistem informasi dengan memberikan solusi yang siap pakai (Farooq *et al.*, 2012). *WordPress* adalah sebuah CMS *open source* yang sangat populer digunakan sebagai *blog engine* saat ini (Farooq *et al.*, 2012; W3Techs, 2021). *WordPress* dibangun dengan bahasa pemrograman PHP dan *database relational* MySQL. Sebagai sebuah CMS, *WordPress* mampu dikembangkan lebih luas lagi untuk menyesuaikan kebutuhan penggunaannya dengan

memanfaatkan *plugin*.

Plugin adalah *software* tambahan yang dikembangkan dengan tujuan untuk memperkaya fungsi dan fitur *website* berbasis CMS. *WordPress* menyediakan berbagai *plugin* baik berbayar maupun gratis yang dapat diunduh melalui berbagai *marketplace WordPress* yang ada. Agar fungsi sebuah *plugin* sejalan dengan kebutuhan dan tujuan bisnis pengembangan sebuah sistem atau *software*, serta untuk menjamin keamanannya, pengembangan sebuah *plugin* dapat dilakukan secara *in-house*. *Web GIS* peta sebar SDG tanaman pertanian ini berupa *plugin* yang terintegrasi dengan *website* Bank Gen Pertanian sehingga dapat memperluas layanan dan fungsi *website* Bank Gen Pertanian yang berbasis *WordPress*. (Tabel 1).



Gambar 1. Y-Model *Web GIS Development Methodology*

Tabel 1. Kebutuhan fungsional *plugin* yang akan dikembangkan

No	Kode	Kebutuhan Fungsional
1	FR01	<i>Plugin</i> dapat terintegrasi dengan API SDGT pertanian
2	FR02	<i>Plugin</i> dapat menampilkan data koordinat dalam map layer
3	FR03	<i>Plugin</i> dapat menambahkan data paspor berikut data spasial pada <i>database</i> spasial SDGT pertanian
4	FR04	<i>Plugin</i> dapat mengupdate data paspor SDGT pertanian sesuai <i>user</i> authorisasinya (administrator) pada <i>database</i> spasial SDGT pertanian
5	FR05	<i>Plugin</i> dapat menghapus data aksesori pada <i>database</i> spasial SDGT pertanian

Untuk mengembangkan *plugin* peta sebar SDG tanaman pertanian diperlukan beberapa kebutuhan dan spesifikasi pengembangan sistem (Tabel 2).

Fase 3, proses perancangan model konseptual dan navigasi sistem. Pemodelan adalah aktivitas penting dalam perancangan perangkat lunak. Model konseptual adalah model yang menggambarkan sistem secara keseluruhan dengan menggunakan diagram pemodelan. Pada fase ini juga proses perancangan *database* dilakukan.

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa pemodelan yang digunakan sebagai standar dalam pemodelan berorientasi objek. UML akan digunakan untuk pemodelan spesifikasi dan dokumentasi rancangan pengembangan *web* GIS. Arsitektur perancangan *plugin* peta sebar SDG tanaman pertanian berbasis SIG menggambarkan hubungan antara komponen pada *website* Bank Gen Pertanian (Gambar 2)

Use case diagram adalah diagram UML yang digunakan untuk menggambarkan hubungan dan interaksi yang terjadi dari aktor-aktor yang terlibat dengan komponen-komponen dalam sebuah sistem yang sedang dibangun (Gambar 3).

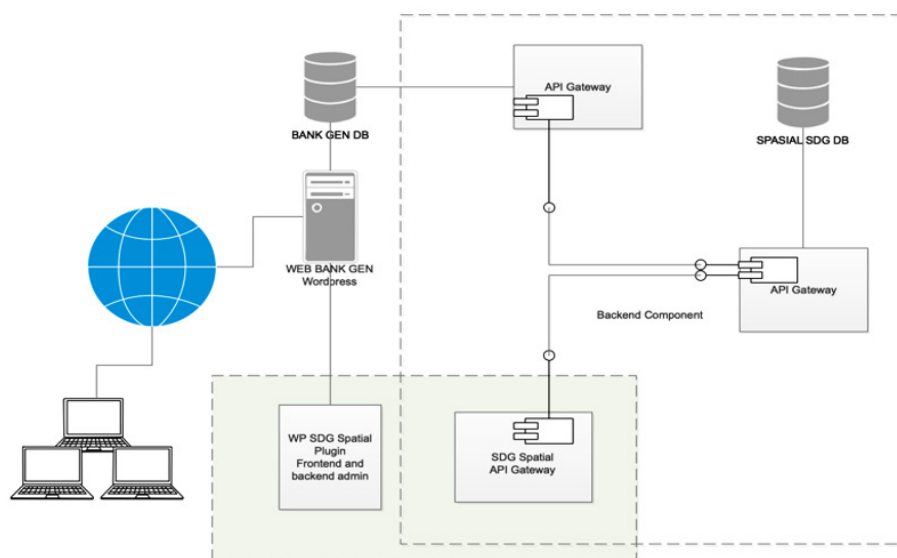
Sequence diagram adalah UML yang digunakan untuk menggambarkan bagaimana aktifitas atau rangkaian langkah-langkah yang dilakukan sebagai respon dari sebuah *event* (Gambar 4).

Untuk menggambarkan model perancangan *database* digunakan UML class diagram (Gambar 5). *Class diagram* menggambarkan struktur model data dalam *database* dengan menunjukkan *sistem class*, atributnya, metode, dan hubungan antar objek.

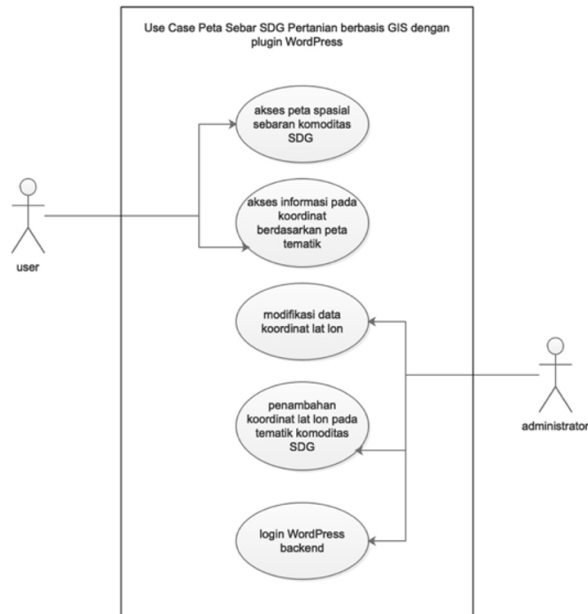
Database pengelolaan SDG tanaman pertanian terdiri dari dua bagian utama yaitu data paspor dan data karakterisasi. Data paspor memuat informasi identitas aksesori SDG dan informasi umum lainnya,

Tabel 2. Kebutuhan Sistem Pada Pengembangan WebGIS Peta Sebar SDGT Pertanian

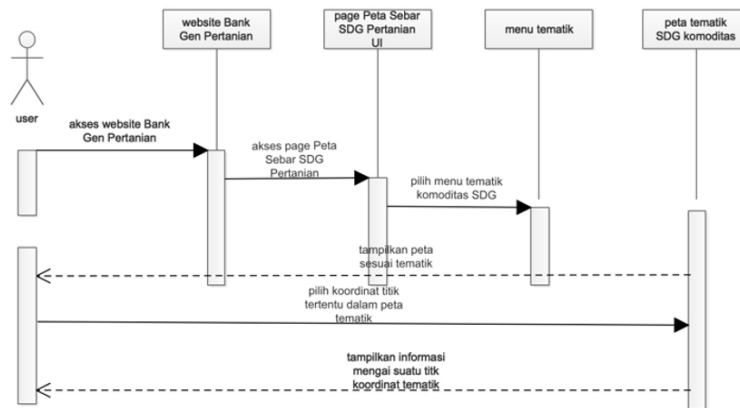
No	Kebutuhan Pengembangan Sistem
1	Server Bank Gen pada Pusdatin Kementan
2	CMS WordPress pada Website Bank Gen versi 5.8.2
3	PHP Programming Language versi 7.2.24
4	MySQL Relational Databases versi 5.0.12
5	Visual Code Editor versi 1.62.3
6	Leaflet.js <i>Framework</i> pemetaan spasial berbasis <i>open source</i> versi 2.0.2
7	Bootsrap <i>Front-end Framework open source</i> versi 4.6.1
8	JQuery.js <i>Framework javascript</i> versi 3.6.0
9	Python versi 3.8.5
10	Django <i>Framework</i> versi 3.1.13
11	Restful API <i>framework</i> berbasis Django <i>Framework</i> versi 3.12.4
	<i>Rest Framework</i>



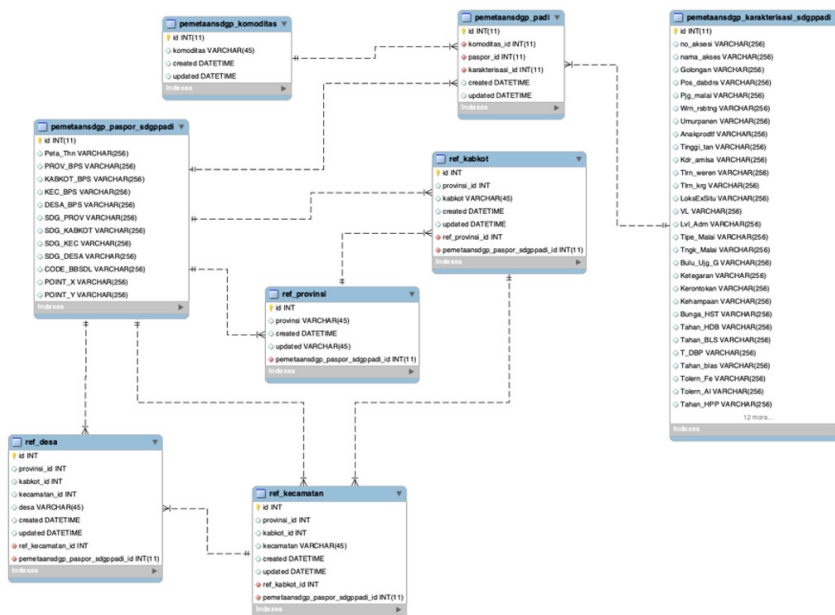
Gambar 2. Arsitektur *Plugin* Peta Sebar SDGT Pertanian Berbasis SIG



Gambar 3. Diagram *Use Case* Peta Sebar SDGT Pertanian



Gambar 4. *Sequence Diagram* Akses *Plugin* oleh Pengguna



Gambar 5. *Class Diagram* Database Komoditas Padi

data karakterisasi merupakan data karakteristik *morfo-agronomis* dan data hasil kegiatan evaluasi. Data karakterisasi memiliki atribut data berbeda-beda yang bergantung pada jenis komoditas dengan merujuk pada deskriptor standar dari komoditas SDG tanaman (Kurniawan *et al.*, 2005).

Interoperabilitas adalah salah satu tren *software* saat ini, sebuah sistem dapat terdiri dari berbagai *platform* yang berbeda-beda. Diperlukan kemampuan integrasi antara berbagai *platform* yang berbeda tersebut untuk dapat saling mengirimkan informasi. Oleh karena itu, interoperabilitas, atau kemampuan berbagai jenis *software* untuk saling bekerja sama dan berkomunikasi satu sama lain sangat penting. Solusi yang mudah untuk interoperabilitas dapat dengan menggunakan RESTful *Application Programming Interface* (API) (Kristiyono & Girsang, 2021).

Database peta sebar SDG tanaman akan diakses melalui API *Endpoints*. API digunakan untuk integrasi data antara sistem yang berbeda (Tabel 3).

Fase 4, proses pengumpulan data spasial dilakukan pada fase ini. Data dikumpulkan dengan menggunakan berbagai pendekatan antara lain: survei lapang, penggunaan data satelit, penggunaan GPS dan lain-lain. Data yang telah dikumpulkan kemudian direpresentasikan dalam skema *database* yang telah dirancang sebelumnya. Pada fase ini juga dilakukan proses pengkodean *plugin*.

Data yang digunakan dalam pengembangan *web GIS* SDG tanaman pertanian adalah data sekunder hasil kegiatan inventarisasi SDG tanaman pada waktu sebelumnya (Sutoro, 2013). Data hasil inventarisasi SDG

tanaman pertanian dari tahun 2013 sampai dengan awal tahun 2015 menunjukkan jumlah titik pada beberapa komoditas pertanian (Tabel 4).

Pengembangan *plugin WordPress* menggunakan bahasa pemrograman PHP, javascript, dan jquery. Untuk mengakses *endpoint* dari API digunakan ajax call untuk list atau *read data, create data, update data, dan delete data*. Berikut adalah *script* untuk membaca data SDG tanaman pada API komoditas padi dengan menggunakan *verb GET*.

```
const url = 'http://103.18.76.28:8081/en/api/sdgppadi-list/';
mapLink = '<a href="http://openstreetmap.org">OpenStreetMap</a>';
L.tileLayer('http://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png', {
  attribution: '&copy; ' + mapLink + ' Contributors',
  maxZoom: 18,
}).addTo(map);
$.getJSON(url, function(data) {
  datasdg = data;
  for (var i = 0; i < datasdg.length; i++) {
    var lat = datasdg[i]['POINT_Y'];
    var lon = datasdg[i]['POINT_X'];
    marker = new L.circle([lat, lon], {
      radius: 500, color: 'red'
    });
  }
});
```

Tabel 3. Daftar API Pada Database Komoditas Padi

No	API ID	Operations	Verb	Nouns
1	C01API01	<i>Get all API command</i>	GET	http://103.18.76.28:8081/en/api/
2	C01API02	<i>List all SDGTP Padi</i>	GET	/sdgppadi-list/
3	C01API03	<i>Read detail SDGTP Padi</i>	GET	/sdgppadi-detail/<int:id>/
4	C01API04	<i>Update SDGTP Padi</i>	PUT	/sdgppadi-update/<int:id>/
5	C01API05	<i>Delete SDGTP Padi</i>	DEL	/sdgppadi-delete/<int:id>/
6	C01API05	<i>Create SDGTP Padi</i>	POST	/sdgppadi-create/

Tabel 4. Data Inventarisasi SDGT Pertanian

No	Tematik Peta	Jumlah Titik
1	SDG Padi	1239
2	SDG Ubi Jalar	95
3	SDG Ubi Minor Medan	175
4	SDG Ubi Kayu Medan	47
5	SDG Hortikultura	811
6	Inventarisasi SDGT Banten tahun 2013	167
7	Inventori SDGT dari 33 Provinsi tahun 2015	24251

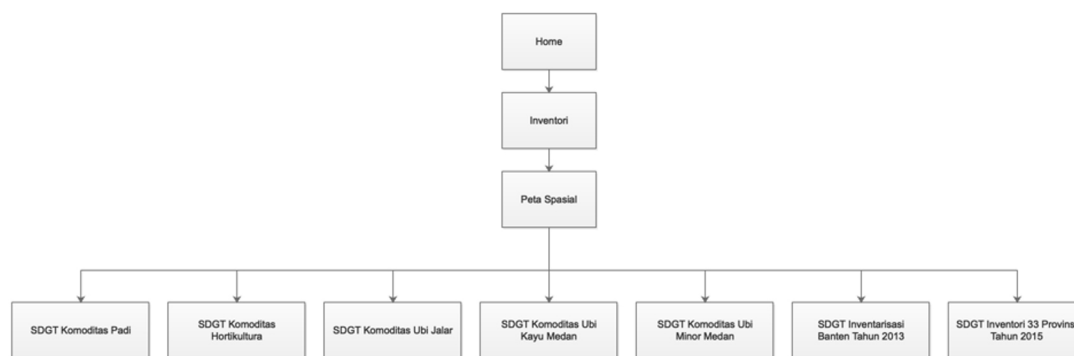
Hasil dari permohonan data tersebut berupa *list data* yang akan ditampilkan pada *layer map* dengan menggunakan *leaflet.js*. Permohonan *API call* untuk manipulasi data juga dilengkapi dengan *token authentication* untuk menjamin keamanan akses datanya. Diagram navigasi *web* dari *plugin web* GIS peta sebar SDG tanaman pertanian menggambarkan bagaimana seluruh fitur data pemetaan pada *plugin* dan bagaimana *user* akan bernavigasi antara laman *website* (Gambar 6).

Fase 5, merupakan tahap integrasi sistem secara menyeluruh. Proses integrasi melibatkan antar muka berbagai komponen sistem. Proses migrasi dari lingkungan pengembangan ke operasional dapat menyebabkan berbagai masalah. Pada tahap ini pengujian dilakukan untuk memastikan tidak ada masalah kompatibilitas dan memastikan optimasi kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian dengan metode

black box dilakukan untuk mastikan sistem sesuai dengan perencanaan dan spesifikasinya. Proses pemeliharaan akan dilakukan secara berkala selama sistem bekerja dan beroperasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dengan metode *black box* dilakukan untuk mastikan sistem sesuai dengan perencanaan dan spesifikasinya. Proses pemeliharaan akan dilakukan secara berkala selama sistem bekerja dan beroperasi. Hasil pengujian terhadap *API database* SDG tanaman pertanian menunjukkan kinerja akses yang baik (Tabel 5). Hasil pengujian *black box* pada *plugin web* GIS menunjukkan fungsi *API* berjalan sesuai dengan perencanaannya (Tabel 6).



Gambar 6. Web Navigation Diagram

Tabel 5. Hasil Pengujian Terhadap API Database SDGT Pertanian

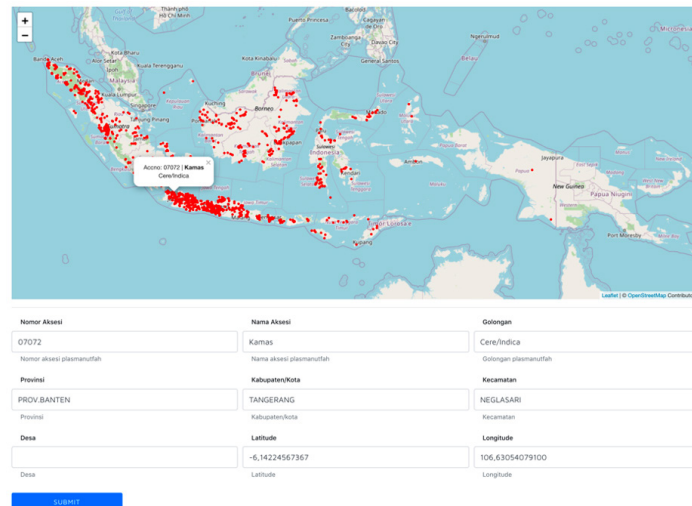
No	API ID	Verb	API Path	Time/Size	Result
1	C01API01	GET	http://103.18.76.28:8081/en/api/	122ms/1200B	Pass
2	C01API02	GET	/sdgppadi-list/	6,31s/1717,3KB	Pass
3	C01API03	GET	/sdgppadi-detail/<int:id>/	367ms/1393B	Pass
4	C01API04	PUT	/sdgppadi-update/<int:id>/	306ms/1400B	Pass
5	C01API05	DEL	/sdgppadi-delete/<int:id>/	243ms/27B	Pass
6	C01API05	POST	/sdgppadi-create/	133ms/1074B	Pass

Tabel 6. Hasil Pengujian *Black Box* Pada *Plugin* WebGIS

No	FR ID	Test ID	Functional Test Scenario	Result
1	FR01	FR01T01	Seluruh <i>endpoint</i> dapat diakses sesuai dengan <i>method call</i> -nya	Pass
2	FR02	FR02T01	Data plotting koordinat Lat, Lon dapat ditampilkan pada peta berupa <i>icon marker</i>	Pass
3	FR03	FR03T01	User dapat menambahkan data paspor berikut data spasial pada database	Pass
4	FR04	FR04T01	User dapat mengupdate data paspor SDGT pertanian pada database	Pass
5	FR05	FR05T01	User dapat menghapus data aksesi pada database	Pass

Peta sebar sumber da]Informasi mengenai keragaman dan status SDG tanaman pertanian di Indonesia sangat diperlukan sebagai dasar perumusan kebijakan pengelolaan dan pemanfaatan SDG pertanian. Untuk itu, diperlukan peta spasial sebaran SDG tanaman pertanian di Indonesia yang menyajikan informasi

mengenai penyebaran SDG tanaman pertanian lokal dan informasi inventarisasi SDG tanaman pertanian lokal di Indonesia. Dalam jangka panjang, peta sebaran SDG tanaman pertanian ini dapat membantu memonitor erosi genetik atau hilangnya SDG tanaman pertanian sehingga kegiatan mitigasi dapat dilakukan sebelumnya.



Nomor Akses	Nama Akses	Golongan
07072	Kamas	Cere/Indica
Nomor akses plasmanutufah	Nama akses plasmanutufah	Golongan plasmanutufah
PROV.BANTEN	Kabupaten/Kota	Kecamatan
Provinsi	TANGERANG	NEGLASARI
Desa	Kabupaten/Kota	Kecamatan
Desa	Latitude	Longitude
	-6,14224567367	106,63054079100
	Latitude	Longitude

Simpan

Gambar 7. Tampilan Entri *Web GIS* Peta Sebar SDG Tanaman Pertanian



SDG_DESA	QID	PETA_Thm	NO_AKSES	NAMA_AKSES	DESA_LAMA	KEC_LAMA	KAB
hull	undefined	2012,000000	07072	Kamas	hull	Neglasari	Tan
PROV_BPS	KABUPATEN_BPS	KEC_BPS	DESA_BPS	GOLONGAN	POLENDARA	PUL_MALAI	WIR
PROV.BANTEN	TANGERANG	NEGLASARI		Cere/Indica	Selang 80-800	27000000	
ANAKPRODTY	TINDA, TAN	KOR, ANA, SA	TUR, AN, WEN	TUR, KIR	LOKSEKSTU	VL	FIS
11	148	25,000000	9	Peta	hull	hull	hull
KABUPATEN	KECND	DEKAND	SDG_PROV	SDG_KAB	SDG_KEC	SDG_DESA_3	LVL
71	001	000			367001000		2
TYPE_MALAI	TINDA_MALAI	BUKA(,JAL, S	KETEGARAN	KERONTOKAN	KEMAMPUAN	BUNDA_HST	Tan
Selang	Ratur	Tanpa Bula	Ratur	x	Tinggi	Tinggi	x
T_DAP	Tanah, BLAS	TOLERAN, FE	TOLERAN, AL	Tanah, HPP	HDL, DUK, A	HDL, DRUP, B	EXO
x	x	x	x	x			
STK, SAKAH	AKSA, NAB	KO, PROTER	KODE, SDG	LOKASI, DK	SMB, LK3	ID	NO
			367001000	KEC NEGLASARI, KAB, KOTA TANGERANG	SIS	undefined	8
LVL, ADAN	QMD, FD	SDG, KEC, 3	KABUPATEN	SDG, KAB, 3	PROVINSI	SDG, PROV, 3	STIS
3	105	367001000					
POINT_X	POINT_Y						
106,63054079100	-6,14224567367						

Simpan

Gambar 8. Peta Sebar SDG Tanaman Pertanian Berbasis *Web GIS* di *Website* Bank Gen Pertanian

Data dan informasi spasial yang digunakan dalam pengembangan web GIS ini merupakan data sekunder hasil dari penelitian sebelumnya sehingga perlu dilakukan validasi dan inventarisasi kembali. Sumber daya genetik tanaman memiliki karakter yang berbeda-beda berdasarkan deskriptor standar yang telah ditentukan sebelumnya sehingga atribut data yang akan disimpan dalam *database* maupun yang akan ditampilkan dalam peta sebar perlu divalidasi kembali.

Web GIS SDG tanaman pertanian ini dapat membantu memonitor erosi genetik atau hilangnya SDG tanaman tertentu di suatu daerah di Indonesia sehingga penyajian data-data penyebaran akses SDG tanaman pertanian secara akurat dapat mempermudah dalam mendapatkan informasi mengenai sumber daya genetik lokal, mengetahui letak wilayah yang berpotensi dan kaya sumber daya genetik, dan dapat membantu dalam perencanaan pemeliharaan, pemanfaatan, serta mitigasi erosi SDG tanaman pertanian di Indonesia.

KESIMPULAN

Informasi mengenai SDG serta status keberadaan SDG tanaman pertanian di Indonesia sangat diperlukan sebagai dasar penyusunan kebijakan pengelolaan dan pemanfaatan SDG tanaman pertanian untuk mewujudkan kesejahteraan masyarakat. Pengembangan peta sebar dapat menyajikan data dan informasi mengenai penyebaran SDG tanaman pertanian di Indonesia.

Pengembangan web GIS dengan menggunakan *plugin WordPress* merupakan solusi yang mudah dalam membangun SIG peta sebar SDG tanaman di *website* Bank Gen Pertanian. Web GIS dapat dikembangkan dengan menggunakan Y-Model *Web GIS Development Methodology* (YWDM) sebagai metode yang menggabungkan pengembangan *software* dan SIG dalam satu model kerangka kerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian yang telah memfasilitasi dan mengizinkan penggunaan data di Bank Sumberdaya Genetik Pertanian. Ketiga Penulis berkontribusi sama terhadap penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, S., & Gupta, R. D. (2017). Web GIS and its architecture: a review. *Arabian Journal of Geosciences*, 10(23). <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3296-2>
- Ananda, F., Kuria, D., & Ngigi, M. (2016). Towards a New Methodology for Web GIS Development. *International Journal of Software Engineering & Applications*, 7(4), 47–66. <https://doi.org/10.5121/ijsea.2016.7405>
- Bioversity International. (2007). *Guidelines for the development of crop descriptor lists*. 13, 84.
- Farooq, A., Javed, F., Hussain, M., Abbas, T., Hussain, A., & Science, C. (2012). Open Source Content Management Systems: A Canvass. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 3(10), 38–43. <http://www.ijmse.org/Volume3/Issue10/paper8.pdf>
- Fauzi, C. (2020). Implementation of Y-Model GIS web development in inventory of environmental roads, drainage and septic tanks: A study case. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 830(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/3/032010>
- Jolaiya, E. (2020). *WebGIS Section 1 – A Quick Introduction to GIS and WebGIS*. <https://www.gislounge.com/section-1-a-quick-introduction-to-gis-and-webgis/>
- Kristiyono, E., & Girsang, A. S. (2021). Controlling Biodiversity Data in the Agricultural Gene Bank Using Service-Oriented Architecture. *International Review of Automatic Control (I.R.E.A.CO.)*, 14(1). <https://doi.org/10.15866/ireaco.v14i1.18710>
- Kurniawan, H., Setyowati, M., Silitonga, T. S., Budiarti, S. G., Dewi, N., Rais, S. a, Somantri, I. H., Zuraida, N., & Suhartini, T. (2005). Pengembangan Sistem Pangkalan Data (Database) Plasma Nutfah Tanaman Pangan. *Kumpulan Makalah Seminar Hasil Penelitian BB-Biogen Tahun 2004*, February, 74–84.
- Rosita, A., & Sanjaya, E. A. (2017). *Pengembangan Aplikasi WebGIS Data Penelitian Puslitbang X Dengan Pendekatan Y WebGIS Development Methodology*. 313–319.
- Ruparelia, N. B. (2010). Software development lifecycle models. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 35(3), 8–13. <https://doi.org/10.1145/1764810.1764814>
- Sommerville, I. (2015). Software Engineering. 10th. In *Book Software Engineering. 10th, Series Software Engineering*. Addison-Wesley.

- Sumarno. (2014). Pusat Asal Spesies Tanaman dan Kekayaan Sumberdaya Genetik. In Sumarno, Hasnam, I. Mariska, & Bahagiawati (Eds.), *Sumber Daya Genetik Pertanian Indonesia* (pp. 21–58). IAARD Press.
- Sutoro. (2013). *Pengkayaan, Konservasi, Identifikasi dan Dokumentasi Plasma Nutfah Pertanian*.
- W3Techs. (2021). *Historical yearly trends in the usage statistics of content management systems*. https://w3techs.com/technologies/history_overview/content_management/all/y