

APLIKASI SPATIAL MULTI CRITERIA EVALUATION (SMCE) UNTUK EVALUASI PENGGUNAAN LAHAN EKSISTING DAN RENCANA TATA RUANG DI KOTA TAMBANG SAWAHLUNTO

Spatial Criteria Multi Evaluation (SMCE) Application For Existing Land Utilization and Spatial Planning In Mining City, Sawahlunto

Nendi Rohaendi

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Geologi, Mineral dan Batubara

Jl. Jend. Sudirman No. 623 Bandung 40211

Telp: (022) 6076756 ext 139

Fax: (022) 6035506

Email: nendis@gmail.com

Abstrak

Studi ini bertujuan untuk melakukan evaluasi perencanaan tata ruang, khususnya daerah kota tambang menggunakan metode *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE). Metode ini merupakan suatu metode gabungan dari Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Multi Criteria Evaluation (MCE), yang dikembangkan oleh ITC - Belanda sebagai suatu modul pada perangkat lunak ILWIS. SMCE saat ini telah banyak digunakan untuk berbagai aplikasi seperti perencanaan transportasi, pemilihan lahan, pemetaan kawasan bencana, dan sebagainya. Keunggulan SMCE adalah mampu menggabungkan data spasial dan non spasial. Secara umum, ada tiga tahap utama dalam SMCE meliputi *intelligence*, *design*, dan *evaluation*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa SMCE bisa digunakan untuk evaluasi kesesuaian lahan untuk perencanaan tata guna lahan di perkotaan. SMCE mampu digunakan dalam mengakomodasi pilihan dari para pemangku kepentingan, mampu merekonsiliasi konflik kepentingan dari para pemangku kepentingan, dan mampu mengevaluasi rencana penggunaan lahan berdasarkan berbagai kriteria. SMCE dapat digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam menentukan kebijakan dalam perencanaan wilayah, khususnya berdasarkan data spasial. Daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi lima kelas berdasarkan kesesuaian lahan, yaitu daerah yang tidak sesuai, kurang sesuai, sesuai sedang, sesuai dan sangat sesuai untuk penggunaan lahan tertentu. Ada tiga data utama dalam, yaitu data eksisting penggunaan lahan, yang merupakan hasil analisis citra, peta hasil SMCE, dan peta *spatial plan*. Ketiga peta ini dianalisis dan dioverlay untuk menganalisis perkembangan pola ruang di daerah studi, dan hasilnya digambarkan dalam bentuk tabel. Secara umum penggunaan lahan yang dianalisis meliputi pemukiman, pertanian lahan basah (sawah), pertambangan (wisata), dan hutan.

Kata Kunci: SMCE, *spatial plan*, penggunaan lahan

Abstract

The aim of this study is to evaluate spatial planning, especially for mining city, by using *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) method. This Method is a compilation of Geographic Information System (SIG) and Multi Criteria Evaluation (MCE) that is developed by ITC – Netherlands as a module in ILWIS software. Nowadays, SMCE has been used for many applications, such as: transportation plan, land selection, disaster area mapping, etc. SMCE has several strengths, for example: it is able to combine spatial and non-spatial data. Generally, there are three main stages in SMCE that covers: *intelligence*, *design*, and *evaluation*. Result of the study shows that SMCE is applicable for evaluation of soil appropriateness for spatial planning in cities. SMCE is applicable for accommodating choices of stakeholders, it is also able to reconcile interest conflict that may appear from stakeholders, and lastly, it is good to evaluate land utilization based on some criteria. SMCE is helpful to make decision in determining policy of area planning, especially when it is based on spatial data. Research area can be categorized in five classes based on land suitability, they are: no suitability, low suitability, medium suitability, good suitability, and high suitability land for specific land usage. There are three main data used in this research: land utilization existing data which is taken from image analysis, SMCE map, and *spatial plan* map. These three maps are studied and overlayed to analyse the development of spatial pattern in study area which is resulted in table data. In general, land utilization that has been analysed in this research covers settlement, rice field, mining (tourism) and forest.

Keywords: SMCE, *spatial plan*, land use

Perencanaan tata guna lahan perkotaan merupakan hal kompleks yang membutuhkan banyak data dan informasi serta data spasial seperti peta, gambar, atau diagram sehingga dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengelola kedua jenis data tersebut. Sistem Informasi Geografis (SIG) mampu mengelola data spasial dan non spasial, mampu mengintegrasikan beberapa data dan mampu menghasilkan informasi yang baru (Dai, et al, 2001). Teknik evaluasi yang digunakan adalah merupakan gabungan antara SIG dan *Multi Criteria Evaluation* (SMCE). SMCE umum digunakan untuk penentuan kesesuaian lahan (Malczewski, 2004). Selain itu juga telah diaplikasikan dalam berbagai bidang misalnya untuk analisis kesesuaian lahan untuk habitat (Store and Kangas, 2001), analisis kesesuaian lahan untuk pembuangan akhir (Geneletti, D, 2010), analisis kesesuaian lahan untuk transportasi (Keshkamat et al, 2009), kesesuaian lahan untuk pemilihan taman kota (Zucca et al, 2007).

PENGGUNAAN LAHAN PASKA TAMBANG

Saat ini, ada sekitar 1.529,8 hektar lahan tambang di Sawahlunto (Tabel 3) yang tentunya akan bermasalah jika tidak ada penanganan khusus. Hal ini membuat kota Sawahlunto, layak dijadikan model dalam menata kota bekas tambang. Penggunaan lahan bekas tambang saat ini lebih banyak dibandingkan masa lalu. Di samping dihutankan kembali, ada banyak kemungkinan seperti untuk industri, rekreasi, atau pemukiman. Kemungkinan ini dihasilkan dari banyaknya penelitian penggunaan lahan untuk wilayah tertambang di seluruh dunia. Knabe (1964) menggambarkan praktek reklamasi di Jerman yang merupakan kegiatan terpadu dari tambang terbuka. Menurut Knabe (1964), evaluasi penggunaan lahan bekas tambang untuk pertanian dibagi menjadi empat kelas, yaitu baik untuk pertanian, dapat digunakan untuk pertanian, lahan gundul, dan beracun. Selain Jerman, Kanada juga terkenal dengan daerah tambangnya, seperti Glace Bay dan Nova Scotia. Kota ini berhasil merestorasi dari tambang menjadi hutan. Etter (1973) mengeksplorasi penggunaan lahan bekas tambang untuk peternakan. Begitu juga dengan Atkinson dan Cairns (1994) melakukan penelitian yang intensif bekas tambang di Virginia, USA menjadi daerah untuk pertanian air, tempat perumputan hewan, perumahan, hutan, daerah industri, dan habitat liar.

Menurut Soltanmohammad et al (2008) and Narrei and Osanloo (2011), dapat disimpulkan ada delapan grup dan dua puluh tiga penggunaan lahan untuk daerah bekas tambang, termasuk:

-
- The map displays the Kuning area with various geographical features. Elevation is indicated by a color gradient from green (low) to brown (high). Major rivers like the Citarum and Cikapundung are shown. Administrative boundaries for districts (Kecamatan) are marked with dashed lines. The legend includes symbols for roads, rivers, and elevation ranges. An inset map shows the location of the study area within Sumatra.
- Legenda**
- Roads (black line)
 - Rivers (blue line)
 - Elevation (color gradient)
- Kecamatan**
- Kuning
 - Kuning Selatan
 - Kuning Utara
 - Kuning Barat
 - Kuning Timur
 - Kuning Tengah
- Elevation**
- High (1000 m)
 - Low (100 m)

36

METODOLOGI

Peta Lahan Eksisting

Peta lahan eksisting dihasilkan dari analisis IFSAR. Hasil analisis ini digunakan untuk mengembangkan kriteria spasial. Selain itu, dalam analisis penggunaan lahan dilakukan juga *ground checking* dan digunakan data sekunder dari dinas terkait. Dalam mengembangkan kriteria spasial dilakukan juga analisis kebijakan dan analisis pemangku kepentingan untuk mengetahui kecenderungan pilihan penggunaan lahan dari para pemangku kepentingan.

SMCE

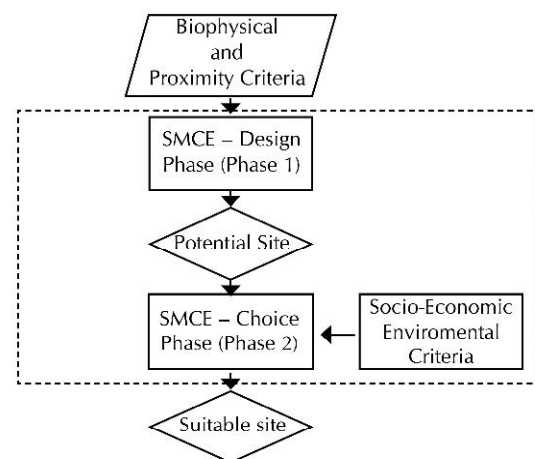
SMCE adalah salah satu metode dalam proses pengambilan keputusan dalam perencanaan wilayah yang menggunakan model simulasi dengan beberapa aspek penilaian. SMCE berfungsi untuk membantu pengambil kebijakan dalam memilih yang terbaik dari beberapa alternatif hasil model simulasi yang tersedia berdasarkan skala prioritas. SMCE dikembangkan oleh ITC Belanda (ITC, 2001). SMCE digunakan karena dapat mengevaluasi lahan dengan beberapa kriteria secara spasial. Sebagai input penilaian adalah satu set peta sebagai representasi dari setiap kriteria.

Tabel 1. Tahapan yang dilakukan dalam studi ini (sumber: Rohaendi, 2012)

Fase	Activitas
<i>Intelligence</i>	Mengembangkan kerangka konseptual untuk daerah studi. • Identifikasi masalah. • Analisis dan seleksi pemangku kepentingan (<i>stakeholder</i>). • Definisi tujuan dan pohon kriteria untuk pemenuhan tujuan.
<i>Design</i>	Desain lokasi yang memungkinkan untuk alternatif penggunaan lahan. • Penentuan <i>constraints</i> dan <i>factors</i>. Desain kriteria lokasi untuk alternatif penggunaan lahan • Penentuan <i>constraints</i> dan <i>factors</i>. • Melakukan <i>Spatial Multi Criteria Evaluation</i> untuk kesesuaian penggunaan lahan alternatif.

Choice	Evaluasi dan peringkat kesesuaian • Definisi struktur kriteria untuk fase evaluasi. • Melakukan <i>Spatial Multi Criteria Evaluation</i> untuk pembuatan peta model penggunaan lahan.
--------	--

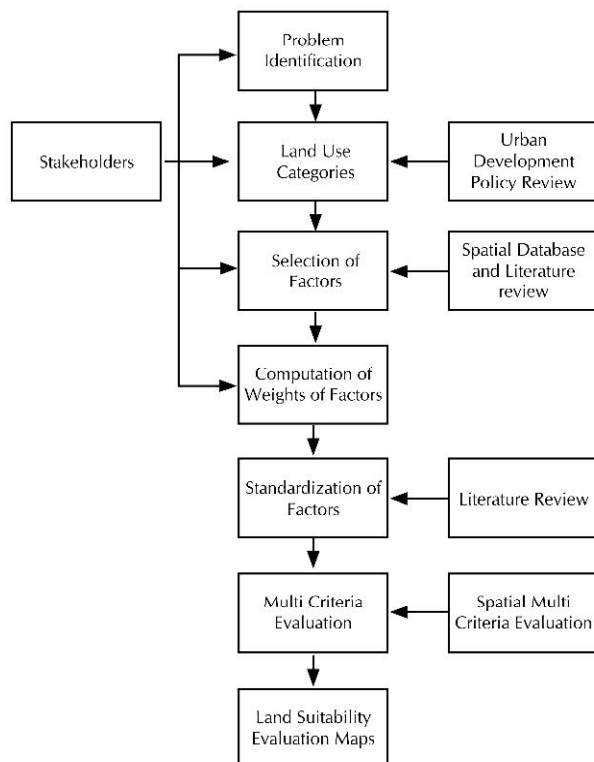
SMCE ini dilakukan dalam dua tahap; tahap pertama yaitu mendesain atau mengidentifikasi lahan-lahan yang potensial untuk dikembangkan menurut kriteria biofisik dan jarak. Tahap kedua, SMCE digunakan untuk mengevaluasi lahan-lahan potensial menurut kriteria ekonomi, sosial dan lingkungan.



Gambar 2. Tahapan pekerjaan dalam penentuan kesesuaian lahan (Rohaendi, 2012)

Data yang digunakan merupakan data spasial dan data non spasial. Data spasial terdiri atas peta jaringan jalan, administrasi, peta wilayah tambang, dan sebagainya. Data tambahan lainnya diambil dengan menggunakan data wawancara dan kuisioner.

SMCE di *software ILWIS* akan muncul tampilan yang membantu dalam membuat *criteria tree* yang bisa dipilih. Untuk studi kasus ini menggunakan metode *Design of Alternatives*. Metode ini digunakan untuk membuat alternatif berdasarkan kumpulan data yang telah ditentukan berdasarkan dua kriteria utama, yaitu biofisik (*biophysical*) dan jarak (*proximity*). *Software* yang digunakan adalah ILWIS dengan SMCE, yakni *Design of Alternative*, sehingga semua data harus diubah dalam format *grid/raster* data.



Gambar 3. Tahapan dalam penentuan kesesuaian lahan pada tahap satu (sumber: Rohaendi, 2012)

Secara umum ada lima langkah dalam SMCE seperti berikut ini:

1. Menentukan permasalahan (*problem structuring*);
2. Standarisasi (*standardization*);
3. Pembobotan (*weighting*);
4. Peta kesesuaian (*suitability assessment*)
5. Identifikasi lokasi (*location identification*);

PEMBAHASAN

Pemilihan Kriteria

Menurut Dai et all (2001), kriteria-kriteria geologi lingkungan yang dapat dijadikan evaluasi penggunaan lahan adalah 1) topografi; kemiringan lereng dan elevasi, 2) kondisi tanah; geologi permukaan, formasi batuan, 3) air tanah; kedalaman air tanah, debit air tanah, 4) Bahaya geologi; jarak ke daerah longsor, jarak ke patahan.

Pada studi kali ini, setelah melakukan analisis ke peta rencana tata ruang untuk 2030 dari pemerintah daerah maka ada empat tata guna lahan yang akan dievaluasi, yaitu lahan pertanian, rekreasi, pemukiman, dan hutan. Kriteria geologi lingkungan yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kriteria untuk Penggunaan Lahan
(Sumber: Modifikasi Rohaendi, 2012)

Faktor	Pertanian	Rekreasi	Pemukiman	Hutan
Jenis Batuan	+	-	+	-
Slope	+	-	+	+
Elevasi	+	-	+	+
Bahaya Gerakan Tanah	+	+	+	-
Jenis Tanah	+	-	-	-
Jarak dari struktur geologi	+	+	+	-
Jarak dari sumber air	+	+	+	-
Jarak dari pemukiman	+	+	+	-
Jarak dari jalan	+	+	+	-

(+) digunakan untuk analisis, (-) tidak digunakan untuk analisis

Pembobotan

Pembobotan merupakan hal yang penting dalam evaluasi kesesuaian lahan, yaitu bagaimana memberikan bobot secara berbeda untuk setiap kriteria. *Analytic Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk memberikan bobot untuk setiap faktor. Pada awalnya digunakan partisipasi dari para pemangku kepentingan untuk memberikan bobot pada setiap kriteria. Faktor-faktor tersebut kemudian dikombinasikan dengan kombinasi pembobotan linier untuk menghasilkan peta kesesuaian lahan berdasarkan rumus seperti berikut ini.

$$S = \sum w_i x_i$$

dimana:

S = suitability, w_i = weight of factor i , and x_i = criterion score of factor i .

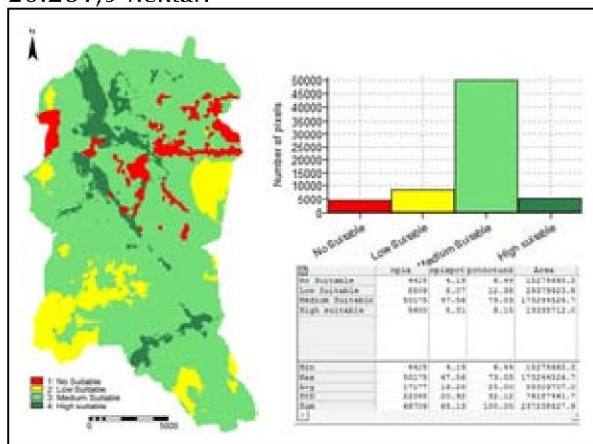
Pada tahap ini, para pemangku kepentingan ditanya untuk menjawab kuesioner berdasarkan *pair wise comparison*. Pada studi kasus ini ada empat kuesioner yang terdiri atas, kuesioner untuk pembobotan pemukiman, pertanian, area rekreasi dan kehutanan. Untuk menghindari bias dalam proses, pemangku kepentingan diberi penjelasan singkat mengenai AHP dan bagaimana melakukan pengisian kuisisioner. Setiap pemangku kepentingan diberi penjelasan mengenai kriteria dan bagaimana memberi bobot untuk setiap kriteria. Hasil akhir dari setiap kriteria adalah secara kualitatif yang kemudian dilakukan secara kuantitatif. Ambang batas dari konsistensi adalah 0,1. Jika lebih besar dari 0,1 maka responden diminta untuk mengisi kuesioner kembali. Analisis dilakukan secara individual dan kemudian secara kelompok.

HASIL

Dalam studi kali ini wilayah tertambang dijadikan wilayah tidak diperhitungkan (*constraint*) karena sebagai wilayah berubah maka dibutuhkan penanganan khusus dalam penggunaan lahannya.

Pemukiman

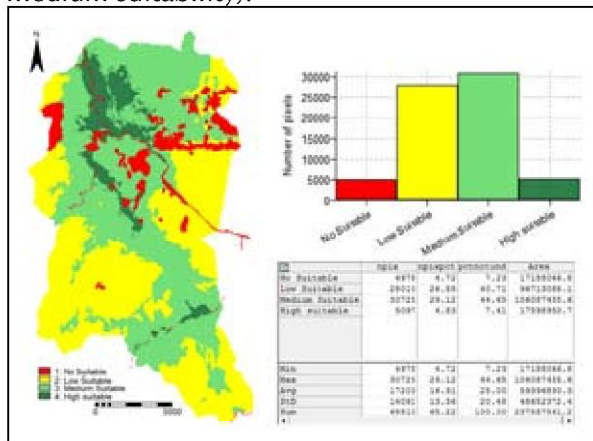
Berdasarkan hasil analisis SMCE, maka terdapat beberapa wilayah yang sesuai untuk pemukiman, seperti terlihat dalam tabel. Wilayah yang paling sesuai 1.933 hektar (*high suitability*) untuk pemukiman, sedangkan wilayah yang kurang sesuai (*medium and low suitability*) seluas 20.261,9 hektar.



Gambar 4: Peta kesesuaian lahan untuk pemukiman

Pertanian

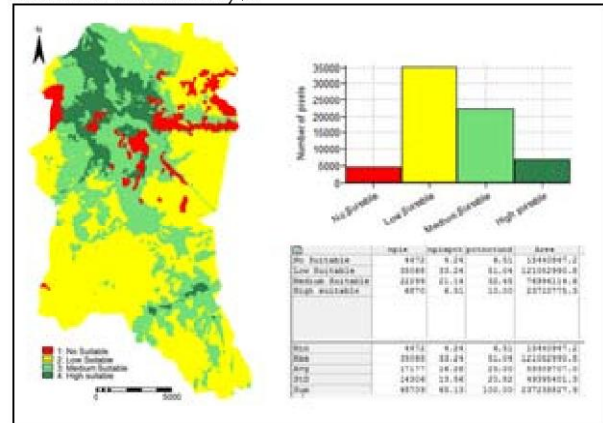
Pertanian di wilayah studi terdiri atas sawah, kebun, perkebunan, dan kebun campuran. Menurut hasil SMCE wilayah yang paling sesuai untuk pertanian adalah seluas 1.160 hektar (*high suitability*), sedangkan wilayah yang kurang sesuai untuk pertanian seluas 20.895,3 hektar (*low and medium suitability*).



Gambar 5: Peta kesesuaian lahan untuk pertanian

Rekreasi Area

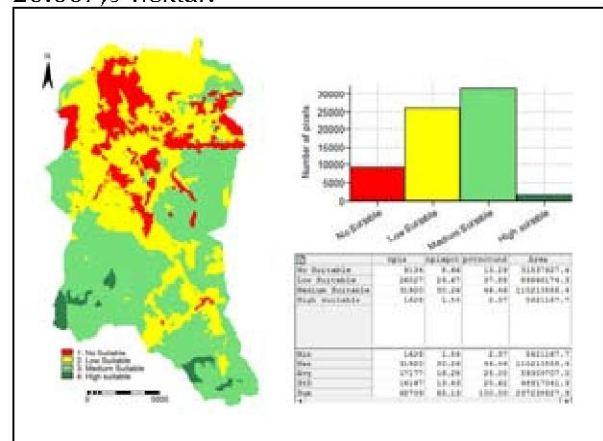
Pusat rekreasi di wilayah studi saat ini adalah wahana air alami, dan museum di pusat kota lama. Menurut hasil SMCE, wilayah yang paling sesuai untuk rekreasi adalah seluas 2.404 hektar (*high suitability*), sedangkan wilayah yang kurang sesuai untuk rekreasi seluas 19.472,6 hektar (*medium and low suitability*).



Gambar 6: Peta kesesuaian lahan untuk rekreasi

Kehutanan

Hutan di wilayah studi terdiri atas kawasan hutan lindung dan hutan budidaya. Menurut hasil SMCE, wilayah yang paling sesuai untuk hutan lindung adalah seluas 562 hektar, sedangkan wilayah yang sesuai untuk hutan budidaya seluas 20.007,9 hektar.



Gambar 7: Peta kesesuaian lahan untuk hutan

ANALISIS PENGGUNAAN LAHAN

Peta Penggunaan Lahan

Kondisi saat ini, tutupan lahan/penggunaan lahan di daerah studi didapatkan dari hasil penafsiran citra IFSAR (2014), dan sebagai perbandingan digunakan data peta penggunaan lahan dari Kementerian Kehutanan. Menurut

hasil analisis tutupan lahan, daerah pemukiman menempati wilayah seluas 733,9 hektar lahan, pertanian 999,3 hektar, pertambangan, 1.529,2 hektar, dan hutan (belukar) seluas 4.853,3 hektar, dan 15.841 hektar kawasan lain-lain. Pertambangan merupakan penggunaan lahan terluas di Kota Sawahlunto saat ini.

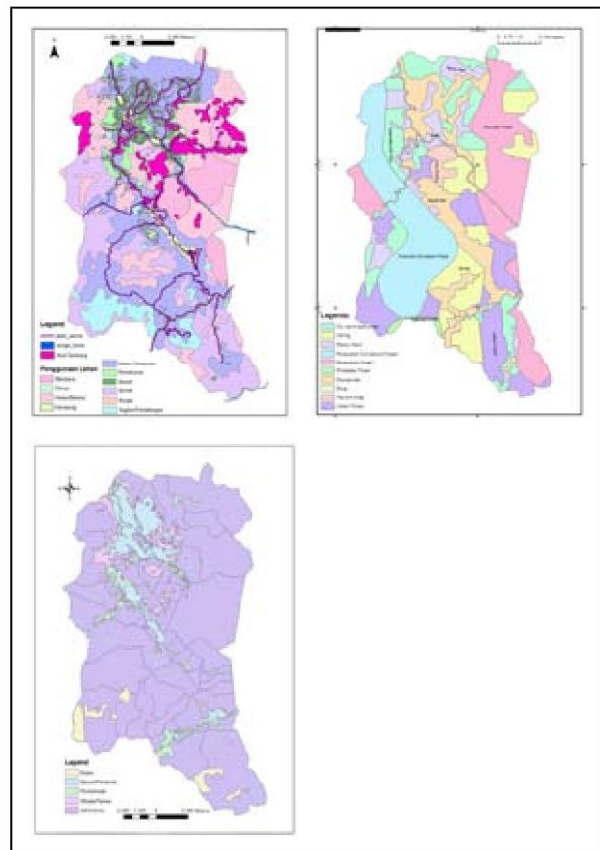
Pemerintah daerah kota Sawahlunto telah merilis *Spatial plan* untuk tata guna lahan 2010 – 2030. Tema utama dari master plan adalah menjadikan Kota Sawahlunto sebagai Kota Wisata Tambang, yaitu akan mengubah bekas kawasan tambang menjadi kawasan wisata terpadu dan kawasan-kawasan kegiatan ekonomi lainnya seperti kawasan pertanian, peternakan, olahraga, dan perkantoran. Menurut master plan, wilayah pemukiman menempati kawasan seluas 3.631,4 hektar, diikuti oleh kawasan pertanian (sawah) seluas 1.730,6 hektar, dan pertambangan seluas 387,6 hektar, dan hutan seluas 128,8 hektar.

Hasil analisis biofisik menggunakan metode SMCE, didapatkan bahwa pemukiman menempati wilayah seluas 1.933 hektar atau hampir dua kali lipat dari kondisi saat ini, kemudian kawasan pertanian bisa diperluas sampai 1.759 hektar, dan hutan bisa menempati kawasan seluas 562 hektar. Untuk kawasan pertambangan yang nantinya akan diubah jadi kawasan wisata dapat menempati wilayah seluas 2.372 hektar.

Dapat disimpulkan ada perbedaan yang sangat mencolok untuk setiap kawasan pertanian, kehutanan, pemukiman dan pertambangan (wisata) antara hasil SMCE dan *Spatial Plan*. Menurut kondisi *eksisting*, hutan dan pertambangan mendominasi wilayah di daerah studi. Selain itu, mengingat luas kawasan hutan perlu dipertahankan dalam melakukan perencanaan kawasan, baik kawasan lindung maupun kawasan budi daya.

Tabel 3. Perbandingan Penggunaan Lahan

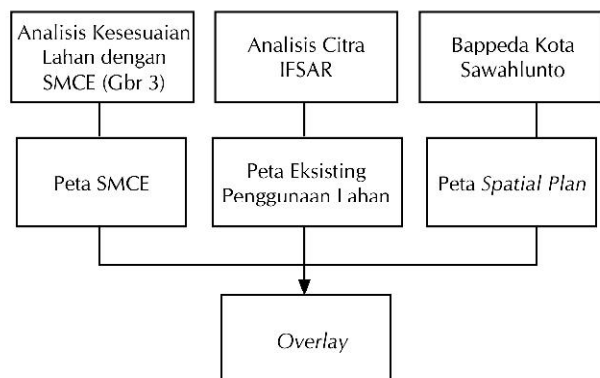
Penggunaan lahan	Eksisting (Ha)	Spatial Plan (Ha)	SMCE (Ha)
Pemukiman	733.9	3631.4	1824.20
Pertanian (sawah)	999.3	1726	518
Hutan/belukar	4853.3	128.8	556
Pertambangan/Wisata	1529.8	387.6	893.4
DLL	15841.2	18079.1	17331.5
Total	23957.5	23957.5	23957.5



Gambar 8: Peta Tutupan Lahan, *Spatial Plan*, dan Hasil SMCE

Evaluasi Penggunaan Lahan

Selanjutnya, peta kesesuaian lahan hasil dari SMCE, peta eksisting dari analisis citra ditumpang susun dengan peta *spatial plan* untuk mengevaluasi penggunaan lahan. Evaluasi ini menggunakan operasi *Union* pada perangkat lunak ArcGIS. Operasi ini menggabungkan semua atribut dari peta yang ditumpang susun, untuk melihat kesesuaian penggunaan lahan di daerah studi dari tiga peta yang ada. Secara lengkap diagram alir dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 9: Diagram alir evaluasi penggunaan lahan

Dari hasil *overlay* peta penggunaan lahan eksisting dan *spatial plan* terlihat, bahwa pemukiman yang ada saat ini (81,7%) hampir semuanya terletak pada wilayah perencanaan, dan untuk hutan yang ada saat ini dikategorikan sebagai hutan produksi pada peta rencana. Sawah dan tambang hanya sebagian kecil saja yang sesuai dengan wilayah perencanaan.

Tabel 4. *Overlay* penggunaan lahan eksisting dan *spatial plan*

Nama	Luas (ha)	Prosentase Kesesuaian
Pemukiman dan Kampung	600.23	81.7%
Sawah	318.38	31.86%
Pertambangan	150.09	3%
Hutan	0	0%

Untuk *overlay* antara peta hasil SMCE dan *spatial plan*, sangat sesuai, khususnya untuk wilayah pemukiman. Namun untuk pesawahan, pertambangan, dan hutan pada umumnya tidak sesuai.

Tabel 5. *Overlay* SMCE dan *spatial plan*

Nama	Luas (ha)	Prosentase
Pemukiman/ Kampung	1059.19	58%
Sawah	156.77	30%
Pertambangan	21.8	4%
Hutan	9.4	1%

Hasil *overlay* antara peta eksisting dan SMCE, secara umum sesuai untuk pemukiman dan sawah dan tidak sesuai untuk wilayah pemukiman dan hutan.

Tabel 6. *Overlay* eksisting dan SMCE

Nama	Luas (ha)	Prosentase
Pemukiman & Kampung	410,25	55.8%
Sawah	228.44	22.8%
Pertambangan	8.5	0.17%
Hutan	97.2	6.35%

Hasil perbandingan antara lokasi tadi dapat diambil kesimpulan bahwa lokasi eksisting pemukiman dan pertanian lahan basah (sawah) lebih sesuai dibandingkan dengan lahan untuk pertambangan dan hutan.

KESIMPULAN

Daerah studi berkembang karena adanya aktivitas pertambangan. Perkembangan daerah studi awalnya terpusat di bagian selatan dan tenggara. Ketersediaan lahan untuk memenuhi perkembangan kota sangat minim dikarenakan morfologi daerah Sawahlunto yang berbentuk seperti mangkok dan pada umumnya berbukit curam. Daerah yang datar sampai bergelombang umumnya dikuasai oleh pertambangan. Beberapa daerah bekas pertambangan saat ini dijadikan pusat perkantoran dan perumahan. Pola umum perkembangan permukiman di kota ini mengikuti alur jalan (*ribbon pattern*), seperti di bagian selatan, dimana terdapat jalur lintas Sumatera. Begitu juga pola ini terbentuk pada ruas jalan dari selatan ke utara. Beberapa studi dilakukan untuk menangani paska tambang khususnya seperti di daerah Sawahlunto ini, di mana penguasaan lahan utama adalah tambang. Diharapkan pada saat terjadinya penutupan tambang, perkembangan ekonomi tetap berlanjut untuk mendukung pembangunan berkelanjutan.

Dari hasil penelitian terdahulu dan saat ini, menunjukkan bahwa metode SMCE dapat dijadikan alternatif dalam menangani data spasial dan non spasial, sangat berguna untuk membuat pilihan dan mengevaluasi pilihan-pilihan tersebut dan memilih yang terbaik. SMCE ini layak digunakan karena merupakan *software open source* (ILWIS), sehingga tidak bermasalah dengan lisensi. Pada studi ini, metode ini mampu menggabungkan beberapa kriteria untuk membuat pilihan-pilihan lokasi dan memilih lokasi mana yang terbaik. Dalam studi kali ini, karena beberapa keterbatasan baru dilakukan tahapan pembuatan alternatif lokasi, studi berikutnya bisa dilakukan untuk melakukan pemilihan lokasi yang terbaik untuk setiap penggunaan lahan. Selain itu, SMCE membutuhkan adanya kolaborasi dengan pemangku kepentingan khususnya pada tahap pembobotan, hal ini tentunya cenderung adanya bias dan konflik kepentingan, karena itu penilaian dari ahli sangat diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dai et al., (2001). *GIS-Based Geoenvironmental Evaluation for Urban Landuse Planning*. Engineering Geologi 61.257-271.
- Etter, H. M. (1973). *Mined-Land Reclamation Studies on Bighorn Sheep Range in Alberta, Canada: Biological Conservation*, 5.
- ITC. (2001). *ILWIS 3.0 Academic; User's Guide*. Enschede, The Netherlands: IT Department, ITC.
- Geneletti, D. (2010). *Combining Stakeholder Analysis and Apatial Multicriteria Evaluation to Select and Rank Inert Landfill Sites*. Elsevier, 30 (Waste Management), 328-337.
- Keshkamat, S. S., Looijen, J. M., & Zuidgeest, M. H. P. (2009). *The Formulation and Evaluation of Transport Route Planning Alternatives: a Spatial Decision Support System for the Via Baltica Project*. Poland: *Journal of Transport Geography*, 17(1), 54-64. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2008.04.010
- Knabe, W. (1964). *Methods and Results of Strip-Reclamation in Germany*. *The Ohio Journal of Science* 62(2), 74.
- Malczewski, J. (2004). *GIS-Based Land Suitability Analysis: a Critical Overview*. *Progress in Planning* 62, 2-65.
- Martokusumo, W. (2007). *Mendaur Ulang Kota Tambang Sawahlunto*. Mata Kuliah Pilihan RK 7112, SAPPK ITB.
- Narrei, S. a., & Osanloo, M. (2011). *Post Mining Land-Use Methods Optimum Ranking, Using Multi Attribute Decision Techniques With Regard To Sustainable Resources Management*. *OIDA –International Journal of Sustainable Development*.
- Rohaendi, Nendi. (2012). *Developing Land Use Alternative for Mined Land: A Case Study of Sawahlunto, Sumatera Barat*. Thesis. ITC. Netherlands.
- Sharifi, M. A. a., & Retsios, V. (2004). *Site Selection for Waste Disposal Through Spatial Multiple Criteria Decision Analysis*. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, III.
- Store, R., & Kangas, J. (2001). *Integrating Spatial Multi Criteria Evaluation and Expert Knowledge for GIS-Based Habitat Suitability Modelling*. *Landscape and Urban Planning*, Elsevier Science, 55, 79-93.
- Soltanmohammad, H., Osanloo, M., Rezaei, B. a., & Bazzazi, A. A. (2008). *Achieving to Some Outranking Relationships Between Post Mining Land Uses Through Mined Land Suitability Analysis*. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 5(4), 535-546.
- Zucca, A., Sharifi, M. A. a., & Fabbri, A. G. (2008). *Application of Spatial Multi Criteria Analysis to Site Selection for a Local Park: A Case Study in the Bergamo Province, Italy*. *Journal of Environmental Management*, Elsevier, 88, 752-769.

