

Sistem Informasi Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit Berbasis Web GIS

Faisal Akmal¹, Fatwa Ramdani², Aryo Pinandito³

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

Email : ¹faisalakml@gmail.com , ²fatwaramdani@ub.ac.id , ³aryo@ub.ac.id.

ABSTRAK

Pemupukan merupakan salah satu hal upaya dalam peningkatan produksi kelapa sawit. Dengan memiliki peranan yang begitu besar, maka penggunaan pupuk yang lebih efisien akan sangat membantu menekan biaya produksi. Agar memastikan pemupukan efisien diperlukan ada nya analisis dosis kebutuhan pupuk tanaman dan sekaligus memantau hasil panen. Analisis daerah memungkinkan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak GIS berbasis WebGIS yang memiliki kemudahan dari sisi penggunaan dengan pendekatan *precision farming* agar dapat berjalan dalam jangka panjang. Langkah pertama memvisualisasikan lahan perkebunan kelapa sawit dari olahan data citra guna memantau, menganalisis, dan mengelola lahan perkebunan agar produksi tetap berlanjut. Kemudian menentukan data atribut untuk analisis kebutuhan dosis pupuk dan mencocokkan dengan tabel usia pemupukan tanaman kelapa sawit. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan untuk mengetahui jumlah dosis pupuk yang tepat dan sesuai agar dapat menekan biaya dan produksi tetap meningkat sesuai dengan target masa panen.

Kata kunci: Sistem Informasi Geografis, Kelapa Sawit, *Precision Farming*

ABSTRACT

Fertilization is one way to increase palm oil production. With such a crucial role, then an efficient usage of fertilizer could cut down production cost significantly. In order to ensure an efficient fertilization, a thorough analysis on plant's fertilizer needs along with looking after harvest results. Area analysis is possibly done by utilizing WebGIS-based GIS software which is easy to operate using precision farming approach in order to run in a long term. First step is to visualize palm oil plantation using processed image data in order to supervise, analyze, and plantation and ensure continuous production. Next, determining attribute data to analyze the need of fertilizer and match it with palm oil plant fertilization age table. It is expected that the result of this research could be of help for companies to know plant's exact and proper need of fertilizer in order to save cost and continuous increase in production that will meet harvest dates.

Keywords: Geographic Information System, Palm Oil, *Precision Farming*

1. PENDAHULUAN

Upaya untuk peningkatan produksi kelapa sawit dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain memperluas wilayah perkebunan, pemilihan bibit unggul, pemberian pupuk yang teratur, memberantas hama tanaman, dan perbaikan sistem pengelolaan kebun atau perkebunan. Salah satu untuk meningkatkan hasil produksi dengan menggunakan bahan kimia dengan dosis rendah seperti pemupukan, sangat diperlukan dalam di kegiatan perkebunan atau perkebunan untuk melengkapi atau mengganti unsur hara di dalam tanah untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Umeda et.al, 1999).

Pemupukan juga memberikan manfaat yang sangat tinggi selain meningkatkan kualitas dan produksi, pemupukan sangat bermanfaat untuk kesuburan tanah dan daya tahan tanaman meningkatkan terhadap serangan penyakit dari pengaruh iklim atau hama yang merugikan. Akan tetapi dalam pelaksanaan sering terjadi penyimpangan sehingga pemupukan harus dikelola dengan baik sehingga menjamin tercapainya tujuan pemupukan, mengingat salah satu komponen produksi yang besar adalah biaya untuk pemupukan. Menurut Suwandi, et.al. 1987, bahwa biaya perawatan pemupukan sekitar 40 – 60% atau sekitar 20% dari total biaya produksi. Pemupukan yang efektif dan

efisien perlu memperhatikan beberapa hal yaitu cara pemberian pupuk, jenis dan dosis pupuk, waktu pemupukan, tempat aplikasi dan pengawasan dalam pelaksanaan pemupukan (Poeloengan et. al., 2003).

PT Cahaya Anugrah Plantation adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang perkebunan dan pengolahan perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan informasi yang diberikan oleh PT Cahaya Anugrah Plantation hampir seluruh bagian lahan mendapatkan perlakuan seragam (contoh). Laju aplikasi yang dilakukan tersebut didasarkan pada karakteristik rata-rata keseluruhan guna pengukuran sifat sampel gabungan yang dikumpulkan untuk merepresentasikan lahan dan dilakukan untuk berkelanjutan. Dengan perlakuan tersebut, maka kemungkinan yang akan terjadi adalah adanya aplikasi yang berlebihan (*over application*) yang mengakibatkan peningkatan biaya produksi dan aplikasi yang kekurangan (*under application*) yang mengakibatkan target hasil panen tidak sesuai. Dengan peranan begitu besar, maka dalam menggunakan pupuk yang lebih efisien pada pertumbuhan kelapa sawit akan sangat nyata dalam membantu menekan biaya produksi dan meningkatkan hasil panen.

Untuk menjaga produktivitas dan kualitas hasil panen, perlu dilakukannya analisis potensi lahan guna memantau perkembangan tanaman sekaligus memprediksi hasil panen. Karena dengan analisis potensi lahan dapat mengetahui diprediksi hasil panen dan dapat menciptakan rekomendasi pemanfaatan lahan, sehingga hasil panen yang didapatkan di akhir akan maksimal (Sugianto, 2010). Untuk analisis daerah pertanian memungkinkan untuk dilakukan dengan menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis), karena dengan perangkat ini mampu memvisualisasikan data-data spasial dalam format yang tepat, sehingga interpretasi data spasial menjadi mudah untuk dipahami. Sayangnya, pihak perusahaan masih belum menggunakan dengan maksimal karena tidak banyak orang yang mengetahui dan menggunakan SIG, karena membutuhkan pengetahuan yang khusus dalam penggunaannya (Balamurugan, 2014).

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan analisis lahan yang dapat menentukan dosis tepat pupuk pada perkebunan kelapa sawit agar kebutuhan pupuk yang diperlukan dalam satu blok berdasarkan usia rata-rata tanaman kelapa sawit tepat. Penelitian ini

menggunakan pendekatan *precision farming* yang merupakan sistem perkebunan yang menerapkan teknologi pada sistem pengelolaan perkebunan dalam rangka melakukan identifikasi, analisis dan mengolah informasi keragaman spasial dan temporal lahan perkebunan untuk mendapatkan keuntungan maksimal untuk berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Tujuan digunakannya *precision farming* adalah memilih dan menetapkan kegiatan budidaya aplikasi suber daya yang sesuai dengan karakteristik lahan dan kondisi tanaman (McBratney dan Whelan, 1995). Tentu saja berpotensi dalam optimalisasi pada proses budidaya perkebunan, dengan memberikan masukan kebutuhan pupuk yang sama akan mendapatkan hasil yang sama dengan pengurangan masukan, atau hasil lebih besar dengan pengurangan masukan.

Penulis mengangkat penelitian sebelumnya untuk menjadi salah satu acuan dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Salah satu nya dengan judul Pengembangan Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit yang sebatas pemodelan dan analisis sebagai dasar pengambilan keputusan yang lebih baik dan akurat, dalam rangka meningkatkan kinerja pengelolaan perkebunan kelapa sawit.

Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu di rancang suatu Sistem Informasi Geografis (SIG) yang khusus untuk mengelola data yang memiliki informasi spasial (berefensi keruangan). SIG dapat menerima dan mengolah data dari berbagai sumber dengan skala dan struktur yang berbeda. Pemanfaatan dari teknologi SIG ini digunakan untuk merancang sistem berbasis web dalam pemetaan perkebunan kelapa sawit yang disebut *Web SIG*. Dengan menggunakan sistem tersebut nantinya perusahaan dapat menampilkan informasi perkebunan dan memudahkan setiap petugas dalam pengolahan data sehingga diharapkan petugas dapat *monitoring* informasi data, dan dengan menggunakan pendekatan *precision farming* kita dapat menentukan variabel yang akan digunakan seperti jenis tanah, usia tanaman, luas area perkebunan, dan jumlah pokok tanaman kelapa sawit sebagai tolak ukur dalam melakukan perhitungan dan pengambilan keputusan yang nanti akan digunakan sebagai analisis kebutuhan dosis pupuk. Selain itu,

sistem Informasi Geografis (SIG) dapat membantu untuk memvisualisasikan lahan perkebunan dalam bentuk peta digital berdasarkan data citra satelit serta pengembangan *website* yang memanfaatkan data keruangan untuk menjaga produksi sawit dan memantau lahan perkebunan yang berkelanjutan serta mendapatkan rekomendasi dosis pupuk berdasarkan usia rata-rata yang nanti nya akan menentukan hasil panen.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis (Turban, 2005).

SIG tidak lepas dari data spasial, yang merupakan sebuah data yang mengacu pada posisi, obyek dan hubungan diantaranya dalam ruang bumi. Data spasial merupakan salah satu item dari informasi di mana di dalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi. Terdapat 5 komponen utama SIG menurut John E. Harmon dan Steve J. Anderson (2003), yaitu:

1. *User* atau pengguna yang menjalankan sistem.
2. Aplikasi merupakan prosedur yang digunakan untuk mengolah data menjadi informasi.
3. Data yang digunakan dalam SIG dapat berupa data grafis dan data atribut.
4. *Software* atau perangkat lunak SIG berupa program aplikasi yang memiliki kemampuan pengelolaan dan penayangan data spasial.
5. *Hardware* atau perangkat keras yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem.

2.2. WebGIS

WebGIS adalah suatu perangkat lunak SIG atau pemetaan secara digital yang menggunakan jaringan internet sebagai media komunikasi yang berfungsi mendistribusikan, mempublikasikan, mengintegrasikan, menghubungkan dan menyediakan informasi dalam bentuk skrip, peta digital serta menjalankan fungsi-fungsi analisis dan *query* yang terkait dengan *GIS* melalui jaringan

internet (Pharasta, 2007).

2.3. Precision Farming

Precision Farming adalah suatu usaha pertanian dengan pendekatan dan teknologi yang memungkinkan perlakuan yang teliti (*precise treatment*) terhadap rantai agribisnis dari hulu (*onfarm*) sampai ke hilir (*off farm*). *Precision farming* merupakan istilah yang digunakan untuk menjabarkan tujuan peningkatan efisiensi dalam pengelolaan pertanian (Blackmore, 1994). *Precision farming* memungkinkan adanya peningkatan produktivitas, sementara biaya produksi menurun dan dampak lingkungan minimal (NRC 1997, dalam Shibusawa, 2001).

Menurut Blackmore (1994), tiga aspek dalam *precision farming* adalah: (1) menemukan apa yang terjadi dalam lahan, (2) memutuskan apa yang dilakukan untuk itu, dan (3) memberik perlakuan pada area tergantung pada keputusan yang dibuat. Pelaksanaan *precision farming* merupakan suatu siklus yang berkesinambungan dari tahap perencanaan (*planning season*), tahap pertumbuhan (*growing season*), dan tahap pemanenan (*harvesting season*).

Tahapan awal dari siklus *precision farming* adalah analisa kesuburan tanah dari sampel tanah sedangkan pada sistem yang telah berjalan biasanya melalui proses untuk memonitor hasil panen di tiap lokasi sesuai koordinat *geo-referencing*, yaitu penandaan koordinat geografi untuk titik-titik pada permukaan bumi.

3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1. Studi Literatur

Langkah ini termasuk dalam perencanaan dalam penelitian mengenai pendekatan *precision farming* dalam perancangan sistem informasi pemupukan. Diantaranya, mempelajari penelitian terdahulu yang dan literature yang berhubungan dengan penelitian. Dalam melakukan studi literatur, peneliti diharapkan mampu memahami konsep pendekatan *precision farming* dan pemupukan dalam analisis dan perancangan.

3.2. Pengumpulan Data

3.2.1. Observasi

Observasi yang dilakukan pada penelitian

ini adalah observasi non-perilaku, bertujuan untuk mengetahui prosedur pengelolaan pemupukan pada perusahaan yang dilakukan.

3.2.2. Wawancara

Wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini adalah wawancara personal, bertujuan untuk mendapatkan kebutuhan dari pengguna dan melakukan verifikasi terhadap pendefinisian kebutuhan yang dilakukan oleh peneliti.

3.3. Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak

Fase ini diawali dengan analisa hasil wawancara yang kemudian dilanjutkan dengan arsitektur sistem yang dihasilkan berdasarkan referensi. Kemudian melakukan perancangan desain antarmuka, *data flow diagram*, *entity relationship diagram*, dan *physical data model*.

3.4. Pengolahan Data Citra Satelit

Dalam fase ini melakukan pengolahan data citra satelit *Quickbird* menggunakan aplikasi *QuantumGIS*. Pengolahan ini untuk pembuatan *point* untuk simbol pohon kelapa sawit, *polygon* untuk area perkebunan, dan *database*. Setelah itu ekspor data yang sudah diolah menjadi format HTML.

3.5. Implementasi WebGIS

Fase ini melakukan implementasi *website* dari hasil analisis kebutuhan sistem, perancangan desain antarmuka dan ekspor pengolahan data citra satelit menggunakan bahasa pemrograman *php* dan *javascript*.

3.6. Pengujian dan Hasil Analisis

Dalam fase ini pengujian dari hasil implementasi menggunakan pengujian *black-box* dan *user acceptance test*. Penggunaan *black-box* untuk mengetahui kebutuhan sistem sudah sesuai dari segi perancangan, sedangkan *user acceptance test* dari segi pengguna yang akan menggunakan sistem.

4. ANALISA DAN PERANCANGAN

4.1. Analisis Persyaratan Fungsional dan Non-Fungsional

4.1.1 Analisis Persyaratan Fungsional

Tabel 1. merupakan contoh persyaratan fungsional sesuai dengan perancangan untuk WebGIS pengelolaan perkebunan kelapa sawit.

Tabel 1. Persyaratan Fungsional

Nama Fitur	Kode Fitur	Kode Dasar	Kode Lengkap	Deskripsi
Login	FIT1	F – WPK S – 1	F-WPKS-1-1	Sistem dapat melakukan autentifikasi pengguna yang akan masuk.
Visualisasi Lahan Perkebunan Kelapa Sawit	FIT2	F – WPK S – 2	F-WPKS-2-1	Sistem dapat menampilkan sebaran lahan perkebunan kelapa sawit terdaftar dalam bentuk peta digital.

4.1.2 Analisis Persyaratan Non-Fungsional

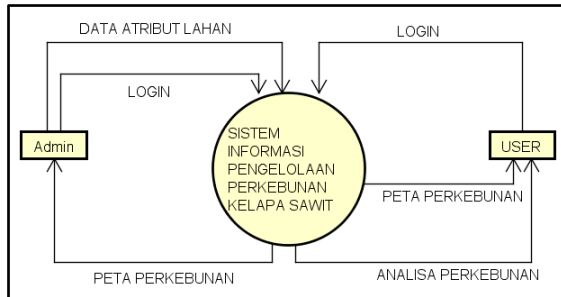
Berikut merupakan persyaratan Non-Fungsional dengan parameter *compatibility* WebGIS pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang tertera dalam Tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan Non-Fungsional

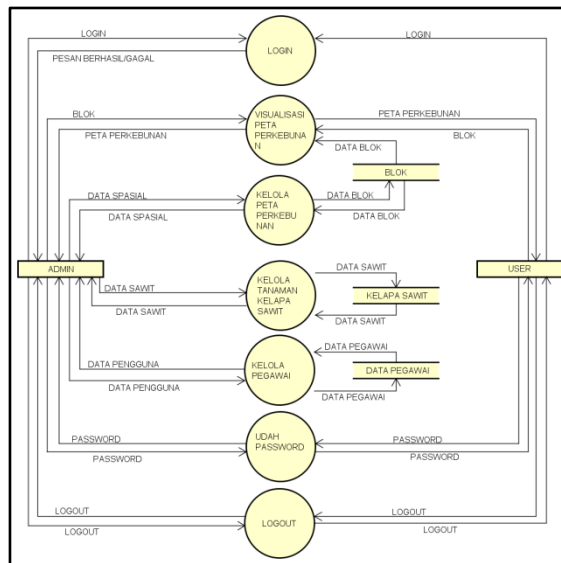
No	SRS ID	Parameter	Deskripsi
1	NF-WPK S-01	Compatibility	Perangkat lunak dapat berjalan di berbagai web browser untuk mempermudah dalam mengakses.

4.2. Data Flow Diagram

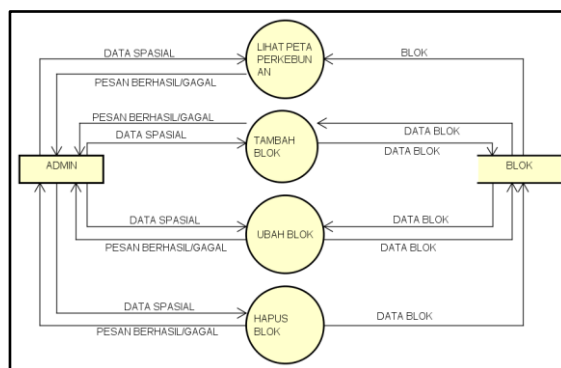
Gambar 1. adalah diagram konteks proses ruang lingkup sistem informasi pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang memperlihatkan aliran data. Pada sistem yang dibuat terdapat dua entitas yaitu Admin yang mempunyai wewenang untuk mengelola *control panel* dan hak akses pada *website*. User melakukan analisa rekomendasi pemupukan, yang proses perhitungan dilakukan secara online.



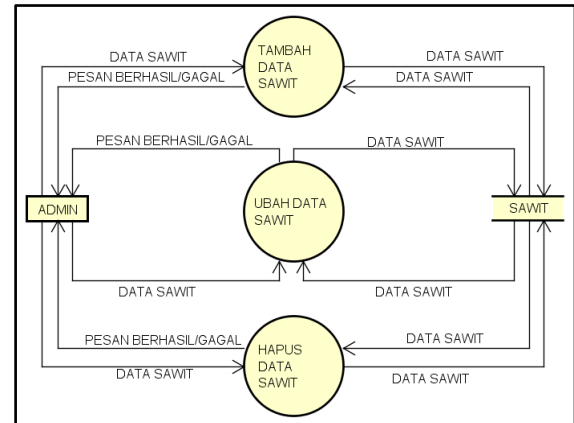
Gambar 1. Diagram Konteks (Level 0)



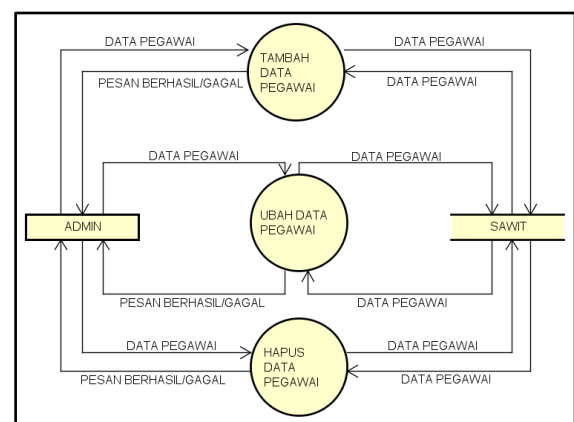
Gambar 2. DFD Level 1



Gambar 3. DFD Level 2 Kelola Perkebunan



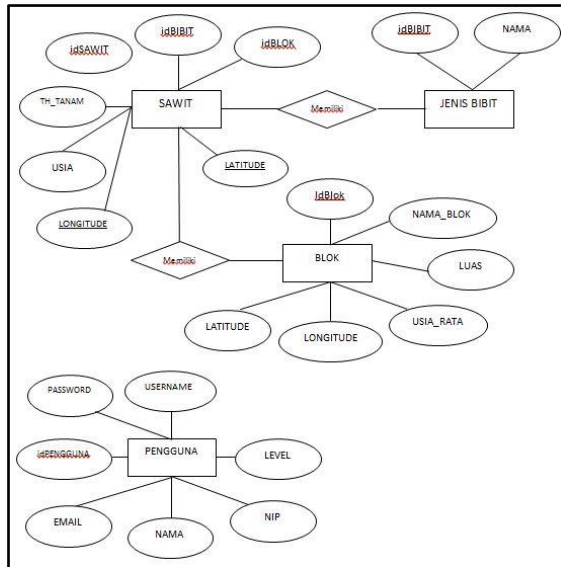
Gambar 4. DFD Level 2 Kelola Sawit



Gambar 5. DFD Level 2 Kelola Pegawai

4.3. Entity Relationship Diagram

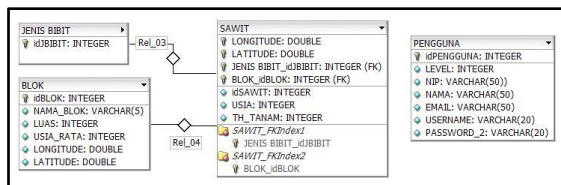
ERD digunakan dalam membangun basis data untuk menggambarkan relasi atau hubungan dari dua tabel. ERD terdiri dari 2 komponen utama yaitu entitas dan relasi. Hubungan antar entitas yang terjadi dalam sistem yang akan dirancang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Entity Relational Diagram

4.4. Physical Data Model

Gambar 7. adalah *database schema* yang menggambarkan kerangka untuk menyusun *database*.

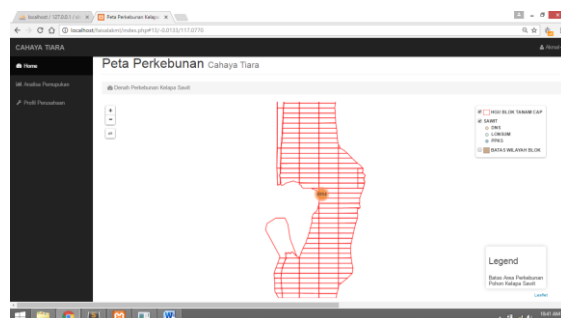


Gambar 7. Database Schema

4.5. Perancangan Desain Antarmuka

4.5.1 Desain Antarmuka Halaman Utama

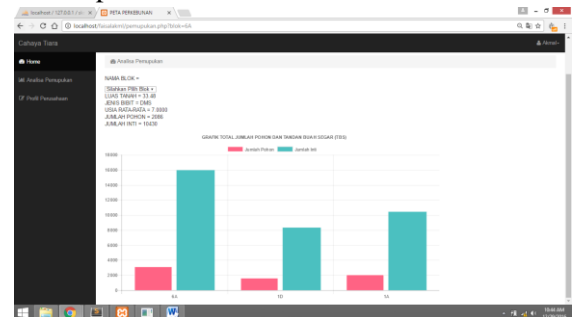
Gambar 8. merupakan tampilan desain antarmuka pada halaman utama. Halaman ini akan muncul peta lokasi perkebunan kelapa sawit yang sudah dibagi berdasarkan blok nya dan terdapat titik yang mewakili simbol kelapa sawit. Halaman ini dapat diakses ketika pengguna sistem telah berhasil melakukan login ke dalam sistem.



Gambar 8. Perancangan Halaman Utama

4.5.2 Desain Antarmuka Halaman Analisa Pemupukan

Gambar 9. adalah tampilan desain antarmuka pada halaman analisa pemupukan. Halaman ini menunjukkan informasi blok sesuai opsi yang dipilih oleh pengguna, proses rekomendasi langsung dihitung dan ditampilkan dalam bentuk grafik batang yang berisikan luas tanah, jenis bibit yang ditanam, jumlah pohon yang tertanam dan prediksi hasil panen.



Gambar 9. Perancangan Halaman Analisa Pemupukan

5. PENGUJIAN

5.1. Pengujian Blackbox

Pengujian metode *black box* merupakan pengujian terhadap fungsionalitas input/output dari suatu perangkat lunak. Penguji mendefinisikan sekumpulan kondisi input kemudian melakukan sejumlah pengujian terhadap program sehingga menghasilkan suatu output yang nilainya dapat dievaluasi.

Modul testing yang dilakukan dengan menguji modul:

Tabel 3. Hasil Pengujian Blackbox

No	Test Name	Yang diharapkan	Hasil Pengamatan
1	F-WPK S-1-1	Sistem mampu validasi data, apa data username atau password kosong maka muncul notifikasi kesalahan.	Notifikasi kesalahan muncul.
		Sistem mampu validasi data, apa data username atau password tidak benar maka muncul notifikasi	Notifikasi kesalahan muncul

		kesalahan.	
2	F-WPK S-2-1	Pengujian dengan memilih blok dan akan menampilkan informasi terkait blok dan kelapa sawit.	Sistem akan menampilkan informasi blok dan kelapa sawit dengan model <i>pop-up</i> .

5.2. User Acceptance Test

Pengujian *User Acceptance Test* yang dilakukan untuk memberikan hak kepada pengguna untuk langsung memberi penilaian terhadap sistem informasi pengelolaan perkebunan kelapa sawit. Dengan jumlah responden 5 orang dengan 8 pertanyaan.

Tabel 4. Kuisioner Pengguna

No	Pertanyaan	TS	S	SS
1	Sistem informasi pengelolaan perkebunan dapat dioperasikan dengan mudah dan efektif			
2	Sistem informasi pengelolaan perkebunan memudahkan para pengguna dalam hal melakukan analisis pemupukan			
3	Sistem informasi pengelolaan perkebunan dapat membantu memenuhi kebutuhan informasi blok perkebunan bagi pengguna			
4	Apakah visualisasi yang ditampilkan sudah sesuai dengan kebutuhan			
5	Apakah proses input data pada sistem informasi pengelolaan perkebunan sudah berjalan dengan baik			
6	Proses perhitungan pada sistem informasi pengelolaan perkebunan dalam menentukan dosis pupuk sudah sesuai			
7	Apakah fitur dalam sistem informasi pengelolaan perkebunan sudah sesuai dengan kebutuhan dalam menganalisis			
8	Apakah sistem informasi pengelolaan perkebunan sudah responsif			

Setelah kuisioner di atas diberikan kepada peserta, kemudian data kuisioner tersebut diolah untuk mendapatkan hasil penilaian pengguna *user acceptance test*. Untuk data pengujian *user acceptance test* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian User Acceptance Test

Pertanyaan	Jawaban Karyawan					
	TS	%	S	%	SS	%
1	0	0%	1	20%	4	80%
2	0	0%	3	60%	2	40%
3	0	0%	3	60%	2	40%
4	0	0%	1	40%	4	60%
5	0	0%	2	40%	3	60%
6	0	0%	5	60%	0	40%
7	0	0%	1	80%	4	20%
8	0	0%	4	60%	1	40%
TOTAL	0	0%	20	50%	20	50%

Dari hasil penilaian pengujian *user acceptance test* dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Pengguna sistem yang telah memilih Tidak Setuju (TS) mendapat nilai 0%
2. Pengguna sistem yang telah memilih Setuju (S) mendapat nilai 50%
3. Pengguna sistem yang telah memilih Sangat Setuju (SS) mendapat nilai 50 %

6. KESIMPULAN

1. Visualisasi data spasial menggunakan WebGIS dapat dilakukan melalui ekstraksi hasil pengolahan data pada perangkat lunak QuantumGIS. Pengolahan data dimulai dari pengambilan titik-titik untuk menentukan batas HGU atau wilayah menggunakan GPS. Setelah itu pengambilan titik-titik untuk menentukan pohon kelapa sawit yang tertanam pada tiap-tiap blok. Langkah selanjutnya melengkapi data atribut pada setiap poligon dan point yang sudah dibuat sebelumnya. Setelah data atribut sudah terisi, maka dapat dilakukan ekstraksi data ke dalam format HTML untuk digunakan sebagai bahan pembangunan WebGIS.
2. Penentuan dosis pemupukan yang didapatkan berdasarkan jumlah rata-rata usia pohon kelapa sawit yang disesuaikan dengan acuan tabel standar

- dosis pemupukan pada tanaman yang sudah menghasilkan.
3. Berdasarkan hasil pengujian fungsional yang telah dilakukan diperoleh hasil 100% valid pada 21 *test case* yang diuji dan berdasarkan hasil pengujian non-fungsionalitas didapatkan hasil bahwa sistem yang dibangun mampu berjalan dengan baik pada browser yang diuji sehingga telah memenuhi persyaratan non-fungsionalitas yang telah ditetapkan. *User acceptance test* yang telah dilakukan diperoleh hasil jumlah rata-rata 50% pada jawaban Setuju dan jumlah rata-rata 50% pada jawaban Sangat Setuju dengan test case yang diuji dan berdasarkan pengujian non-fungsional didapatkan hasil bahwa sistem yang dibangun dapat di terima oleh pengguna.

Kabupaten Sragen. Pendekatan RAP-CLS. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Balamurugan, M., Kalaiarasi, K. & Prasad, A., S., 2014. *Agriculture Land Information System Using Web GIS*. IJRSET. ISSN: 2319-8753.
- Blackmore S. (1994). Precision Farming : an overview. *Agricultural Engineer* 49(3):86-88.
- Umeda M, Lida M, and Suguri M. 1999. Research at Laboratory of Farm Machinery of Kyoto University. ASAE/CSAE-SCGR Annual International Meeting. Toronto Canada.
- McBratney A, Whelan BM. 1995. The Potential for Site-specific Management of Cotton Farming Systems. Discussion Paper No. 1, Co-operative Research Center of Sustainable Cotton Production. Australia.
- Pharasta, E. 2007. *Sistem Informasi Geografis: Tutorial ArcView*, Bandung: Informatika.
- Poeloengan, Z. M. L. Fadli, Winarna, S. Ruhutomo, dan E.S. Sutarta. 2003. Permasalahan Pemupukan pada Perkebunan Kelapa Sawit, hal 67-80.
- Sugianto, 2010. *Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan dan Analisa Daerah Pertanian Di Kabupaten Ponorogo*. Insitut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya: jurusan Teknologi Informasi.
- Suwandi. 2005. Keberlanjutan Usaha Tani pada Padi Sawah-Sapi Potong Terpadu di