

Implementasi Metode Analytic Hierarchy Process pada System Informasi Geographic

¹Syahri Mu'min

Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama
SidoarjoJln. Mongonsidi Kav. DPR Sidoklumpuk Sidoarjo
<mailto:syahri.si@unusida.ac.id>

Abstrak

Sistem informasi geografis memberi kita kemungkinan untuk menganalisis, memproduksi, dan mengedit informasi geografis. Selain itu, sistem ini gagal dalam analisis dan dukungan masalah spasial yang kompleks. Karena itu, ketika masalah spasial, seperti pengelolaan penggunaan lahan, membutuhkan perspektif multi-kriteria, analisis keputusan multi-kriteria ditempatkan ke dalam sistem pendukung keputusan spasial. Proses hirarki analitis adalah salah satu dari banyak metode analisis keputusan multi-kriteria yang dapat digunakan untuk mendukung masalah kompleks ini. Dengan menggunakan kemampuannya, kami mencoba mengembangkan sistem pendukung keputusan spasial, untuk membantu pengelolaan penggunaan lahan. Manajemen penggunaan lahan dapat melakukan spektrum yang luas dari masalah keputusan spasial. Sistem pendukung keputusan yang dikembangkan harus menerima sebagai input, berbagai format dan tipe data, format raster atau vektor, dan vektor dapat berupa garis poligon atau tipe titik. Solusi yang mungkin untuk masalah yang muncul harus mencakup seluruh wilayah. Ini membutuhkan sistem untuk memproses set data yang besar, dan terus-menerus menyesuaikan dengan kebutuhan masalah baru. Sistem pendukung keputusan yang dikembangkan, mampu memproses ribuan alternatif menggunakan proses hirarki analitis, dan menghasilkan peta kesesuaian hasil untuk masalah yang dihadapi.

Keywords—system informasi, geografis, analitis

1. PENDAHULUAN

Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk memanipulasi, meringkas, mengajukan pertanyaan, mengedit, dan memvisualisasikan informasi geografis (Goodchild, 1992). Ilmu informasi geografis didirikan karena informasi geografis memiliki sifat dan masalah yang unik (Goodchild, 1992). Beberapa individu seperti Ratti (2005) cenderung melihat ilmu informasi geografis sebagai pendekatan modern untuk Geografi. Longley et al (2010) berpendapat bahwa ilmu informasi geografis lahir di London, karena wabah kolera yang dipelajari oleh John Snow pada tahun 1854. John Snow menghubungkan lokasi



sumur air dengan wabah kolera. Perspektif geografis masalah kadang-kadang merupakan kunci untuk solusi, seperti wabah kolera tahun 1854 di London. GIS mulai digunakan pada 1960-an (Goodchild, 1993). GIS pertama dikembangkan di Kanada untuk inventarisasi lahan (Tomlinson, 1962), karena pengukuran besar yang diperlukan untuk proyek. Satu-satunya alternatif yang hemat biaya adalah sistem berbasis komputer (Goodchild, 1993). Peran SIG dalam banyak sistem manajemen fasilitas memberikan perspektif yang berbeda dengan data (Goodchild, 1992). Mengakses tipe data yang berbeda pada saat yang sama adalah masalah lain

yang merupakan singkatan dari penggunaan GIS (Goodchild, 1993). GIS digunakan untuk berbagai keperluan, seperti manajemen penggunaan lahan (Malczewski, 2006). Ketika datang ke perencanaan penggunaan lahan, proyek-proyek seperti lokasi pembangkit listrik masa depan atau realokasi kota adalah kenyataan. Keputusan ini memerlukan beberapa perspektif, karena memengaruhi kepentingan pihak ketiga. Jenis masalah ini cenderung melibatkan beberapa organisasi, pemerintah, lingkungan dan perusahaan swasta untuk membuat keputusan akhir tentang lokasi. Keputusan ini dibuat untuk mencapai tujuan jangka menengah atau panjang dan perlu didasarkan pada bukti nyata. Dengan demikian banyak data spasial diperlukan. Misalnya, data hidrologi, data jenis tanah, data harga tanah, koneksi ke rantai pasokan industri seperti pelabuhan, saluran listrik utama, dll. Oleh karena itu, jenis keputusan ini bergantung pada sejumlah besar kriteria. Untuk alasan ini, pengelolaan penggunaan lahan adalah tugas yang sangat kompleks, membenarkan kebutuhan untuk integrasi Analisis Keputusan Multi-kriteria (MCDA) sebagai komponen SDSS (Marinoni, 2004). Penggunaan MCDA dalam GIS telah banyak dipelajari (Lin et al., 2014; Malczewski, 2006a; Marinoni, 2004; Massei, Rocchi, & Paolotti, 2013; Sugumaran & DeGroot, 2011). Keputusan adalah hasil dari membandingkan alternatif lebih dari satu kriteria atau lebih, yang relevan untuk masalah (Marinoni, 2004). Mereka adalah hasil dari proses pembobotan naluriah. Oleh karena itu MCDA yang digunakan, harus intuitif dalam berpikir keputusan, membutuhkan penugasan berat, dan struktur intuitif keputusan. Metode MCDA ditemukan untuk menutupi titik-titik ini adalah Analytic Hierarchy Process (AHP) (Saaty, 1990). Perangkat lunak aplikasi dikembangkan untuk menjadi bagian dari evaluasi strategis lingkungan dari rencana multi-sektoral untuk pengelolaan penggunaan lahan Lembah Sungai Zambezi. Proyek ini memiliki tujuan akhir untuk membantu perencana penggunaan lahan membuat keputusan berbasis bukti yang lebih baik. Tujuan ini dibantu oleh SIG berbasis web dari wilayah studi, bagian dari wilayah sungai Zambezi di Mozambik. Untuk melengkapi proses pengambilan keputusan, GIS berbasis web perlu

dibantu oleh sistem pendukung keputusan. Karena keputusan terutama bersifat spasial, Sistem Pendukung Keputusan Spasial (SDSS) adalah alat yang paling cocok untuk para pembuat keputusan ini (Malczewski, 2006). Karena SIG berbasis web direncanakan untuk mendukung semua jenis data, dari tipe vektor ke tipe raster, dan dari semua topik yang mungkin, dari peta geologi ke peta kepadatan populasi, SDSS harus mendukung proses analisis spasial yang luas. Proyek ini dirancang untuk mengelola penggunaan lahan di wilayah mana pun di dunia dan diuji untuk wilayah studi. Oleh karena itu, keluaran GIS-MCDA yang dihasilkan harus mempertimbangkan, secara tidak memihak, alternatif atas seluruh wilayah studi. Solusinya adalah dengan melapiskan kisi-kisi yang cukup kecil pada bidang studi. Dengan format grid, angka alternatifnya bisa sangat tinggi, yang dalam AHP MCDA like methods tidak berlaku (Malczewski, 2006). Idenya adalah untuk mengembangkan GIS-MCDA yang fleksibel data, mengambil data raster atau format vektor, dan menghasilkan peta kesesuaian setiap wilayah studi, dalam format seperti kotak. Multi-criteria Decision Analysis (MCDA), adalah analisis pengambilan keputusan itu akan membawa ke dalam beberapa kriteria keputusan yang mempengaruhi itu. Metode ini mulai muncul pada awal 1970-an, ketika para peneliti dari bidang ekonomi dan pengambilan keputusan mengidentifikasi kelemahan dalam pandangan neoklasik pengambilan keputusan dan lokasi lokasi (Carver, 1991). MCDA digunakan dalam sistem berbasis komputer yang disebut Sistem Pendukung Keputusan. Ada banyak algoritma MCDA, tetapi mereka dapat dibagi menjadi Multi-attribute (MADA) atau Multi-objective (MODA) analysis analysis

(Malczewski, 1999). Teknik MODA ditandai oleh keputusan masalah Multi-Objective. Metode ini kontinu, karena solusi terbaik dapat ditemukan di mana saja di wilayah yang layak. Teknik MADA dicirikan oleh masalah keputusan Multi-Atribut, dan diasumsikan memiliki sejumlah alternatif yang telah ditentukan. AHP diklasifikasikan sebagai teknik MADA (Malczewski, 2006). Ketika keputusan yang dibuat memiliki karakter spasial itu disebut Sistem Pendukung Keputusan Spasial (SDSS). Upaya untuk mengintegrasikan GIS dengan

MCDA telah berkontribusi untuk mengembangkan prototipe sistem pendukung keputusan spasial (Goodchild, 1993). Sistem ini mengintegrasikan GIS dengan DSS untuk menyelesaikan masalah dengan dimensi spasial (Silva, Alçada-almeida, & Dias, 2014). Penggunaan Analisis Keputusan Multi- Kriteria dalam informasi Geografis Ilmu pengetahuan telah diterapkan secara luas dan digunakan sejak 1986 (Sugumaran & DeGroote, 2011). Carver (1991) adalah salah satu yang paling banyak dikutip dan salah satu peneliti pertama yang menerapkan metode MCDA untuk GIS (Malczewski, 2006). Berkembangnya kombinasi ini terjadi sekitar tahun 2000 dengan penggunaan teknologi yang lebih luas, pengakuan terhadap analisis keputusan dan sistem pendukung oleh komunitas Sains GI, dan juga akibat dari biaya yang lebih rendah dan perangkat lunak MCDA yang ramah pengguna (Malczewski, 2006). MCDA penggunaan dalam GIS telah banyak diteliti (Lin et al., 2014; Malczewski, 2006; Jangkauan dan pentingnya Sistem Informasi Geografis (SIG) telah berkembang sejak 1980-an, dari pasar perangkat lunak khusus untuk beberapa kelompok profesional, hingga teknologi yang banyak digunakan di hampir semua komputer atau perangkat seluler yang terhubung ke Internet.

Akses ke teknologi untuk membuat dan mengonsumsi data GIS dan konten terkait telah menjadikan sistem ini dan data yang mereka proses menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari. Salah satu cara bahwa kedua penciptaan penggunaan data geospasial telah berubah adalah munculnya dan pertumbuhan Volunteered Geographic Information (VGI) [18]. Contoh terbesar dan paling terkenal dari ini adalah dataset OpenStreetMap (OSM), yang dihasilkan oleh dan tersedia untuk umum, dan digunakan sebagai data mentah untuk percobaan ini. Pendekatan MCDA yang digunakan dalam tesis ini adalah Analytical Hierarchy Process (AHP). AHP dikembangkan oleh Tomas L. Saaty pada tahun 1980, dan sebagai analisis pengambilan keputusan multi- kriteria mengatur faktor-faktor dalam struktur hirarkis. Struktur ini terdiri dari tujuan keseluruhan untuk kriteria, sub-kriteria, dan alternatif. Susunan hierarkis ini melayani dua tujuan: pertama, ia

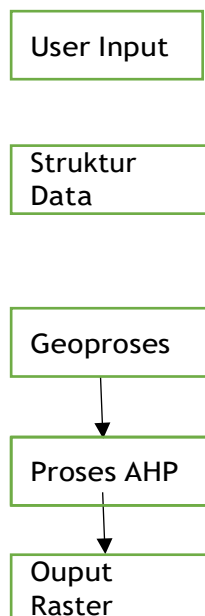
memberikan pandangan keseluruhan tentang kompleksitas masalah; dan kedua hal ini membantu pengambil keputusan menilai apakah masalah di setiap tingkat struktur hierarkis berada dalam urutan yang sama besarnya, sehingga pembuat keputusan dapat membandingkan elemen-elemen ini secara akurat (Saaty, 1990). Keuntungan AHP dibandingkan metode pendukung keputusan multi-kriteria lainnya adalah bahwa ia memperhitungkan pengetahuan intuitif pembuat keputusan ke dalam keputusan analitis (Saaty, 2000). Gagasan di balik AHP adalah dengan jelas menentukan keputusan yang dibuat dan kriteria yang mempengaruhinya. Untuk menggunakan AHP, orang harus terbiasa dengan subjek keputusan (Saaty, 1990). Kriteria yang mempengaruhi keputusan harus ditentukan oleh para ahli pada subjek masalah.

AHP disusun menjadi dua bagian, struktur masalah, dan pembobotan berbagai bagian struktur masalah. Pertama pengambil keputusan harus menguraikan keputusan dalam sub-masalah hirarkis lebih mudah dimengerti (Saaty, 1987). Elemen hierarki dapat dikaitkan dengan aspek apa pun dari subjek keputusan, nyata atau tidak, diukur secara tepat atau tidak; dengan kata lain, apapun yang terkait dengan keputusan. Kriteria harus dipilih oleh seorang ahli pada subjek, mewakili andal faktor-faktor yang mempengaruhi nyata dari keputusan. Ketika masalahnya adalah, stok apa yang harus dibeli, seseorang dapat bertanya kepada seorang mahasiswa ekonomi, apa pendapatnya tentang faktor-faktor yang mempengaruhi masalah tersebut. Di sisi lain tangan, jika seseorang bertanya kepada profesor siswa, penilaian yang lebih baik mungkin diperoleh. Begitu, pembuat keputusan harus menentukan apa fokus

dari keputusan, kriteria, dan jika diperlukan, sub-kriteria yang memengaruhi keputusan. Akhirnya alternatif yang mungkin untuk keputusan.

II. METODE PENELITIAN

Pedoman untuk pengembangan perangkat lunak didefinisikan sebagai berikut: (i) eksekusi dalam waktu yang bermanfaat, (ii) memproses set data besar dari alternatif dan (iii) cara berpikir yang ramah pengguna. Ini menimbulkan beberapa kendala yang juga akan dibahas di bagian ini. Karena perangkat lunak aplikasi memiliki kemungkinan untuk diterapkan di web nanti, prosesnya harus dilakukan dalam waktu yang memungkinkan. Pemrosesan dipecah menjadi dua bagian, pada awalnya, pemrosesan informasi geografis dilakukan dengan GIS, ArcGIS 10.2. Proses ini bisa memakan waktu dari tiga hingga hampir delapan jam tergantung pada jumlah alternatif dan kriteria yang didefinisikan sebagai mempengaruhi masalah. Dan bagian kedua, AHP, bisa memakan waktu hampir tiga jam lagi untuk menyimpulkan. Ini tidak dapat diterima untuk aplikasi berbasis web. Proses ini perlu dioptimalkan.



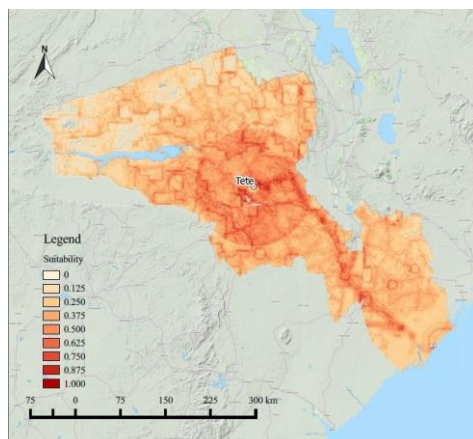
Gambar1 Metode Penelitian

Pemrosesan geografis dari data yang perlu diotomatisasi juga karena pembatasan memakan waktu. Persyaratan lain adalah pemrosesan dataset besar, atau set besar alternatif. Karena alternatif untuk masalah harus mencakup seluruh area studi, ini berarti bahwa jumlah alternatif bisa sangat besar. Misalnya, area studi di mana AHP-SDSS diterapkan sekitar 149 900 km², dalam hal pengguna menginginkan resolusi 2 x 2 km pada peta keluaran, perangkat lunak aplikasi yang diperlukan untuk memproses area ini dibagi menjadi 4 km² bidang. Ini menghasilkan sekitar 37.475 paket, ini menjadi jumlah total alternatif. Selain itu, dengan AHP kita perlu membandingkan alternatif berpasangan, membangun matriks perbandingan berpasangan. Proses ini dilakukan untuk semua kriteria. Setiap matriks perbandingan akan memiliki sekitar 1.404375.625 elemen kali jumlah kriteria. Ini akan menjadi tugas yang menakutkan bagi pembuat keputusan. Waktu yang dihabiskan untuk membandingkan alternatif sesuai kriteria akan sangat besar. Perangkat lunak aplikasi tidak dapat membiarkan pengguna melakukan perbandingan berpasangan dengan tangan. Oleh karena itu cara otomatis untuk membandingkan alternatif

harus diterapkan. Kendala terakhir terkait dengan output dari perangkat lunak aplikasi, ini diperlukan menjadi peta kesesuaian untuk masalah yang diusulkan, mendukung pengambilan keputusan. proses. Karena alternatif harus mencakup seluruh area, dan nilai kesesuaian disajikan sebagai persentase, format data yang paling memadai adalah peta gambar raster, di mana nilai sel adalah nilai kesesuaian sel tersebut. Perangkat lunak aplikasi sebagai bagian dari evaluasi strategis lingkungan dari rencana multi-sektoral untuk pengelolaan semua lapisan data yang tersedia dalam GIS berbasis web yang dikembangkan. Pedoman dan pembatasan ini memengaruhi pengembangan perangkat lunak aplikasi, mengharuskannya untuk mempertimbangkan alternatif sebanyak mungkin sebagai input. Lebih jauh lagi, fleksibilitas dalam input data. Menghasilkan perangkat lunak yang lebih tahan terhadap kesalahan, sekaligus menambah kompleksitasnya.

III. HASIL PENELITIAN

Beberapa pedoman diberikan pada masalah tersebut, lokasi baru kota tidak boleh terlalu jauh dari kota yang ada, dan pertambangan adalah bagian yang sangat besar dari lapangan kerja di wilayah ini. Mengorganisasikan masalah ke dalam hierarki, tujuan utamanya adalah untuk mendapatkan lokasi yang cocok untuk kota baru di dalam wilayah studi. Data yang diberikan oleh pembuat keputusan adalah: kepadatan populasi, kedekatan dengan jaringan jalan, kedekatan dengan jaringan kereta api, kedekatan dengan yang ada Tutupan lahan, kemiringan dan konsesi pertambangan. Kepadatan populasi dipilih karena, pembangunan kota membutuhkan area yang luas, dan merealokasi banyak orang lebih sulit daripada realokasi tidak ada orang. Kedekatannya dengan jaringan jalan dan jaringan kereta api, karena akses yang baik ke jalan utama atau kereta api akan memudahkan perjalanan penduduk di sekitar kota, membawa lebih banyak perdagangan ke kota, dll. Kedekatannya dengan kota yang ada, karena orang yang tinggal dan bekerja di kota yang ada tidak perlu menemukan tempat tinggal baru saat bekerja di Tete baru. Tutupan lahan, karena kami tidak ingin membangun kota baru di atas air, dan ingin menghindari deforestasi. Kemiringan, karena efisiensi biaya, untuk meratakan area besar memakan waktu dan mahal. Kedekatan dengan konsesi pertambangan, untuk menyediakan populasi dengan peluang kerja. Alternatif harus mencakup seluruh area studi. Itu resolusi output raster karena kota-kota menempati area yang luas. Perhitungan AHP dimulai ketika semua gambar raster dalam format standar, dan overlay sempurna dari raster diasumsikan. Prinsip-prinsip ini sangat penting untuk perhitungan AHP untuk bekerja. Nilai sel setiap raster diatur dalam tabel, di mana setiap kolom adalah kriteria dan setiap baris adalah lokasi sel (dan identifikasi).



Gambar2 Hasil raster pada sebuah kota.

Komputasi AHP berlanjut, sebagaimana disebutkan dalam bab desain sistem, membuat matriks perbandingan berpasangan, menghitung kuadrat logaritmik terkecil, dan mendapatkan peringkat akhir dari alternatif. Harus disebutkan

bahwa, matriks perbandingan berpasangan, harus mengikuti kondisi konsistensi. Matriks harus memiliki rasio konsistensi lebih rendah dari 0,1, agar dapat diterima.

Dalam peta pada gambar 2, kesesuaian yang dihasilkan, perangkat lunak aplikasi yang dikembangkan, menurut untuk kriteria yang disebutkan di atas dan penilaian yang ditentukan, area yang paling cocok untuk realokasi kota Tete adalah area dengan warna merah. Daerah ini terletak terutama di sekitar jaringan kereta api, jaringan jalan dan di dalam radius 100 km dari kota yang ada. Ketika semua kriteria ini tumpang tindih, maka salah satu kelompok terbesar dari daerah yang sangat cocok, untuk realokasi kota baru. Peta kesesuaian ini dimaksudkan untuk membantu pengambil keputusan memilih area untuk pembangunan kota Tete baru. Perlu dicatat, output dari perangkat lunak aplikasi selalu tergantung pada input yang diberikan oleh pembuat keputusan. Selain itu, peta kesesuaian ini adalah terjemahan dari kriteria yang dipilih, dan nilai yang diberikan. Apa yang tidak dianggap sebagai input tidak akan pernah dilambangkan dalam output.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kita dapat menyimpulkan keberhasilan implementasi AHP dalam sistem keputusan dukungan spasial untuk pengelolaan penggunaan lahan. Dapat juga menyimpulkan input format data fleksibilitas perangkat lunak aplikasi. Konsekuensi dari geoproses, kemungkinan input raster, serta, data format vektor. Juga merupakan konsekuensi dari geoproses fleksibilitas perangkat lunak aplikasi pada jumlah alternatif. Penggunaan ribuan alternatif untuk keputusan yang dilakukan, juga merupakan konsekuensi dari optimasi komputasi AHP. Terlampir pada implementasi ini, metode perbandingan berpasangan otomatis berhasil diterapkan. Pengguna juga dapat menentukan interval data yang dibuat khusus, area pengecualian dan nilai terbaik untuk perbandingan, memberikan pengguna kontrol penuh dari sistem pendukung keputusan. Alternatif untuk metode nilai eigen yang disarankan, yaitu metode kuadrat logaritmik juga merupakan implementasi yang sukses

V. DAFTAR PUSTAKA

- A. Andersson, J. (2007). Terrain rendering in frostbite using procedural shader splatting. In ACM SIGGRAPH 2007 Courses, pages 38–58.
- B. Baboud, L., Eisemann, E., and Seidel, H.-P. (2012). Pre-computed safety shapes for efficient and accurate height-field rendering. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(11):1811–1823.
- C Cui, W., Zhou, H., Qu, H., Wong, P. C., and Li, X. (2008). Geometry-based edge clustering for graph visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 14(6):1277–1284.
- D. Dai, C., Zhang, Y., and Yang, J. (2008). Rendering 3D vector data using the theory of stencil shadow volumes. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37:643–648.
- D. Delling, D., Goldberg, A. V., Nowatzyk, A., and Werneck, R. F. (2011). PHAST: Hardware-accelerated shortest path trees. In *Proceedings IEEE International Parallel & Distributed Processing*, pages 921–931.



D. Deng, B., Xu, D., Zhang, J., and Song, C. (2013). Visualization of vector data on global scale terrain. In Proceedings International Conference on Computer Science and Electronics Engineering, pages 85–88.

D. Dick, C., Krüger, J., and Westermann, R. (2009a). GPU ray-casting for scalable terrain rendering. In Proceedings Eurographics - Area Papers, pages 43–50.

P. Pérez, M., Olanda, R., and Fernández, M. (2004). Visualization of large terrain using non-restricted quadtree triangulations. In Proceedings ICCSA International Conference Computational Science and Its Applications Part II, pages 671–681.

R. Ripolles, O., Ramos, F., Puig-Centelles, A., and Chover, M. (2012). Real-time tessellation of terrain on graphics hardware. *Computers & Geosciences*, 41:147–155.

S. Sainz, M., Pajarola, R., and Lario, R. (2004). Points reloaded: Point-based rendering revisited. Proceedings Eurographics Symposium on Point-Based Graphics, pages 121–128.

