

Kajian dan Rekomendasi Sistem Pemetaan Lahan Pertanian

Halim Budi Santoso¹, Antonius Rachmat², Argo Wibowo³, Rosa Delima⁴

^{1,3} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia

¹hbudi@staff.ukdw.ac.id

³argo@staff.ukdw.ac.id

^{2,4} Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia

²anton@ti.ukdw.ac.id

⁴rosadelima@staff.ukdw.ac.id

Diterima 24 Februari 2020

Disetujui 15 Juni 2020

Abstract—Implementation of Information Technology in the agriculture sector is able to raise farming productivity. One of the Information Technology implementations is a mapping system for agriculture land which has not only data collection but also strategic role. This paper discusses literature review of implementation of web mapping systems, either from user perspective and functional perspective. At the end of the paper will discuss features, opportunities, and challenges to develop and implement Web Mapping System. This paper also gives some recommendations in order to support web mapping system implementation.

Index Terms—Agriculture Field, Agriculture Productivity, Mapping System, Precision Farming, Web Mapping System

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara agraris dengan iklim tropis yang memiliki beragam kekayaan hayati. Lahan ini dibagi menjadi lahan pertanian dan lahan perkebunan yang secara demografi terletak pada pegunungan, perbukitan, dan dataran rendah. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia memiliki luas lahan pertanian sebesar 7,1 juta hektar [1]. Lahan pertanian merupakan salah satu lahan yang dilindungi oleh pemerintah. Peraturan terkait dengan perlindungan lahan pertanian diatur dalam Undang – Undang No 41 tahun 2019 tentang lahan pertanian. Peraturan perundangan ini digunakan untuk mengatur dan membantu mengatasi beberapa permasalahan lahan termasuk permasalahan lahan pertanian.

BPS menyebutkan bahwa terjadi penurunan jumlah lahan pertanian yang cukup signifikan dari 8.087.393 hektar pada tahun 2015, menjadi 7.75 juta pada tahun 2017, dan menjadi 7.1 juta pada tahun 2018 [1]. Penurunan jumlah lahan pertanian sebesar 4% pada tahun 2017 dan 8% pada tahun 2018 dapat menjadi indikator semakin berkurangnya lahan pertanian di Indonesia. Kondisi ini dapat mengakibatkan permasalahan lokal dan nasional

terkait kecukupan persediaan pangan bagi konsumsi masyarakat.

Selain adanya permasalahan terhadap alih fungsi lahan, kasus sengketa lahan pertanian juga kerap terjadi. Kasus sengketa lahan pertanian oleh petani yang terjadi di Kebumen, Jawa Tengah pada September 2019, kasus sengketa lahan pertanian di daerah Mataram, Nusa Tenggara Barat yang terjadi pada September 2019, dan beberapa kasus lainnya. Kasus – kasus ini tak jarang membuat petani merugi. Oleh karena itu sangat penting bagi pemerintah untuk mengetahui pemetaan lahan pertanian yang dimiliki oleh warga masyarakat. Pemetaan lahan pertanian berfungsi untuk memberikan informasi berbentuk spasial terkait kondisi, luas, dan kepemilikan lahan pertanian. Informasi hasil pemetaan lahan dapat digunakan oleh petani, kelompok tani, dan pemerintah untuk mengetahui kebutuhan bahan baku untuk produksi pertanian, tingkat produksi, dan analisis resiko bisnis pertanian yang sedang dilakukan oleh petani.

Teknologi informasi dapat dimanfaatkan untuk mendukung proses pemetaan lahan pertanian. *Web Mapping System (WMS)* merupakan salah satu sistem perangkat lunak berbasis web untuk membantu dalam memetakan suatu lahan atau area. Untuk pengembangan dan penerapan WMS untuk lahan pertanian dibutuhkan kajian terkait model pengembangan, kebutuhan sistem, teknologi yang dimanfaatkan, dan rekomendasi terkait dengan isu strategis, fungsional dan pengguna.

Penerapan WMS sebagai salah satu area implementasi dari Teknologi Informasi sangat diperlukan. Dengan adanya kajian dari penerapan WMS diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai model pengembangan dan penerapan WMS untuk lahan pertanian, khususnya di Indonesia. Kajian ini juga dapat digunakan sebagai sumber informasi untuk melakukan analisis tantangan, peluang, dan

manfaat dari adanya pengembangan dan penerapan WMS lahan pertanian. Selain itu, dengan melakukan kajian ini, diharapkan sistem yang akan diimplementasikan dapat membantu keberlangsungan proses penerapan WMS yang efektif dan efisien.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teknologi Informasi dan Pertanian

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) merupakan suatu perangkat ataupun aplikasi yang digunakan untuk mendukung proses pengumpulan, pengolahan, dan penyimpanan data. TIK saat ini juga diterapkan di beberapa sektor perekonomian, termasuk di sektor pertanian.

Penggunaan TIK di bidang pertanian telah menjadi salah satu langkah untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas [2]. Sektor pertanian memiliki beberapa tantangan utama di dalam meningkatkan produktivitas. Salah satunya adalah bagaimana melakukan peningkatan produksi untuk mendukung pertumbuhan dan bagaimana meningkatkan kesejahteraan masyarakat petani dengan keterbatasan sumber daya alam yang ada dan dimiliki. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi oleh petani adalah berkurangnya kualitas dan kuantitas air, menurunnya tingkat kesuburan tanah, dampak adanya perubahan iklim, dan alih fungsi lahan pertanian sebagai dampak adanya urbanisasi [2]. Oleh karena itu, diperlukan peran dari TIK untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan efektivitas dari pertanian yang ada [2].

Penerapan TIK di bidang pertanian pertama kali diperkenalkan pada World Summit on Information Society pada tahun 2003 [3]. Tujuan penerapan TIK di bidang pertanian adalah untuk membantu meningkatkan standar hidup petani dan pelaku di bidang pertanian lainnya [3]. Harapan ini tentunya sejalan dengan usaha untuk mengatasi tantangan yang selama ini dihadapi oleh sektor pertanian, terutama untuk meningkatkan produksi pertanian yang berdampak pada peningkatan perekonomian pelaku pada sektor pertanian [2].

Penerapan TIK pada sektor pertanian telah dilakukan di beberapa negara dengan beraneka ragam perangkat keras, perangkat lunak, ataupun peralatan lain yang mendukung untuk penggunaan TIK pada sektor ini. Namun secara umum, penggunaan TIK pada sektor pertanian ini dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu *e-Agriculture* dan *m-Agriculture* [4].

e-Agriculture adalah suatu konsep layanan teknologi informasi dan komunikasi yang dikembangkan untuk meningkatkan proses informasi dan komunikasi di sektor pertanian. *e-Agriculture* melibatkan konseptual, desain, pengembangan, evaluasi, dan penerapan dari beberapa jalan inovatif untuk menggunakan TIK di daerah pedesaan, dengan

fokus pada bidang pertanian [5]. *e-Agriculture* menggunakan platform internet yang bertujuan untuk meningkatkan perkembangan pertanian yang berkelanjutan dan meningkatkan ketahanan pangan [6]. Dalam penerapannya, *e-Agriculture* dapat berupa layanan sistem informasi geografis, penginderaan jarak jauh, dan berbagai macam perlengkapan nirkabel lainnya [4].

Inisiatif untuk perkembangan *e-Agriculture* ini juga menjadi bagian dari salah satu fokus pengembangan oleh FAO. FAO melalui inisiatif *e-Agriculture.org* mengembangkan suatu internet platform untuk meningkatkan perkembangan sektor pertanian yang berkelanjutan dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan dunia. Penggunaan TIK diharapkan dapat meningkatkan perkembangan sektor pertanian tersebut secara berkelanjutan [5]. Melalui *e-Agriculture* diharapkan juga dapat meningkatkan peran serta komunitas untuk bertukar opini, pengalaman, praktik, dan sumber daya yang berkaitan dengan *e-Agriculture*. Selain itu, *e-Agriculture* diharapkan dapat meyakinkan bahwa pengetahuan yang diciptakan dapat dibagi secara efektif dan digunakan secara luas di dunia [6].

Berbeda dengan *e-Agriculture*, *m-Agriculture* merupakan bagian dari *e-Agriculture* dengan menggunakan platform perangkat bergerak (*mobile*) [4]. Layanan ini dikembangkan untuk fokus pada layanan kepada pengguna akhir dan kegunaan dari produk yang dihasilkan. Selain itu, fokus dari *m-Agriculture* juga untuk memenuhi kebutuhan secara intensif dari pihak – pihak yang berhubungan. Teknologi *m-Agriculture* ini diharapkan dapat meningkatkan layanan berbasis komunitas dan komunikasi antar stakeholder yang terlibat dalam sektor pertanian [4].

m-Agriculture dikembangkan untuk berfokus pada komunitas. Salah satu sasaran dari *m-Agriculture* adalah memberikan dukungan akses informasi untuk komunitas pedesaan dan masyarakat pertanian. Dengan adanya *m-Agriculture* diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan petani melalui informasi yang diberikan, termasuk informasi yang berkaitan dengan teknik dan tren pertanian yang modern [4].

Salah satu penerapan *m-Agriculture* di India adalah pengembangan Indian Farmers Fertiliser Cooperative (IFFCO) Kisan Sanchar Limited. Organisasi ini sangat penting bagi petani di India karena memberikan nilai tambah melalui beberapa layanan yang ada, yaitu *Free Voice Message, Helpline, Call Back Facility, Mobile Phone Application, and Focused Communities* [7].



Gambar 1. Layanan IFFCO [7]

Gambar 1 di atas memberikan detail layanan IFFCO website. *Free Voice Message* adalah pesan suara gratis yang diberikan kepada petani terkait dengan manajemen tanah, ramalan cuaca, manajemen tanaman, perlindungan tanaman, harga pasar, dan peternakan. Layanan kedua yang disediakan adalah *Helpline* untuk membantu petani berkonsultasi terkait dengan permasalahan yang dihadapi. *Call Back Facility* merupakan layanan ketiga yang diberikan kepada petani untuk mendapatkan pesan suara sesuai dengan bidang minat dari petani. *Mobile Phone Application* memberikan akses kepada petani terkait dengan informasi ramalan cuaca, harga produk terkini, konsultasi ke ahli pertanian, dan sumber pustaka untuk pengetahuan di bidang pertanian. Layanan terakhir yang diberikan adalah *Focused Communities*. Layanan ini merupakan layanan pengorganisasian komunitas / kelompok IFFCO Kisan bagi anggotanya.

Melalui layanan ini, pengguna dapat berkomunikasi dan berbagi dengan petani lain yang tergabung sebagai anggota IFFCO Kisan [7]. Selain IFFCO, terdapat beberapa sistem pertanian yang dikembangkan untuk membantu petani di dalam melakukan pengolahan pertanian. Tabel 1 menjabarkan beberapa sistem pertanian yang telah dikembangkan di beberapa negara.

Tabel 1 menjelaskan empat contoh penerapan Teknologi Informasi untuk membantu di dalam pertanian. Sistem – sistem tersebut diterapkan di negara yang berbeda. IFFCO dan e-Choupal merupakan dua sistem yang diterapkan di India untuk membantu peningkatan produktivitas pertanian. Selain itu, sistem juga diterapkan untuk memberikan informasi yang terkini terkait dengan beberapa isu pertanian, seperti yang dilakukan oleh pemerintah Bangladesh dengan mengembangkan Agricultural Market Information System (AMIS). Sistem ini dibangun untuk memberikan informasi yang terkini dan relevan dengan kebutuhan informasi petani yang terkait dengan harga pasar. Pemerintah China juga membantu untuk mengembangkan suatu aplikasi yang dapat membantu petani dalam menyediakan informasi yang terkini dan relevan dengan sistem yang digunakan oleh petani.

Tabel 1. Penerapan teknologi informasi untuk pertanian

Sistem	Platform	Negara	User	Jenis	Fitur
IFFCO	Mobile	India	Petani	m-agriculture	<i>Free Voice Message, Helpline, Call Back Facility, Mobile Phone Application, dan Focused Communities</i>
AgriInfo	Mobile	Tiongkok	Petani	m-Agriculture	<i>Call center dan aplikasi untuk membantu dalam mengambil informasi terkait dengan pertanian yang ada</i>
e-Choupal	Web	India	Petani Stakeholder Pertanian	e-Agriculture	<i>Marketplace di India untuk menjual hasil pertanian, proses pemberian harga produk pertanian, sistem gudang, inspeksi, pembayaran, sampai sistem perantara bagi penjualan produk pertanian</i>
Agricultural Market Information System (AMIS)	Web	India	Petani Kementerian Pertanian Bangladesh	e-Agriculture	<i>Memberikan informasi terbaru tentang penawaran, permintaan, dan stok produk pertanian; Menghasilkan laporan bulanan situasi global pasar dan perkembangannya; Memberikan informasi mengenai isu – isu yang sedang berkembang yang berdampak pada pasar internasional; Menginformasikan perkembangan pasar pangan dan identifikasi kondisi kritis tentang kebijakan yang terjadi</i>

B. Pertanian Presisi

Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi di beberapa negara, seperti di Cina membantu untuk mengubah proses pengolahan dari tradisional ke arah modern dengan adanya penggunaan TIK [8]. Transformasi ini tentunya membutuhkan pemrosesan dan diseminasi informasi [8]. Pemrosesan dan diseminasi informasi ini digunakan untuk meningkatkan produktivitas, ekonomi dan sosial, dan keberlanjutan lingkungan [8].

TIK di dalam sektor pertanian juga digunakan untuk melakukan peningkatan terhadap hasil panen dengan melakukan efisiensi biaya dan mengurangi polusi terhadap lingkungan [9]. Dengan adanya pengurangan biaya produksi pertanian dapat meningkatkan keuntungan bagi petani dan meningkatkan taraf sosial ekonomi para pelaku di sektor pertanian [9].

Selain itu, penerapan TIK di sektor pertanian juga untuk meningkatkan program keberlanjutan terhadap ketahanan pangan [10]. TIK membuat sistem pangan menjadi lebih terlihat dan meningkatkan produktivitas di dalam sistem pengolahan pangan yang ada [10]. Dari adanya beberapa manfaat yang dirasakan dari penerapan TIK pada sektor pertanian, diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap terciptanya pertanian presisi [11].

Pertanian presisi adalah salah satu kemampuan untuk menangani berbagai macam aktivitas atau kegiatan terkait dengan produktivitas di lahan pertanian dan memaksimalkan keuntungan finansial, mengurangi sisa produksi, dan mengurangi dampak terhadap lingkungan dengan menggunakan pengumpulan data secara otomatis, dokumentasi, dan pemanfaatan informasi untuk keputusan strategis terhadap manajemen pertanian melalui penggunaan teknologi informasi dan komunikasi [11]. Penggunaan TIK di dalam sektor pertanian membantu untuk penentuan, analisis, dan pengaturan terhadap perubahan di dalam pertanian untuk keuntungan, keberlanjutan, dan konservasi yang optimal di bidang pertanian [9].

Pertanian presisi juga membantu dalam pengurangan biaya produksi pertanian dan peningkatan terhadap hasil panen yang ada [12]. Pengurangan biaya dan peningkatan hasil panen mendorong terjadinya peningkatan keuntungan bagi petani. Penerapan pertanian presisi juga mendorong untuk efisiensi dalam hal operasional, terutama untuk pemakaian pupuk dan pestisida [13]. Pengurangan penggunaan pupuk dan pestisida mendorong untuk terciptanya keberlangsungan bagi lingkungan dan mengurangi efek negatif terhadap penggunaan pestisida dan pupuk. Manfaat – manfaat di atas mendorong para pelaku, terutama petani untuk menerapkan pertanian presisi [9].

III. METODOLOGI KAJIAN PENERAPAN WEB MAPPING SYSTEM DI BEBERAPA NEGARA

Tabel 2. Kajian penerapan *Web Mapping System*

REFERENSI	TAHUN	JUDUL ARTIKEL	LUARAN DAN PEMBAHASAN
Fitzpatrick, dkk [14]	2008	Overview of Farm Mapping Software in Australia	Sistem pemetaan lahan yang digunakan untuk membantu produsen utama pertanian di dalam memetakan lahan dan membantu dalam mengambil keputusan
Pulighe dan Lupia [20]	2010	Mapping Spatial Patterns of Urban Agriculture in Rome (Italy) using Google Earth and Web Mapping Services	Penerapan <i>Web Mapping Services</i> juga digunakan untuk mengembangkan pertanian daerah urban di Roma, Italia. Sistem ini untuk melakukan pemetaan data spasial terhadap pola dari pertanian daerah urban di Roma, Italia.
Naigian, Moohua, Nim [17]	2012	Precision Agriculture Worldwide Overview	Sistem pemetaan lahan sangat berperan dalam terwujudnya pengolahan pertanian yang presisi dan membantu dalam mengetahui kebutuhan pupuk dan pestisida
Rahmawati, Saputra, dan Sugiharto [18]	2013	Sistem Informasi Geografis Pemetaan dan Analisis Lahan Pertanian di Kabupaten Pekalongan	Pemetaan lahan pertanian di Pekalongan untuk mendapatkan data hasil dan data lahan pertanian berdasarkan jenis pengairan yang ada. Sistem juga akan memberikan informasi terkait dengan hasil pertanian, curah hujan, dan tinggi tanah dari permukaan air laut
Trimble [15]	2015	Farm Works Mapping System	Sistem informasi pemetaan lahan pertanian yang didasarkan untuk membantu proses pemetaan terhadap hasil panen pertanian
Yousefi dan Rozdari [16]	2015	Application of GIS in Precision Agriculture	Sistem Pemetaan Lahan (WMS) untuk membantu dalam pertanian presisi, salah satunya adalah mengetahui kebutuhan pupuk

Yin, Prishchepou, dan Kuemmerle [19]	2018	Mapping Agricultural Land Abandonment from spatial and temporal segmentation of Landsat Time Series	Sistem pemetaan lahan digunakan untuk memetakan lahan yang tidak tergarap. Dengan demikian akan sangat membantu dalam mengetahui lahan mana yang tidak digarap atau terabaikan	<p>Sistem pemetaan lahan juga membantu untuk mempersiapkan tipologi dari lahan pertanian yang ada [20].</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistem pemetaan lahan juga membantu petani untuk melakukan analisis geospasial dan model prediksi untuk pengelolaan lahan pertanian [16]
				<p>Penanaman lahan</p> <ul style="list-style-type: none"> Pada masa penanaman lahan, sistem pemetaan lahan dapat membantu di dalam menentukan tanaman apa yang akan di tanami [14]. Selain itu, sistem pemetaan lahan juga membantu dalam mengetahui kebutuhan lahan untuk masa penanaman dan perawatan, seperti kebutuhan lahan untuk benih, pupuk, pestisida, dan beberapa kebutuhan lainnya [15]. Sistem informasi pemetaan lahan juga membantu untuk memetakan data spasial terhadap pola dari pertanian urban [20]
				<p>Perawatan</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistem informasi pemetaan lahan juga membantu untuk mengetahui kebutuhan dari pupuk dan pestisida untuk membantu masa perawatan [15] [16] [17].
				<p>Panen</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistem pemetaan lahan pertanian membantu menghitung hasil panen yang diperoleh [15]. Pemantauan hasil panen akan dapat membantu untuk menyebarkan pendapatan dari masing – masing tanaman [15].

Kajian penerapan (WMS) lahan pertanian dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu: (1) penelusuran pustaka yang relevan; (2) analisis hasil; (3) rumusan hasil kajian penerapan WMS, dan (4) perumusan rekomendasi WMS lahan pertanian yang akan dikembangkan. Penelusuran pustaka dilakukan dengan menggunakan beberapa jurnal dan laporan penerapan sistem pemetaan lahan yang dilakukan di beberapa negara Asia dan Australia. Tabel 2 menunjukkan daftar artikel yang relevan yang digunakan dalam melakukan kajian.

Terdapat 7 (tujuh) artikel yang melakukan pembahasan terkait dengan penerapan sistem pemetaan lahan. Berdasarkan artikel tersebut, sistem pemetaan lahan terdiri dari berbasis *desktop (desktop-based mapping system)* dan berbasis web (*Web Mapping System*). Selain itu terdapat beberapa fitur yang tersedia untuk pemetaan lahan, seperti penentuan kebutuhan untuk masa tanam, keaktifan lahan, kebutuhan irigasi, kebutuhan pupuk, kebutuhan pestisida, sampai dengan pengembangan pertanian untuk di daerah urban.

Setelah dilakukan penelusuran terhadap artikel yang relevan, selanjutnya dilakukan analisis mendalam terkait dengan analisis masing – masing fitur dari beberapa *Web Mapping System*, isu – isu strategis yang berkaitan dengan *Web Mapping System*, tantangan, peluang, dan rumusan kebutuhan atau spesifikasi dari sistem pemetaan pertanian yang ada.

IV. ANALISIS HASIL

A. Fitur Sistem Pemetaan Lahan

Tabel 3. Fungsi sistem pemetaan lahan

Proses	Fungsi Sistem Pemetaan Lahan
Persiapan lahan	<ul style="list-style-type: none"> Membantu dalam memetakan lahan, termasuk ketinggian lahan dari permukaan air laut [18]. Pemetaan lahan juga membantu memberikan informasi terkait dengan curah hujan, jenis irigasi [14][18]. Sistem pemetaan lahan juga membantu di dalam menemukan lokasi sumber daya alam yang ada. Sistem pemetaan lahan juga dapat membantu untuk melakukan perhitungan rencana pengeluaran transaksi untuk setiap masa tanam [14]. Persiapan masa penanaman juga dilakukan dengan memberikan estimasi terhadap biaya produksi yang dikeluarkan untuk satu kali masa tanam [15]. Pemetaan lahan juga membantu untuk memetakan lahan yang produktif dan lahan yang tidak produktif [19].

Sistem pemetaan lahan diterapkan untuk dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian dengan konsep pertanian presisi [17]. Sistem pemetaan lahan ini tentunya diharapkan dapat memberikan beberapa kemudahan bagi petani ataupun produsen utama, mulai dari persiapan lahan, penanaman, perawatan, sampai dengan panen [14] [15] [17].

Tabel 3 menunjukkan fungsi atau fitur yang secara khusus dimiliki oleh sistem pemetaan lahan untuk semua proses yang ada. Fungsi tersebut dibedakan berdasarkan 4 proses yang ada di dalam periode waktu dalam satu masa tanam, yaitu persiapan lahan, penanaman lahan, perawatan, dan masa panen. Fungsi tersebut dipetakan berdasarkan fungsional dari masing-masing periode waktu dalam satu masa tanam.

B. Tantangan Pengembangan Web Mapping System (WMS)

Pengembangan *Web Mapping System (WMS)* tentunya memiliki beberapa tantangan dan isu strategis yang harus ditangani. Beberapa hal yang menjadi tantangan bagi pengembangan *Web Mapping System* adalah adanya kekacauan *geo-tags* yang terjadi dalam *Web Mapping System*. Kekacauan ini disebabkan karena banyaknya jumlah *geo-tags* yang ada dalam *Web Mapping System* [22].

Kekacauan *geo-tags* ini juga muncul karena semakin bertambahnya *geo-tags* yang ada di dalam *Web Mapping System*. Kekacauan ini muncul seperti pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Kekacauan *geo-tags* [22]

Gambar 2 menunjukkan kekacauan yang muncul sebagai akibat dari semakin bertambah banyaknya *geo-tags* yang ada di peta digital. Semakin bertambahnya data yang ada akan menyebabkan *geo-tags* juga bertambah jumlahnya. Ketika pengguna memperbesar peta yang ada, posisi *geo-tags* akan berangsur – angsur menyebar. Untuk mengatasi kekacauan yang ada, Zhao, et. al. [22] melakukan visualisasi ke dalam klaster. Hal ini diharapkan dapat membantu untuk mengurangi kekacauan yang ada di dalam *geo-tags*.

Selain *geo-tags* yang menjadi permasalahan di dalam WMS, isu – isu strategis muncul sebagai akibat dari adanya penerapan perangkat lunak yang baru yang dikaitkan dengan adanya harapan untuk meningkatkan efisiensi dan operasional sehari – hari. Selain itu, penerapan perangkat lunak yang baru ini tentunya juga akan memberikan kemampuan untuk mengumpulkan, mengolah, menganalisis, dan menampilkan hasil data dan informasi yang ada ke dalam bentuk peta, grafik, ataupun teks. Sistem yang ada diharapkan juga dapat meningkatkan kenyamanan pengguna di dalam menggunakan sistem yang ada. Kemampuan pengguna dalam literasi komputer dan digital sangat diperlukan sehingga pengguna diharapkan dapat mengoperasikan sistem yang ada dengan baik. Pengguna mengharapkan adanya pelatihan dan buku manual yang diharapkan dapat membantu dalam mengoperasikan sistem yang baru tersebut. Dengan adanya bantuan dari pelatihan dan buku manual, akan sangat membantu pengguna untuk memahami fungsi dari sistem yang ada.

Tabel 4. Isu strategis berkaitan dengan *Farm Mapping System*

ISU	DESKRIPSI	Referensi
Perangkat Lunak	Isu terkait dengan aplikasi Perangkat lunak	
Pengambilan Informasi dan Data	Isu ini berkaitan dengan bagaimana sistem dapat menyimpan informasi terkait aktivitas sehari – hari yang dilakukan dan infrastruktur yang harus disiapkan	[14][16][18][20]
Integrasi Data dan Informasi	Isu yang menjadi konsentrasi adalah	[15]

	bagaimana Sistem Pemetaan Lahan yang dikembangkan dapat menyimpan tipe data dan informasi yang berbeda untuk dapat disatukan dan diintegrasikan	
Analisis Data dan Informasi	Kemampuan Sistem Pemetaan Lahan untuk dapat melakukan analisis terhadap data dan informasi yang ada, mampu untuk menentukan perubahan – perubahan yang terjadi, dan melakukan visualisasi terhadap data spasial yang ada	[16][19]
Interoperabilitas	Kemampuan Sistem Pemetaan Lahan dapat digunakan untuk lintas platform atau dapat bertukar data dengan perangkat lunak lainnya	[20]
Pelaporan Informasi	Isu ini berkaitan dengan bagaimana Sistem Pemetaan Lahan yang dikembangkan diharapkan dapat melakukan visualisasi dalam bentuk peta, tabel, ataupun text	[14][18]
Aspek Pengguna	Isu Perangkat Lunak yang berkaitan dengan Pengguna	
Interpretasi	Kemampuan pengguna untuk dapat menginterpretasikan informasi yang ada sebagai luaran dari sistem, baik di tampilkan oleh sistem ataupun tercetak	[14][15]
Pengambilan Keputusan	Kemampuan pengguna untuk dapat mengambil keputusan berkaitan dengan proses produksi pertanian dan peternakan, mulai dari proses perencanaan sampai dengan proses manajemen	[14][15]
Kemudahan Pengguna dan Dukungan untuk Perangkat lainnya	Perangkat Lunak yang ada harus mudah digunakan dan dapat di guukan untuk perangkat lainnya, seperti penggunaan desktop ataupun laptop	[14][15]
Kapasitas dan Literasi Komputer Pengguna	Isu ini berkaitan dengan bagaimana pengguna mampu untuk menggunakan komputer dan mengoperasikannya dengan baik tanpa bantuan dari orang lain	[14][15]
Pelatihan Penggunaan Perangkat Lunak dan User Manual	Pelatihan pengguna mutlak diperlukan untuk membantu peserta dalam beradaptasi menggunakan perangkat lunak Sistem Pemetaan Lahan. Selain itu, pengguna juga memerlukan adanya buku manual pengguna untuk membantu pengguna dalam mengoperasikan perangkat lunak tersebut	[14][15]

Dukungan Pengguna	Pengguna memerlukan dukungan untuk ketersediaan Sistem Pemetaan Lahan dan bagaimana sistem tersebut dapat membuat pengguna yang ada nyaman untuk menggunakan system tersebut	[14][15]
-------------------	--	----------

Tabel 4 menunjukkan isu strategis yang berkaitan dengan pengembangan Sistem pemetaan lahan. Dua isu utama yang menjadi topik bagi sistem pemetaan lahan adalah aspek dari pengguna dan aspek perangkat lunak. Aspek perangkat lunak merupakan isu yang berkaitan dengan fungsionalitas dari perangkat lunak yang dibangun dan bagaimana sistem yang dibangun dapat berkomunikasi dengan sistem lainnya. Pemilihan platform sistem pemetaan lahan juga menjadi tantangan yang harus dihadapi.

Sistem pemetaan berbasis web memiliki beberapa platform yang dapat digunakan, seperti Google Maps, Bing Maps, Here Maps, dan MapQuest. Google Maps merupakan layanan pemetaan berbasis web yang dikembangkan oleh Google. Bing Maps dikembangkan oleh Microsoft sedangkan Here Maps dikembangkan oleh konsorsium perusahaan otomotif Jerman, yaitu Audi, BMW, dan Daimler. Platform lainnya adalah MapQuest yang dikembangkan oleh Verizon Media [21].

Masing – masing platform pemetaan berbasis web memiliki keunggulan masing – masing. Boottho dan Sally [21] melakukan evaluasi untuk keempat platform sistem pemetaan berbasis web. Pengukuran yang dilakukan menggunakan metrik akurasi, kelengkapan, dan kekayaan jumlah informasi yang terdapat di keempat platform tersebut. Sebagai hasil dari penelitian tersebut, MapQuest memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan platform lainnya. Untuk kelengkapan informasi, HereMaps memiliki tingkat kelengkapan yang tertinggi dibandingkan dengan platform lainnya. Google Maps memiliki tingkat kekayaan informasi yang tertinggi dibandingkan dengan ketiga platform lainnya. Selain aspek perangkat lunak, berdasarkan Tabel 4, aspek pengguna juga menjadi salah satu hal yang harus diperhatikan.

Aspek pengguna merupakan aspek yang berkaitan dengan apa yang bisa pengguna lakukan dengan sistem pemetaan lahan, kemampuan apa yang dibutuhkan oleh pengguna agar dapat menggunakan sistem pemetaan lahan tersebut, serta dukungan apa yang didapat oleh pengguna. Pengguna harus merasa nyaman untuk dapat menggunakan sistem sehingga pengguna dapat nyaman dan niat untuk menggunakan sistem pemetaan lahan [14].

C. Peluang Pengembangan Web Mapping System

Disamping tantangan yang harus dihadapi dalam melakukan pengembangan *Web Mapping System*

(WMS), terdapat tiga peluang yang bisa dimanfaatkan untuk mengembangkan dan menerapkan WMS di Indonesia. Peluang tersebut adalah adanya program pemerintah di dalam membangun Desa Informasi, sektor pertanian yang menjadi salah satu sektor ekonomi terbesar di Indonesia, dan kesiapan infrastruktur dan masyarakat desa dalam mengadopsi penggunaan Teknologi Informasi.

Desa Informasi merupakan salah satu program yang dikembangkan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika Indonesia untuk meningkatkan literasi digital dan mengurangi kesenjangan digital yang ada. Kegiatan ini mencakup kegiatan pelatihan kepada masyarakat Kelompok Informasi Masyarakat yang berada dari masing – masing desa.

Perhatian pemerintah melalui program informasi ini menjadi salah satu peluang dalam memperluas penetrasi internet dan meningkatkan kemampuan literasi digital masyarakat pedesaan. Hal ini menjadi salah satu peluang bagi pengembangan sistem informasi pemetaan lahan yang dapat mendukung petani dalam meningkatkan produktivitas di sektor pertanian. Adanya perhatian dan program pemerintah untuk memperluas akses terhadap jaringan internet di berbagai daerah tentu saja akan sangat mendukung fungsionalitas sistem pemetaan lahan pertanian di Indonesia yang akan dikembangkan. Harapannya program ini bisa terus berjalan sehingga penetrasi internet dapat menjangkau setiap desa di Indonesia.

Peluang lainnya yang dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan sistem pemetaan lahan bagi pertanian di Indonesia adalah besarnya kontribusi sektor pertanian bagi Produk Domestik Bruto (PDB) di Indonesia. Sektor pertanian memberikan kontribusi sebesar 14.9% pada tahun 2013 [23] dan selama tahun 2014 – 2017, sektor ini memberikan kontribusi sebesar 13.41% [24]. Sektor pertanian ini juga meningkatkan lapangan usaha bagi masyarakat Indonesia. Jumlah rumah tangga yang bergerak di sektor ini juga cukup besar. Hal ini tentunya menjadi indikasi bahwa sektor pertanian di Indonesia akan terus memberikan kontribusi yang positif bagi perekonomian di Indonesia.

Kontribusi yang positif bagi perekonomian Indonesia ini tentunya juga harus diimbangi dengan peningkatan produktivitas di sektor ini. Sistem Pemetaan Lahan yang diterapkan bagi sektor pertanian akan membantu dalam meningkatkan produktivitas petani dengan memberikan pengetahuan terkait dengan kebutuhan lahan terkait dengan sarana dan prasarana produksi pertanian. Hal ini tentunya akan membantu petani menjadi lebih produktif dan membantu dalam meningkatkan efisiensi dalam proses produksi pertanian.

Masyarakat tani rata – rata memiliki laptop/komputer dan alat komunikasi yang peruntukannya sebagian besar digunakan untuk

melakukan telepon dan sms [25]. Infrastruktur Teknologi Informasi di Indonesia sudah baik. Terdapat akses jaringan telekomunikasi, akses telepon, ISP, maupun jaringan nirkabel yang disediakan bagi masyarakat tani [25]. Hal ini tentunya akan mendukung di dalam penerapan Sistem Informasi Pemetaan Lahan pertanian di Indonesia.

Kesiapan infrastruktur Teknologi Informasi bagi masyarakat tani di pedesaan juga di dukung dengan kesiapan dan keinginan masyarakat tani untuk bersedia meningkatkan kapasitas dan kemampuan mereka di bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi [25]. Saat ini, kemampuan literasi informasi petani di Yogyakarta secara keseluruhan masih kurang. Akan tetapi dengan adanya kesadaran dari masyarakat tani untuk meningkatkan kemampuan di bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi.

Berikut rumusan peluang untuk penerapan *Web Mapping System (WMS)*: (1) Adanya peran pemerintah dalam meningkatkan literasi digital masyarakat pedesaan dengan program Desa Informasi; (2) Sektor pertanian yang memberikan kontribusi besar terhadap Produk Domestik Bruto yang ada di Indonesia; (3) Pemerintah telah sedang giat – giatnya meningkatkan infrastruktur fisik, teknologi informasi, internet, dan pelatihan – pelatihan Teknologi Informasi dan Komunikasi secara merata, dan terakhir (4) Sudah semakin banyak masyarakat Indonesia yang memiliki dan menggunakan telepon seluler maupun komputer.

V. REKOMENDASI PENGEMBANGAN WEB MAPPING SYSTEM LAHAN PERTANIAN

Dari hasil analisis fitur, tantangan, dan peluang yang dilakukan, penulis merumuskan beberapa rekomendasi terkait dengan pengembangan Sistem Pemetaan Lahan Pertanian di Indonesia.

A. Fitur *Web Mapping System Lahan Pertanian*

Sistem Pemetaan Berbasis Web (*Web Mapping System*) Lahan Pertanian merupakan salah satu sistem yang penting untuk dikembangkan. Sistem ini diharapkan tidak hanya sekedar melakukan pendataan terhadap lahan pertanian yang dimiliki oleh petani, tetapi diharapkan dapat memberikan peran strategis untuk membantu petani di dalam melakukan manajemen lahan pertanian. Sistem ini harus memiliki beberapa fitur untuk meningkatkan kemampuan petani dalam mengelola sektor pertanian, yaitu fitur manajemen lahan pertanian (tambah data, baca data, ubah data, dan hapus data) yang presisi, fitur informasi lahan pertanian (data lahan), fitur manajemen anggota sistem, fitur prediksi data pertanian seperti prediksi lahan kosong, prediksi tanaman, prediksi panen berbasis kecerdasan buatan, fitur manajemen update otomatis yang mudah (berbasis *cloud server* dan *automatic updates*), dan fitur pemanfaatan maps (Google Maps, Apple Maps,

atau Bing Maps) yang dapat mengukur jarak dengan presisi berbasis GPS.

A.1 Fitur Manajemen Pertanian

Manajemen pertanian, mulai dari persiapan lahan, penanaman, perawatan, sampai dengan masa panen. *Web Mapping System Lahan Pertanian* diharapkan dapat membantu petani di dalam menentukan tanaman yang cocok dengan kontur dan struktur tanah, tingkat kesuburan tanah, suhu udara, tingkat kelembaban, dan beberapa fungsi lainnya.

Fitur manajemen pertanian diharapkan juga dapat membantu di dalam pengelolaan kalender tanam di petani yang biasanya dilakukan selama 3 kali dalam setahun. Penjadwalan ini diharapkan dapat dikelola oleh petani dan bekerjasama dengan kelompok tani yang ada.

A.2 Fitur Manajemen Sarana Produksi Pertanian (Saprotan)

Sarana produksi pertanian (Saprotan) merupakan alat dan bahan yang digunakan pada sektor pertanian, mulai dari persiapan lahan, penanaman, perawatan, sampai dengan masa panen. Pengelolaan saprotan tentunya berkaitan dengan biaya yang dikeluarkan oleh petani dalam melakukan produksi pertanian.

Fitur manajemen sarana produksi pertanian di dalam sistem pemetaan lahan diperlukan untuk membantu petani dalam mengelola kebutuhan sarana produksi pertanian, seperti pupuk dan pestisida. Tentunya fitur ini akan membantu petani dalam melakukan kalkulasi biaya produksi yang diperlukan untuk satu kali masa tanam.

Lebih jauh terkait dengan manajemen sarana produksi pertanian adalah diharapkan dapat memberikan jadwal yang tepat kepada petani terkait dengan pemupukan dan penyemprotan pestisida. Dengan pengaturan jadwal pemupukan dan penyemprotan jadwal yang terpadu, petani memiliki kerja yang lebih terarah dan dapat mengatur penggunaan sarana produksi pertanian (saprotan).

A.3 Fitur Analisis Data Lahan dan Pertanian

Analisis data lahan dan hasil panen diperlukan untuk mengetahui kebutuhan rata – rata tahunan sarana produksi pertanian (saprotan), pemetaan dan analisis terkait dengan laba / rugi produksi pertanian, analisis terkait dengan biaya produksi pertanian, dan analisis terkait dengan hasil panen dari masing – masing lahan pertanian yang ada.

Normalisasi terkait dengan hasil panen untuk tiap – tiap lahan juga dapat digunakan untuk memberikan informasi pendukung keputusan untuk hasil produksi pertanian. Dengan demikian, data yang ada dapat membantu petani dalam melakukan prediksi biaya dan hasil panen, serta memberikan prediksi untuk

keuntungan yang mungkin akan diterima petani atau kerugian yang mungkin akan diderita petani.

A.4 Fitur Penjualan Hasil Pertanian

Integrasi data antara sistem pemetaan lahan pertanian berbasis web (*Web Mapping System*) dengan sistem penjualan online diharapkan dapat dilakukan. Hal ini untuk meningkatkan tingkat operabilitas dari sistem pemetaan lahan yang ada.

Penjualan online untuk hasil pertanian dapat menjadi salah satu fitur yang dapat diimplementasikan ke dalam *Web Mapping System* lahan pertanian. Fitur penjualan ini diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi petani untuk menjual hasil panennya. Dengan demikian, setelah proses panen selesai petani memiliki akses kepada pasar untuk menjual hasil panen.

Akses kepada pasar tentunya akan memperluas jaringan distribusi hasil pertanian. Tentunya dengan adanya akses langsung kepada konsumen atau distributor dapat memangkas biaya distribusi hasil pertanian yang ada.

A.5 Fitur Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan dapat dikembangkan dan diintegrasikan dengan sistem pemetaan lahan pertanian ini. Tentunya kecerdasan buatan ini dapat membantu untuk melakukan prediksi hasil panen, prediksi kebutuhan sarana produksi pertanian, dan prediksi keuntungan atau kerugian yang akan dialami oleh petani. Selain itu, fitur kecerdasan buatan yang ada diharapkan juga dapat memprediksi kebutuhan pasar sehingga petani dapat melakukan pengelolaan masa tanam dengan lebih efisien dan efektif. Kedepannya, penurunan harga gabah akibat panen juga dapat dihindari.

Dari kelima rekomendasi fitur tersebut sudah sesuai dengan urutan yang paling penting diterapkan sampai dengan yang tidak terlalu penting diterapkan. Secara teknologi semua fitur tersebut memungkinkan dan dapat dikerjakan.

B. Teknologi dan Platform untuk Web Mapping System Lahan Pertanian

Perkembangan internet yang semakin pesat dan diiringi dengan adanya infrastruktur TIK yang baik untuk masyarakat desa membuat Sistem Pemetaan Lahan berbasis web atau *Web Mapping System* cocok untuk dikembangkan. Dengan demikian, Sistem Pemetaan Lahan ini akan dapat diakses dari manapun dan kapanpun. Keberhasilan penerapan *e-Agriculture* juga menjadi stimulus bagi dikembangkannya WMS untuk lahan pertanian di Indonesia. Akan tetapi, apabila WMS akan diterapkan, isu kesiapan masyarakat tani menjadi salah satu isu penting yang harus segera ditangani.

Pengembangan WMS tentunya membutuhkan platform pemetaan lahan berbasis web yang cukup dikenal oleh masyarakat dan memiliki tingkat kekayaan informasi yang cukup baik. Oleh karena itu, sistem pemetaan lahan berbasis web ini dapat dikembangkan dengan menggunakan Google Maps.

Pengembangan WMS ini tentunya memerlukan teknologi yang bersifat *open source*. Pemilihan teknologi *open source* agar biaya lisensi dapat ditekan. Sehingga dengan demikian pengguna dapat memiliki keuntungan. Oleh karena itu, pengembangan WMS diharapkan dapat menggunakan Bahasa pemrograman PHP dengan server Apache. Selain itu, pengembangan WMS ini dapat menggunakan basis data MySQL.

Pengembangan WMS juga diharapkan dapat menerapkan arsitektur aplikasi dengan spesifikasi berbasis layanan (*arsitektur aplikasi berorientasi service / service-oriented architecture*). Pemilihan arsitektur aplikasi berorientasi layanan ini diperlukan karena dengan menerapkan arsitektur aplikasi berbasis layanan, WMS akan dapat dikembangkan menjadi beberapa modul layanan lainnya, seperti *mobile mapping*, penerapan *internet of things* untuk mendukung WMS. Dengan menerapkan arsitektur berbasis layanan ini juga mendukung integrasi data. Dengan berbagai macam layanan yang disediakan dan data saling terintegrasi satu sama lain.

Terakhir, WMS perlu dikembangkan dengan memperhatikan *update* yang rutin dari sistem yang tidak membebani pengguna dan infrastruktur. Oleh karena itu WMS perlu dikembangkan berbasis web dan disimpan menggunakan teknologi *cloud platform*. Dengan teknologi cloud tersebut maka *maintenance* dari sisi aplikasi dan infrastruktur dapat diminimalisasi.

C. Aktor dan Stakeholder yang Terlibat

Sistem Pemetaan Lahan yang akan dikembangkan sebaiknya dapat digunakan oleh petani, pengurus kelompok tani, aparaturnya, dan perwakilan dari dinas pertanian. Petani sebagai produsen utama di sektor pertanian memiliki peran yang sangat strategis terhadap sistem pemetaan lahan. Oleh karena itu, tentunya pengembangan sistem ini harus mendapatkan dukungan utama dari masyarakat tani.

Petani diharapkan dapat berperan aktif dalam pengembangan dan implementasi sistem pemetaan lahan pertanian ini. Petani tentunya juga dapat menganalisis berdasarkan data – data yang dimiliki dengan menggunakan fitur analisis data lahan dan pertanian.

Aktor pendukung lainnya, seperti pengurus kelompok tani, aparaturnya, dan perwakilan dari dinas pertanian diharapkan dapat mendukung penggunaan sistem pemetaan lahan yang ada. Aktor – aktor ini juga akan menggunakan data untuk

membantu pelaporan – pelaporan terkait dengan produktivitas pertanian dan penggunaan lahan pertanian.

Tentunya Sistem Pemetaan Lahan harus dikembangkan dengan perencanaan dan penerapan yang baik karena penerapan Teknologi Informasi pada bidang pertanian harus merupakan sebuah program mengembangkan kooperatif yang harus dapat terjangkau, terukur, dapat diterapkan, dan memiliki keberlanjutan.

D. Dukungan kepada Pengguna

Kesiapan sumber daya manusia untuk penerapan Sistem Informasi Pemetaan Lahan Berbasis Web menjadi salah satu isu utama yang harus diperhatikan. Sumber daya manusia, terutama masyarakat tani dan pengurus kelompok tani harus mendapatkan dukungan untuk meningkatkan kapasitas literasi digital yang dimiliki. Sistem Informasi Pemetaan Lahan Berbasis Web ini juga tentunya harus didukung dengan adanya manual pengguna yang dapat menjadi petunjuk bagi pengguna di dalam mengoperasikan sistem tersebut.

Bahasa yang digunakan oleh sistem diharapkan juga dapat lebih mudah dipahami. Hal ini tentunya mengingat bahwa sebagian besar masyarakat tani yang ada di Indonesia tidak memiliki pendidikan formal yang tinggi dan memiliki tingkat adaptasi terhadap teknologi informasi yang masih rendah. Oleh karena itu, pengembangan sistem pemetaan lahan pertanian diharapkan dapat lebih mudah dipahami oleh masyarakat tani dan perwakilan kelompok tani.

VI. KESIMPULAN

Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk pertanian diharapkan dapat membantu dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Untuk membantu mewujudkan hal itu, tentunya dukungan pemerintah Indonesia sangat diperlukan. Salah satunya dengan menambah akses jangkauan terhadap jaringan Internet untuk desa dan memberikan edukasi kepada petani terkait dengan penggunaan perangkat teknologi informasi. Literasi digital petani Indonesia perlu ditingkatkan. Selain itu, pengembangan perangkat – perangkat lunak yang membantu di bidang pertanian juga mutlak diperlukan.

Salah satu perangkat lunak yang diperlukan adalah sistem pemetaan lahan (*Web Mapping System / WMS*). WMS ini diperlukan untuk membantu mendata lahan yang dimiliki dan diolah oleh petani. Sistem ini diharapkan dapat memiliki beberapa fitur, seperti fitur manajemen pertanian, fitur manajemen sarana produksi pertanian, fitur analisis data lahan dan pertanian, fitur penjualan hasil pertanian, dan fitur kecerdasan buatan. Dari beberapa fitur yang ada, diharapkan fitur manajemen lahan pertanian dapat

diimplementasikan terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena fitur ini merupakan langkah awal dan pondasi dalam melakukan pendataan terhadap lahan pertanian.

Kerangka teknologi yang digunakan untuk aplikasi ini diharapkan menggunakan teknologi *open source*, arsitektur berbasis layanan (*service-oriented architecture*), dan dapat menggunakan teknologi *cloud platform*. Dengan menggunakan teknologi open source, dapat meminimalisasi biaya lisensi dan biaya perawatan. Dukungan pengguna terhadap penggunaan aplikasi juga mutlak diperlukan untuk membantu penerapan. Dengan adanya dukungan terhadap pengguna, dapat membantu memaksimalkan pemanfaatan teknologi dengan lebih maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini dengan no kontrak: 227/SP2H/LT/DRPM/2019, LPPM, dan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Badan Pusat Statistik," 2019. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/895>. [Accessed 14 Maret 2019].
- [2] Deloitte, "e-Transform Africa: Agriculture Sector Study - Sector Assessment and Opportunities for ICT," Deloitte Project Report, 2012.
- [3] M. Kamran, M. Anjum, M. Rehman, H. Ahmad and M. A. Kamran, "Classification of Information Systems in e-Agriculture: A Mapping Study," *International Journal of Computer Science and Information Security*, vol. 14, no. 9, pp. 1043-1077, 2016.
- [4] F. Brugger, *Mobile Application in Agriculture*, Basen: Syngenta Foundation, 2011.
- [5] FAO, "e-Agriculture," 2010. [Online]. Available: http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/Investment_Days_2010_2nd_day/Session_I/e-agrADV_en-singlefile.pdf. [Accessed 14 Maret 2019].
- [6] S. A. Ghogare and P. M. Monga, "'E-Agriculture' Introduction and Figuration of its Application," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 44-47, 2015.
- [7] IFFCO Kisan Sanchar Limited, "IFFCO Kisan Website," [Online]. Available: www.iffcokisan.com. [Accessed 14 Maret 2019].
- [8] Y. Zhang, L. Wang and Y. Duan, "Agricultural information dissemination using ICTs: A review and analysis of information dissemination model in China," *Information Processing in Agriculture*, vol. 3, pp. 17-29, 2016.
- [9] S. T. Far and K. Rezaei-Moghaddam, "Impacts of the precision agricultural technologies in Iran: An analysis experts' perception & their determinants," *Information Processing in Agriculture*, vol. 5, pp. 173 - 184, 2018.
- [10] H. E. Bilali and M. S. Allahyari, "Transition towards sustainability in agriculture and food systems: role of Information and Communication Technologies," *Information Processing in Agriculture*, 2018.

- [11] S. M. A. El-kader and B. M. M. El-Basioni, "Precision farming solution in Egypt using the wireless," *Egyptian Informatics Journal*, vol. 14, pp. 221 - 233, 2013.
- [12] M. Krishnan, C. A. Foster, R. P. Strosser and J. L. Glancey, "Adaptive modeling and control of a manure spreader for precision agriculture," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 52, no. 1-2, pp. 1-10, 2006.
- [13] D. Breazeale, "A Precision Agriculture Fertilization Program For Alfalfa Hay Production: Will it Pay for Itself," University of Nevada Cooperative Extension, 2006.
- [14] B. Fitzpatrick and T. Neale, "Overview of Farm Mapping Software in Australia," Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston Act, 2008.
- [15] Trimble, "Farm Works Mapping Software," Trimble, Hamilton, 2015.
- [16] M. R. Yousefi and A. M. Razdari, "Application of GIS and GPS in Precision Agriculture (a Review)," *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, vol. 3, no. 1, pp. 7-9, 2015.
- [17] Z. Naiqian, W. Maohua and W. Ning, "Precision Agriculture Worldwide Overview," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 36, pp. 113 - 132, 2002.
- [18] N. Rahmawati, R. Saputra and A. Sugiharto, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan dan Analisis Lahan Pertanian di Kabupaten Pekalongan," *Journal of Informatics and Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 95 - 101, 2013.
- [19] H. Yin, A. V. Prishchepov, T. Kuemmerle and B. Bleyhl, "Mapping Agricultural Land Abandonment From Spatial and Temporal Segmentation of Landsat Time Series," *Remote Sensing of Environment*, vol. 210, pp. 12-24, 2018.
- [20] G. Pulighe and F. Lupia, "Mapping Spatial Patterns of Urban Agriculture in Rome (Italy) using Google Earth and Web-Mapping Services," *Land Use Policy*, vol. 59, pp. 49-58, 2016.
- [21] P. Boottho and S. E. Goldin, "Automated Evaluation of Online Mapping Platforms," in *5th International Electrical Engineering Congress*, Pattaya, 2017.
- [22] Q. Zhao and J. L. Y.-S. Q. T. Zhenyu Liao, "A Split Smart Swap Clustering for Clutter Problem in *Web Mapping System*," in *International Conference on Web Intelligence*, Hilton Omaha, 2016.
- [23] Direktorat Pangan dan Pertanian, "Studi Pendahuluan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pangan dan Pertanian 2015 - 2016," Direktorat Pangan dan Pertanian Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2013.
- [24] Badan Pusat Statistik, "Produk Domestik Bruto Indonesia Triwulanan," BPS-Statistics Indonesia, Jakarta, 2018.
- [25] R. Delima, "Analisis Kondisi dan Kesiapan Masyarakat Tani di Daerah Istimewa Yogyakarta untuk Memanfaatkan TIK di Bidang Pertanian," in *Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, Yogyakarta, 2016.

