PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PENGELOLAAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Arif Imam Suroso*), Kudang B. Seminar**), Pramadia Satriawan***)

*) Staf Pengajar Jurusan Manajemen, FEM IPB, Sosek Faperta, Ilkom FMIPA dan Magister Manajemen Agribisnis IPB
**) Staf Pengajar Magister Manajemen Agribisnis IPB dan Fateta IPB
***) Alumni Magister Manajemen Agribisnis IPB

ABSTRACT

PT Astra Agro Lestari Tbk has a huge palm oil plantation that spread out in several locations in Indonesian's main island such Sumatra, Kalimantan, and Sulawesi. To manage the plantations, PT Astra Agro Lestari needs an information system, which is spatially referenced. The purpose of this study is to investigate and analyze the operational plantation information according to user needs, and to develop prototype of spatial information system. A modified method of Development Life Cycle (SDLC) and prototyping developed were used. The output of developed information system are some information products that consist of basic plantation, daily harvesting, fertlizing, plant disease, and plantation infrastucture information such building, roads network, and bridges. The data were collected from related divisions PT. Astra Agro Lestari and compiled into both spatial and attribute databases. Spatial information system has an impact in the effeciency of processing time and cost increasing information quality, making problem solving easier.

Key Words: Geographical Information System, Decesion Support System, Palm Oil Infomation System

PENDAHULUAN

Komoditas kelapa sawit memegang peranan yang cukup penting dalam perekonomian Indonesia, karena komoditas ini merupakan salah satu andalan sumber devisa non migas. Produktivitas industri kelapa sawit Indonesia masih belum sebaik Malaysia yang potensi alamnya jauh lebih kecil. Salah satu penyebabnya adalah efektifitas manajemen pengelolaan perkebunan kelapa sawit. Ada beberapa faktor yang penting dalam menunjang pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang efektif diantaranya adalah ketersediaan informasi yang akurat dan memadai untuk kegiatan operasional perkebunan.

Areal perkebunan kelapa sawit yang ada di Indonesia pada saat ini dikelola oleh perkebunan negara, swasta, dan perkebunan rakyat. Pengelola perkebunan ini perlu melakukan usaha untuk memperbaiki sistem agribisnis kelapa sawit yang didukung oleh berbagai informasi yang menunjang. Kebutuhan akan sistem informasi yang baik dan lengkap sudah dirasakan oleh perusahaan perkebunan swasta seperti PT Astra Agro Lestari Tbk, apalagi dengan kondisi perkebunan kelapa sawit yang mempunyai banyak areal yang tersebar di berbagai pulau seperti Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Kondisi perkebunan kelapa sawit yang sangat luas dan tersebar di berbagai lokasi yang berjauhan berdampak pada volume data serta informasi yang besar dan kompleks yang selalu terkait dengan informasi spasial (geografis) atau lokasi baik secara global maupun rinci.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan informasi spasial, PT. Astra Agro Lestari Tbk telah melakukan pengambilan data spasial dari foto udara dan satelit *Ikonos* yang belum dimanfaatkan dan diintegrasikan dengan sistem informasi yang ada. Sebagai perusahaan swasta nasional yang cukup besar, PT Astra Agro Lestari Tbk membutuhkan pengembangan sistem informasi yang handal dan terintegrasi yang dapat menunjang kegiatan operasional untuk meningkatkan kinerja pengelolaan perkebunannya. Untuk mewujudkan hal ini, maka PT Astra Agro Lestari membutuhkan pengembangan sistem informasi yang berbasis data spasial atau yang lebih dikenal dengan sistem informasi geografis (SIG).

Proses pengambilan keputusan pada kegiatan divisi-divisi operasional di PT Astra Agro Lestari akan sangat terbantu dengan adanya sistem informasi yang bereferensi spasial seperti pada proses perencanaan, pemeliharaan dan pengawasan di perkebunan. Sistem informasi geografis yang terkait dengan objek-objek yang ada di perkebunan, merupakan sistem yang cocok untuk dikembangkan. Untuk membangun sistem informasi geografis perlu disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan perusahaan, terutama dalam beberapa hal seperti pemanfaatan data spasial untuk pengembangan sistem informasi, data dan informasi yang dibutuhkan, serta pengintegrasian data spasial dengan data dan informasi non spasial yang berkaitan. Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Melakukan kajian dan evaluasi terhadap sistem informasi yang sudah ada.
2. Melakukan analisis kebutuhan untuk sistem informasi yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.
3. Mengintegrasikan sistem informasi spasial dengan sistem informasi yang sudah ada pada divisi-divisi operasional melalui pengembangan prototipe.

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada beberapa aspek informasi pengelolaan perkebunan yaitu informasi panen tandan buah segar (TBS) harian, informasi kegiatan pemupukan, informasi hama dan penyakit tanaman, serta informasi infrastruktur perkebunan seperti bangunan, jalan angkutan, dan jembatan.

METODE PENELITIAN

Dalam proses pengembangan Sistem informasi Geografis ini digunakan pendekatan metoda *System Development Life Cycle* (SDLC) yang dimodifikasi dan dikombinasikan dengan *Rapid Application Development* (RAD) menggunakan *prototyping*. Tahap-tahap yang ditempuh dalam pengembangan sistem ini adalah analisis dan perancangan sistem secara cepat, serta pengembangan prototipe yang melibatkan pengguna secara langsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sistem

Investigasi sistem dilakukan terhadap masalah dan peluang bisnis sesuai dengan visi dan tujuan perusahaan, serta tinjauan kelayakan sistem. Analisis sistem dilakukan terhadap organisasi, sistem yang sedang berjalan, dan kebutuhan informasi. Pengembangan sistem informasi geografis dilaksanakan untuk mengatasi masalah dan peluang bisnis, yang difokuskan pada kegiatan yang ada pada divisi tanaman, divisi tanah dan pemupukan, divisi hama dan penyakit, serta divisi teknik. Selama ini data dan informasi perkebunan hanya disajikan dalam bentuk laporan yang berisi angka dan teks, sedangkan peta disajikan dengan cara manual pada kertas. Informasi yang dibutuhkan dalam kegiatan operasional perkebunan adalah informasi dasar perkebunan, informasi panen harian, informasi pemupukan, informasi hama dan penyakit tanaman, serta informasi infrastruktur perkebunan. Masing-masing kebutuhan informasi disajikan pada tabel 1.

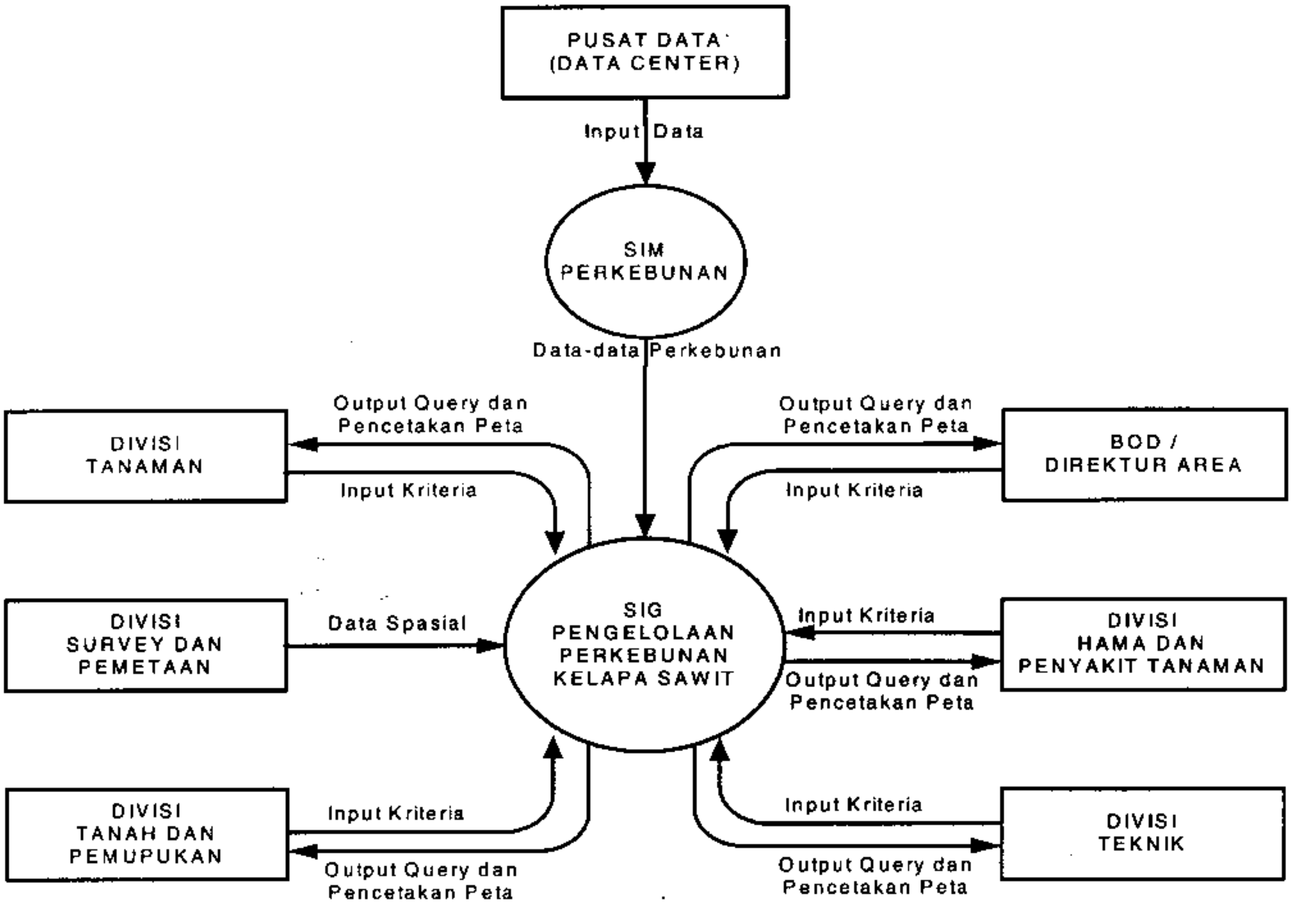
Semua informasi tersebut memerlukan informasi spasial (geografis) yang dideskripsikan dengan unsur-unsur informasi kegiatan perkebunan yang bersangkutan.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem informasi dilakukan dengan teknik pemodelan yang berorientasi proses dan data. Model proses dijelaskan dengan *data flow diagram* (DFD) yang secara logika menggambarkan

Tabel 1. Kebutuhan Informasi Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit

Jenis Informasi	Kebutuhan Informasi
	1) Pembagian areal afdeling dan blok tanam perkebunan
Informasi Dasar Perkebunan	2) Luas blok dan luas efektif yang ditanami pohon kelapa sawit
	3) Tahun mayoritas penanaman setiap blok
	4) Jumlah pohon setiap blok dan jumlah pohon produktif
	5) Periode sensus pohon dan pelaksananya
	6) Sebaran pohon kelapa sawit pada setiap blok
	7) Gambar lokasi blok perkebunan secara detail
Panen	1) Waktu panen dan jumlah blok yang dipanen
	2) Volume TBS yang dipanen dan yang dikirim ke pabrik
	3) Kualitas TBS
	4) Jumlah pemanen dan pengangkutan
	5) Lokasi blok yang dipanen
Pemupukan	1) Rekomendasi pemupukan
	2) Rencana dan realisasi pemupukan
	3) Kelengkapan pemupukan dalam satu periode
	4) Lokasi blok rencana dan realisasi pemupukan
Hama dan Penyakit Tanaman	1) Inspeksi hama dan penyakit
	2) Pengendalian hama dan penyakit
	3) Deteksi hasil pengendalian
	4) Lokasi penyebaran hama dan penyakit tanaman
Infrastruktur Perkebunan	1) Jenis infrastruktur
	2) Rencana pembangunan atau perbaikan
	3) Status infrastruktur
	4) Realisasi pembangunan atau perbaikan
	5) Lokasi dan penyebaran infrastruktur



Gambar 1. Diagram Konteks SIG Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit

aliran data dari suatu sumber melalui suatu proses dalam sistem hingga menjadi keluaran informasi. DFD terdiri dari diagram konteks, level 1, level 2, hingga level yang diperlukan. DFD diagram konteks pengembangan SIG perkebunan kelapa sawit PT. Astra Agro Lestari tbk dapat dilihat pada Gambar 1.

Perancangan data difokuskan pada struktur basis data spasial maupun non spasial. Basis data spasial dibagi ke dalam beberapa lapisan data (layer) sesuai dengan karakteristik data perkebunan, sedangkan basis data non spasial ditentukan berdasarkan kebutuhan informasi untuk setiap kegiatan operasional perkebunan. Kebutuhan data spasial untuk pengelelolaan perkebunan kelapa sawit di PT. Astra Agro Lestari Tbk mencakup 9 lapisan data grafis (layer). Layer-layer tersebut telah dianalisis sesuai dengan kebutuhan data untuk mengembangkan prioritas aplikasi SIG.

Tabel 2. Lapisan Data Geografis untuk Pengembangan SIG

No	Nama Lapisan Data (*Layer*)	*Topologi*	*Feature Attribute Table (FAT)*
1	Batas Perkebunan	*Polygon*	*Polygon Attribute Table*
2	Batas Afdeling	*Polygon*	*Polygon Attribute Table*
3	Batas Blok	*Polygon*	*Polygon Attribute Table*
4	Jalan Angkutan	*Line*	*Arc Attribute Table*
5	Hidrologi	*Line, Polygon*	*Arc/Polygon Attribute Table*
6	Jembatan dan Gorong-gorong	*Point*	*Point Attribute Table*
7.	Tapak Bangunan	*Polygon*	*Polygon Attribute Table*
8	Garis Ketinggian	*Line*	*Arc Attribute Table*
9	Pohon Kelapa Sawit	*Point*	*Point Attribute Table*

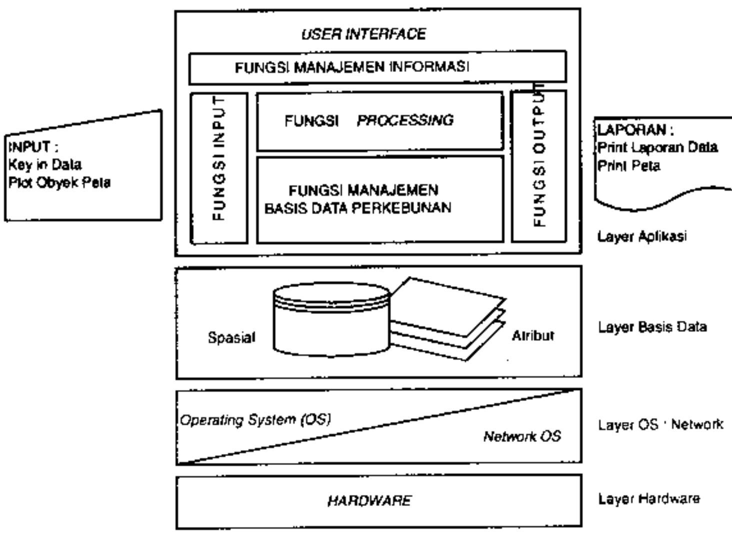
Basis data atribut (non spasial) dirancang untuk menata dan menyimpan data sistem informasi yang berkaitan dengan kebutuhan informasi pengguna yang terdiri dari berbagai divisi di PT Astra Agro Lestari yaitu : Divisi Tanaman, Divisi Tanah dan Pemupukan, Divisi Hama dan Penyakit Tanaman, dan Divisi Teknik. Basis data atribut dirancang sesuai dengan kebutuhan masing-masing divisi yang terkait, dengan memperhatikan *identifier* yang unik sebagai kunci untuk hubungan relasi dengan tabel-tabel atribut yang lain maupun dengan *Feature Atribut Table* (FAT) data spasial yang bersangkutan. Model data yang digunakan dalam perancangan struktur data spasial dan non spasial adalah model relasional. Pemodelan data merupakan pengelompokan data dalam suatu struktur logika, yang digambarkan dengan *entity relationship diagram* (ERD).

Untuk melengkapi perancangan sistem informasi geografis, dilakukan perancangan antar muka untuk pengguna *(user interface)* sehingga sistem informasi ini menjadi lebih mudah digunakan.

Pengembangan Prototipe SIG

SIG pengelolaan perkebunan kelapa sawit dirancang dan dikembangkan dalam lingkungan teknologi client-server PC *Network* berbasis *windows*. Hubungan antara SIG pengelolaan perkebunan kelapa sawit dengan basis data dan infrastruktur komputasi di bawahnya dapat digambarkan melalui susunan *layer* dengan model arsitektur seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Pengembangan prototipe sistem informasi geografis mengintegrasikan data spasial dengan data kegiatan operasional perkebunan yang sebelumnya ditangani oleh sistem informasi yang ada. Prototipe sistem informasi geografis dibangun dengan perangkat lunak *Arc/Info*, *ArcView* dan bahasa pemrograman *Avenue* yang beroperasi pada sistem operasi *Windows 95/98* atau *Windows NT/2000. dan XP.* Pada prototipe sistem informasi geografis terdapat menu-menu serta *button* untuk memproses data menjadi produk informasi dasar, panen, pemupukan, hama dan penyakit, serta infrastruktur perkebunan. Sistem informasi geografis dilengkapi dengan *tools* untuk berinteraksi dengan peta digital yang ditampilkan pada area peta.



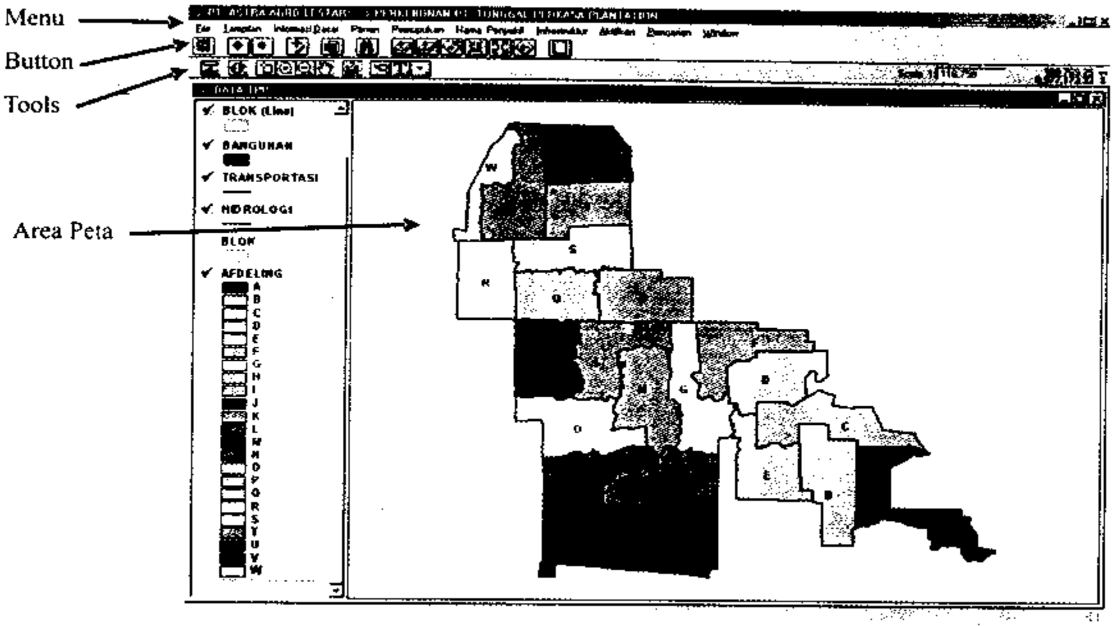
Gambar 2. Arsitektur SIG Perkebunan Kelapa Sawit

Pengguna harus memasukkan nama user dan password untuk masuk ke menu awal, sehingga muncul tampilan untuk memilih salah satu lokasi perkebunan kelapa sawit yang dikelompokkan dalam beberapa area (wilayah) yang ditetapkan dalam organisasi perusahaan. Tampilan utama akan segera muncul setelah pengguna memilih salah satu areal perusahaan perkebunan. Tampilan utama ini terdiri dari menu dan sub menu, *button, tools*, dan area untuk menapilkam peta. Menu yang tersedia terdiri dari menu penyimpanan dan pencetakan peta, pengaturan tampilan peta, pencarian data spasial, informasi dasar perkebunan, informasi panen TBS, informasi pemupukan tanaman, informasi hama dan penyakit tanaman, dan informasi infrastruktur perkebunan. Tampilan utama SIG pengelolaan perbunan diperlihatkan pada Gambar 3.

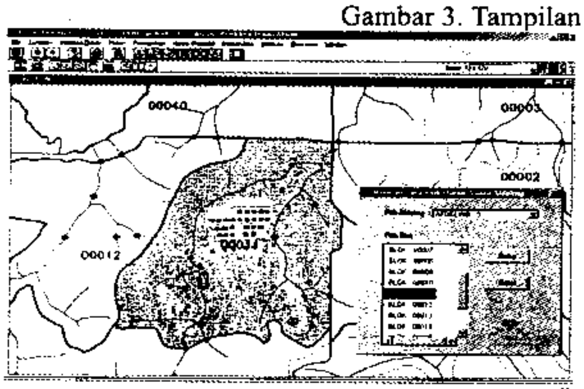
Areal perkebunan kelapa sawit ditata menjadi beberapa afdeling dan blok tanam untuk mempermudah pengelolaan dan pengawasan kegiatan operasional perkebunan. Menu pencarian *(search)* dibuat untuk memudahkan pengguna mencari lokasi afdeling atau blok tanam tertentu pada suatu lokasi perkebunan kelapa sawit.

Informasi dasar blok perkebunan merupakan informasi yang selalu dipakai pada setiap kegiatan pengelolaan perkebunan. Informasi ini terdiri dari nama afdeling, nama blok, luas blok, jumlah pohon, kerapatan pohon, tahun tanam dan sebagainya. Jumlah dan kerapatan pohon diperoleh secara otomatis dengan analisis *overlay* antara layer pohon dan layer blok tanam.

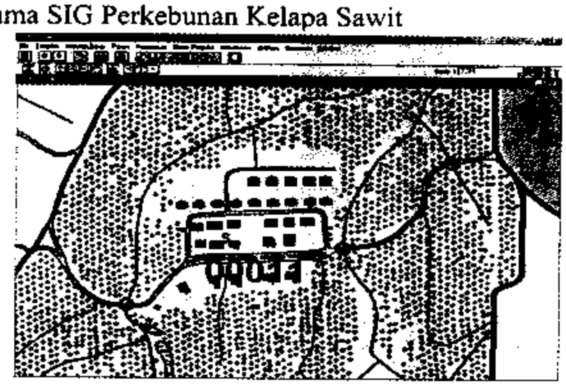
Informasi panen harian terdiri dari volume TBS yang dipanen pada setiap blok atau afdeling, yang meliputi jumlah janjang yang dipanen, jumlah janjang yang terangkut ke pabrik, jumlah yang tidak terangkut, jumlah janjang yang kualitasnya buruk, jumlah pemanen, dan jumlah rute pengangkutan. Selanjutnya dari informasi ini dapat dihitung rekapitulasi total volume masing-masing item serta berat janjang rata-rata pada panen hari yang bersangkutan. Lokasi blok yang di panen ditunjukkan pada peta dengan warna tertentu. Dari informasi ini,



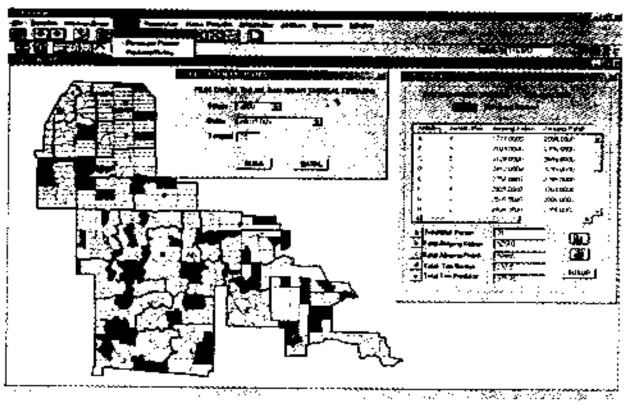
Gambar 3. Tampilan Utama SIG Perkebunan Kelapa Sawit



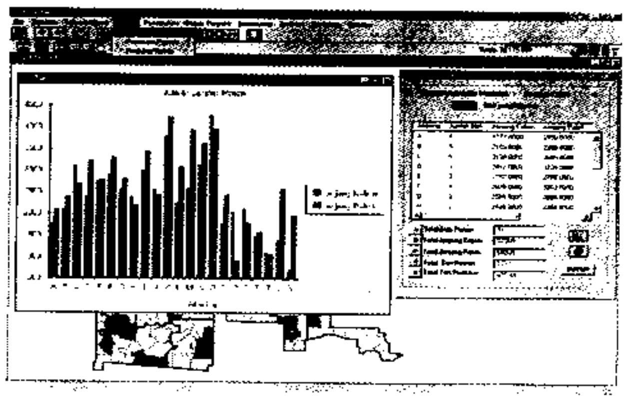
Gambar 4. Hasil pencarian Blok dengan Individu Pohon Kelapa Sawit



Gambar 5. Hasil pencarian Blok (setelah tampilan peta diperbesar)



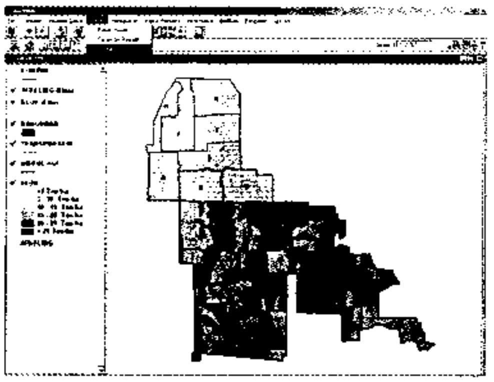
Gambar 6. Informasi Panen Harian



Gambar 7. Grafik Perbandingan TBS yang dipanen Dan yang terangkut

sistem dapat mengevaluasi kinerja panen dari waktu ke waktu selama periode tertentu, sehingga dapat menampilkan informasi produktivitas setiap blok tanam.

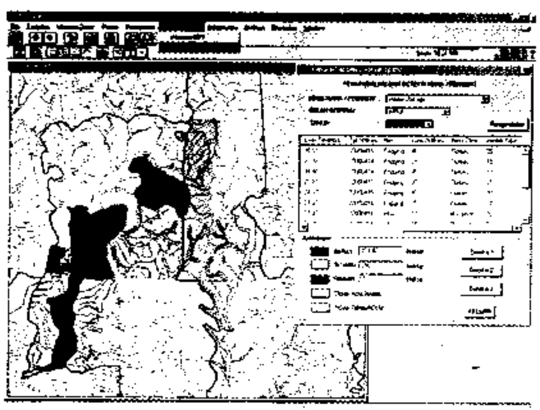
Menu informasi pemupukan berfungsi untuk melihat informasi tersebut pada satu periode (rotasi) pemupukan untuk jenis pupuk tertentu. Informasi ini terdiri dari volume rencana dan realisasi pemupukan pada setiap blok atau afdeling, tanggal terakhir pelaksanaan pemupukan pada satu rotasi, dan luas areal yang telah dipupuk. Blok-blok yang telah dipupuk dapat dilihat pada peta yang diberi warna tertentu. Dari informasi ini, sistem dapat mengevaluasi kualitas pemupukan dari waktu ke waktu selama periode tertentu, sehingga dapat menampilkan informasi kelengkapan unsur hara (N, P, dan K) untuk setiap



Gambar 8. Informasi Tematik Produktivitas Blok Tanan per Hektar

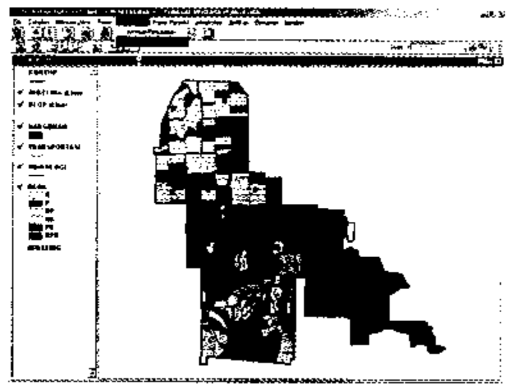
blok tanam.

Selanjutnya terdapat menu yang berfungsi untuk memantau hasil inspeksi hama dan penyakit tanaman kelapa sawit pada seluruh areal perkebunan. Informasi serangan hama dan penyakit untuk jenis tertentu pada satu bulan inspeksi terdiri dari : nama blok tanam, tanggal inspeksi pada bulan yang dipilih, jumlah sampel pohon kelapa sawit, jumlah pohon yang



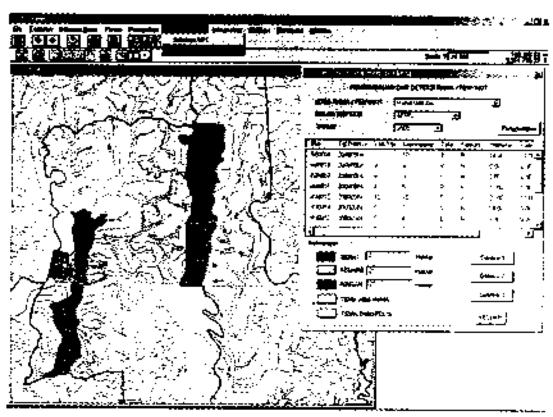
Gambar 10. Informasi Hama/Penyakit Tanaman Dan Pengendaliannya

terserang, intensitas serangan, kategori serangan, dan luas areal blok yang terserang hama atau penyakit. Blok-blok yang telah terserang hama atau penyakit tanaman tertentu dapat diperlihatkan pada area peta dengan warna yang berlainan untuk setiap kategori serangan (berat, sedang, atau ringan). Informasi serangan hama/penyakit ini digunakan oleh divisi Hama & Penyakit Tanaman (HPT) sebagai dasar untuk pengendalian hama/penyakit yang berkategori sedang dan berat dengan perlakuan khusus sesuai dengan kondisi serangan.



Gambar 9. Informasi Kelangkapan Hasil Pemupukan Unsur N.P dan K

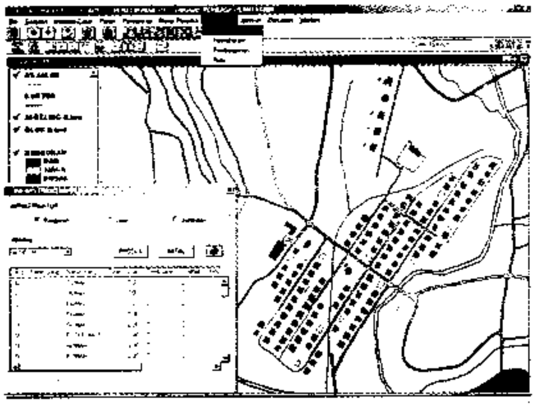
Setelah aplikasi pengendalian dilaksanakan, selanjutnya sistem dapat memberikan informasi deteksi hasil pengendalian pada blok-blok yang terkena serangan hama/penyakit. Deteksi umumnya dilakukan sebanyak tiga kali dalam selang waktu 5-10 hari setelah pengendalian. Deteksi hasil pengendalian hama/penyakit dapat terus dipantau hingga kondisi tanaman kelapa sawit menjadi lebih baik



Gambar 11. Informasi Hasil Deteksi Setelah Pengendalian Hama/Penyakit

dan luas serangan hama/penyakit berkurang. Informasi pengendalian dan deteksi ini akan sangat berguna khususnya bagi divisi HPT untuk menentukan langkah selanjutnya dalam memberantas hama dan penyakit tanaman serta proteksi terhadap blok-blok tanaman disekitarnya, sehingga keputusan yang akan diambil benar-benar berdasarkan informasi yang akurat.

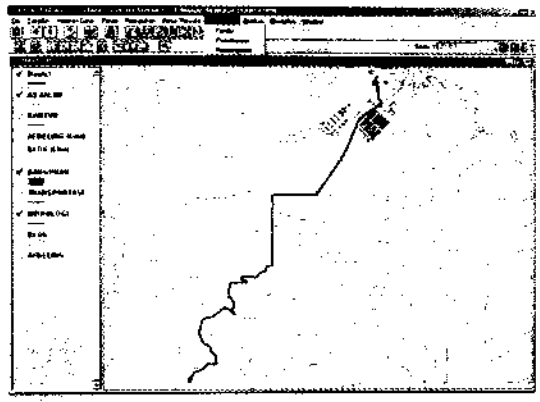
Sistem ini juga dapat memantau Infrastruktur perkebunan (bangunan, jalan angkutan, dan jembatan/



Gambar 12. Informasi Kondisi Bangunan (Kantor, Rumah, Fasum)

gorong-gorong) secara berkala di seluruh areal perkebunan sebagai masukan untuk melihat kondisi infrastruktur, melakukan pemeliharaan, dan

Sebagai contoh diperlihatkan kondisi bangunan yang ada pada suatu afdeling, yang berisi informasi bangunan yang terdiri dari nama, tipe, luas, jenis, tahun pembuatan, rehab terakhir, penghuni, dan kondisi



Gambar 13. Informasi Rute Terdekat Pada Jaringan Jalan Angkutan

bangunan saat ini. Gambar dan lokasi bangunan ditampilkan pada area peta dengan warna-warna yang berbeda berdasarkan kondisinya, apakah bangunan

Tabel 3. Manfaat Penggunaan Sistem Informasi Geografis

Manfaat Langsung (Tangible benefit)	Manfaat Tak Langsung (Intangible benfit)
• Tersedianya basis data spasial yang dapat digunakan untuk keperluan berbagai divisi di PT Astra Agro Lestari Tbk.	• Basis data lebih mudah di-update oleh divisi-divisi yang bersangkutan
• Adanya konsistensi dan akurasi data	• Terselenggaranya *data sharing* dalam bentuk implementasi yang sesungguh-nya bagi divisi-divisi yang memerlukan data
• Adanya percepatan waktu proses antara prosedur manual dengan SIG	• Peningkatan pengambilan keputusan manajemen yang lebih baik
• Efisiensi dalam penggunaan bahan untuk pembuatan peta tematik, karena semua proses pembuatan peta tematik dilakukan secara elektronik	• Koordinasi antar divisi yang terkait lebih mudah dilakukan melalui jaringan lokal (LAN)
• Mengurangi biaya untuk membuat peta tematik	• Perbaikan moral karyawan dengan adanya eliminasi pekerjaan yang membosankan
• Penghilangan duplikasi data	
• Mengurangi kegiatan-kegiatan yang bersifat *redundan* antar divisi	
• Meningkatkan kualitas (mutu) produk informasi	

pembangunan infrastruktur. Keberadaan informasi yang bersifat spasial akan sangat bermanfaat dalam melakukan perencanaan, pemeliharaan maupun pembangunan infrastruktur.

tersebut dalam kondisi Baik (dapat dihuni), Siaga (rusak sebagian tetapi masih dapat dihuni), atau Rusak (tidak dapat dihuni). Berdasarkan kondisi infrastruktur yang ada, divisi teknik dapat melakukan perencanaan pemeliharaan terhadap infrastruktur perkebunan yang berguna untuk memprediksi pengadaan material infrastruktur yang harus diperbaiki dan diganti, serta perkiraan biaya perbaikannya.

Rencana pembangunan infrastruktur seperti bangunan, jalan, dan jembatan/gorong-gorong dapat digambar langsung pada area peta. Rencana pembangunan jalan akan lebih mudah dilakukan dengan memperhatikan kondisi topografi daerah yang bersangkutan yang di gambarkan dengan garis ketinggian (kontur).

Salah satu kelebihan sistem informasi geografis adalah kemampuannya dalam melakukan pemodelan terhadap suatu kasus berdasarkan data spasial. Sebagai contoh akan diuraikan pemodelan rute jaringan jalan yang mencari rute terdekat antara dua lokasi. Apabila asumsi kondisi jalan semuanya dalam keadaan baik, maka informasi rute terdekat ini dapat berguna untuk menentukan kelas jalan yang selanjutnya dapat diperlakukan sebagai jalan utama pengangkutan hasil panen. Dengan demikian pemantauan dan pemeliharaan rute jalan ini dapat diperhatikan sebagai prioritas utama supaya ruas jalan ini selalu dalam kondisi siap pakai.

Dibangunnya sistem informasi geografis (SIG) berimplikasi pada manajemen pengelolaan perkebunan kelapa sawit seperti perlunya investasi untuk pengembangan sistem, akuisisi data, pengadaan perangkat keras dan perangkat lunak, serta untuk pemeliharaan sistem. Penanganan SIG perlu dilakukan oleh divisi khusus dan sumberdaya manusia dengan keahlian tertentu. Pada saat tertentu diperlukan jalinan kemitraan dengan lembaga lain atau konsultan yang ahli dalam pemetaan dan SIG. Pemakaian SIG akan berimplikasi pada efesiensi waktu dan biaya proses sistem informasi, kemudahan analisis masalah, peningkatan kualitas informasi, dan berbagai manfaat positif yang dapat diperoleh.

KESIMPULAN

Sistem informasi geografis dapat digunakan untuk membuat pemodelan dan analisis sebagai dasar untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dan akurat, dalam rangka meningkatkan kinerja pengelolaan perkebunan kelapa sawit di PT Astra Agro Lestari Tbk. Sistem informasi geografis pengelolaan perkebunan kelapa sawit dalam jangka panjang akan berpengaruh terhadap efisiensi biaya secara signifikan dibandingkan dengan sistem informasi yang ada sekarang.

Supaya sistem informasi geografis (SIG) dapat berjalan dengan baik dan bermanfaat, maka disarankan: 1) kegiatan *editing* dan *updating* data harus dilakukan secara rutin, sistematis, dan terkoordinasi, 2) Diperlukan pengembangan SIG yang berbasiskan internet *(Web base)* untuk mempercepat distribusi informasi, 3) Perlu dilakukan analisis dan pengembangan pemodelan lanjutan, sehingga SIG dapat menjadi *decission support system* yang multiguna dan handal, 4) Diperlukan peningkatan kualias SDM, sehingga PT Astra Agro Lestari dapat mengoperasikan SIG secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

Aronoff, S. 1989. Geographic Information System a Management Perspective. WDL Publication, Ottawa.

Borough, PA. 1986. Principle Of Geopgraphic Information Sytem for Land Research Assesment. Clarendon Press. Oxford.

Haryono, P. 1996. Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Menunjang Kegiatan Pelayanan Masyarakat di Kotamadya Semarang, ESRI User Conference, Jakarta.

Huxhold, W.E. 1991. An Introduction to Urban Geographic Information Systems. Oxford University Press

Jogiyanto, H.M. 1999. Analisis dan Disain Sistem Informasi, Penerbit Andi, Jogjakarta.

Kronke, D. 1995. Management Information System, second edition, McGraw-Hill Inc.

Kusmorotomo, W. 1998. Sistem Informasi Manajemen dalam Organisasi-oranisasi Publik, Gajah Mada University Press.

Laudan, K. C. 2000. Management Information System, Organization & Technology in the Network Enterprise, sixth edition, Prentice Hall Inc.

Laurini, R. and D. Thompson, 1991. Fundamentals of Spatial Information Sustems, Academic Press, Harcort Brace & Company Publisher.

Leman. 1998. Metodologi Pengembangan Sistem Informasi, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

McLeod Jr, R. 1995. Management Information Systems, Sixth Edition, Prince Hall.

O'Brien, J. A. 1999. Management Information Systems, Managing Information Technology in the Networked Enterprise, Irwin/ McGraw-Hill.

PT. International Contact Business System, Inc. 1997. Studi Tentang Perkebunan dan Pemasaran Kelapa Sawit Indoonesia, Jakarta.

Sasitiwarih, A. 1996. Utilization Radarsat Data in East Kalimantan for Integrated of Natural Resources GIS and Oil Spill Trajectory Model, Seminar Remote Sensing, BPPT, Jakarta.

Sidharta, L. 1996. Analisis dan desain Sistem Informasi Bisnis, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

Suroso, A.I.. 1999. Sistem Informasi Manajemen, Program Studi Magister Manajemen Agribisnis, Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

Twin, R., 1992. Implementation of Data Modelling Techniques in a Multi-Diciplinary GIS, ESRI South Asia User Conference, Kuala Lumpur.