



ANALISIS KAWASAN PERMUKIMAN DI KECAMATAN LUNANG SILAUT, KABUPATEN PESISIR SELATAN

Orlando Sihaloho¹, Ahyuni², dan Triyatno²

Program Studi Geografi

Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

Email: orlando_haloho@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, 1) pola permukiman, 2) klasifikasi kedalaman gambut terhadap permukiman, 3) luas permukiman yang sesuai dan tidak sesuai dan 4) arahan kawasan peruntukan permukiman di Kecamatan Lunang Silaut, dengan menggunakan data sekunder dari RTRW Pesisir Selatan, Peta Satuan Lahan dan Tanah Lembar Sungai Penuh, buku keterangan Peta Satuan Lahan dan Tanah lembar Sungai Penuh (0813), peta persebaran lahan gambut dari Balai Besar Penelitian, Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian tahun 2011, dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41/PRT/M.2007 dengan metode analisis tetangga terdekat, *overlay* dan software *ArcGIS 10.1* diperoleh hasil penelitian ini sebagai berikut: 1) Persebaran pola permukiman yaitu mengelompok (*clustered*). 2) Luas permukiman yang berada di atas lahan gambut yaitu pada kedalaman 50 – 100 cm seluas 595,06 ha, kedalaman 200 – 300 cm seluas 70,23 ha, dan kedalaman > 300 cm seluas 296,74 ha. 3) Luas permukiman yang sesuai seluas 625 ha dan yang tidak sesuai seluas 818 ha. 4) Luas arahan kawasan peruntukan permukiman seluas 19.011 ha.

Kata kunci : pola permukiman, kedalaman gambut, arahan kawasan permukiman.

ABSTRACT

This study aims to determine, 1) settlement patterns, 2) peat depth classification of settlements, 3) suitable and inappropriate settlement area and 4) settlement allotment directions in Lunang Silaut District, using secondary data from the South Coast RTRW, Map Full River Land and Land Unit, river full information sheet for Land and Land Unit Maps (0813), peatland distribution map from Research Center, Agricultural Land Resource Development in 2011, and Minister of Public Works Regulation No.41 / PRT / M .2007 with the nearest neighbor analysis method, overlay and ArcGIS 10.1 software obtained the results of this study as follows: 1) Distribution of settlement patterns that are clustered. 2) The area of settlements located on peatland is at a depth of 50 - 100 cm covering an area of 595.06 ha, a depth of 200 - 300 cm covering an area of 70.23 ha, and a depth of > 300 cm covering an area of 296.74 ha. 3) The area of suitable settlements covering 625 ha and those that do not fit an area of 818 ha. 4) The area of referral of settlement areas covering an area of 19,011 ha.

Keywords: *settlement pattern, peat depth, settlement area direction.*

¹ Mahasiswa Jurusan Geografi FIS Universitas Negeri Padang

² Dosen Jurusan Geografi FIS Universitas Negeri Padang

PENDAHULUAN

Kawasan permukiman merupakan kawasan yang secara teknis dapat digunakan untuk permukiman yang aman dari bahaya bencana alam maupun buatan manusia, sehat dan mempunyai akses untuk kesempatan berusaha. Maka, dengan adanya kawasan permukiman yang baik, individu maupun kelompok masyarakat akan memiliki permukiman yang dapat mendukung aktivitas kehidupan mereka sehari-hari. Jumlah penduduk yang semakin bertambah membawa konsekuensi pada bertambahnya permasalahan yang akan dihadapi. Salah satu permasalahan yang merupakan akibat secara langsung berkaitan dengan pertumbuhan maupun persebaran penduduk adalah masalah perumahan dan permukiman sehingga menyebabkan perubahan penggunaan lahan. Pertambahan penduduk baik di kota maupun di desa akan mengakibatkan meningkatnya permintaan lahan hunian.

Pada realitanya luas lahan yang tersedia tidak akan mengalami penambahan. Namun disisi lain fenomena pertumbuhan penduduk terus memaksa kebutuhan akan lahan untuk permukiman mereka. Oleh karena itu banyak pembangunan kawasan permukiman yang tidak sesuai dan akan membahayakan lingkungan sekitarnya maupun jiwa manusia sebagai penghuninya. Sehingga terjadi perubahan

tutupan/penggunaan lahan berimplikasi pada kontribusi peningkatan luas tutupan/penggunaan lahan dari satu atau beberapa kategori tutupan/penggunaan yang diikuti penurunan luas kategori lainnya pada suatu periode tertentu. Konversi lahan hutan menjadi penggunaan lahan lain merupakan fenomena yang sudah lama terjadi di dunia dan memiliki dampak langsung diantaranya polusi udara (Hu dkk. 2008).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk melakukan pemantauan suatu kawasan dapat dilakukan dengan analisis kesesuaian lahan menggunakan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Perencanaan pengelolaan dan pengambilan keputusan yang tepat harus dilandasi oleh data dan informasi yang akurat tentang kondisi lahan dengan demikian harus dilakukan pemantauan kesesuaian lahan, penggunaan teknologi GIS dapat mempermudah analisis kesesuaian lahan pada suatu kawasan/wilayah yang luas. Manurung (2002) dan Erwindy (2000) menyatakan bahwa analisis kesesuaian lahan menggunakan SIG dapat digunakan untuk menentukan rekomendasi pengelolaan dan kebijakan suatu kawasan. Bandyopadhyay dkk. (2009) mengemukakan bahwa analisis kesesuaian lahan menggunakan SIG

dapat membantu penilaian penentuan lahan untuk peruntukan yang spesifik, (Jafari dan Narges, 2010) juga menjelaskan bahwa dengan menggunakan analisis kesesuaian lahan maka dapat ditentukan apakah lahan tersebut sesuai atau tidak untuk digunakan oleh suatu peruntukan lahan secara spesifik. Kalogirou (2001) dan Hossain (2008) menyatakan SIG dapat berfungsi untuk mengolah data spasial dan 2D visualisasi hasil analisis kesesuaian lahan. Dalam perencanaan penggunaan lahan seringkali harus mengambil keputusan yang kompleks dalam waktu singkat, dan ketika harus memperhitungkan konsep pembangunan berkelanjutan dan pengembangan ekonomi maka satu set peta kesesuaian penggunaan lahan akan sangat berguna dalam pengambilan keputusan (Joerin dkk., 2001).

Gambut merupakan tanah yang terbentuk dari bahan organik pada fisiografi cekungan atau rawa, di mana akumulasi bahan organik pada kondisi jenuh air, anaerob, menyebabkan proses perombakan bahan organik berjalan sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi bahan organik yang membentuk tanah gambut.

Indonesia memiliki lahan gambut terluas di antara negara tropis, yaitu sekitar 21 juta ha atau 10.8% dari luas daratan Indonesia. Lahan rawa gambut sebagian besar terdapat di empat pulau besar yaitu

di Sumatera 35%, Kalimantan 32% Papua 30% dan sebagian kecil ada di Sulawesi, Halmaera dan Seram 3% (Radjagukguk, 1992). Lahan gambut memiliki beberapa fungsi strategis, seperti fungsi hidrologis, sebagai penambat (*sequester*) karbon dan biodiversitas yang penting untuk kenyamanan lingkungan dan kehidupan satwa. Lahan gambut tergolong lahan marginal dan "*fragile*" dengan produktivitas biasanya rendah dan sangat mudah mengalami kerusakan.

Kecamatan Lunang Silaut merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Pesisir Selatan yang memiliki lahan gambut. Luas persebaran lahan gambut di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu 94.893 Ha. Daerah lahan gambut di Kecamatan Lunang Silaut dimanfaatkan untuk lahan perkebunan, pertanian, dan permukiman. Masyarakat disana membuat parit disekitar perkebunannya untuk mengalirkan air yang terdapat di lahan gambut tersebut. Sementara untuk membangun permukimannya mereka menimbun lahan gambut tersebut agar tanahnya menjadi keras dan pondasi untuk membangun rumahnya tidak gampang turun atau pun miring. Apabila ditemukan kawasan permukiman yang berada di kawasan bergambut yang memiliki ketebalan ≥ 3 meter maka dampaknya yaitu dapat menyebabkan banjir disaat memasuki musim hujan, bahaya

kekeringan, dan dapat merusak ekosistem di lahan gambut tersebut. Wilayah yang termasuk bergambut yang memiliki ketebalan ≥ 3 meter ditetapkan sebagai kawasan lindung karena kemampuannya menyimpan/memendam karbon dioksida dan berkaitan dengan pemanasan global.

METODE PENELITIAN

Analisis pola permukiman di Kecamatan Lunang Silaut

Teknis analisis untuk menentukan pola permukiman di Kecamatan Lunang Silaut yaitu dengan teori analisis tetangga terdekat yang dikemukakan oleh J. Clark dan F.C. Evans. Analisis tetangga terdekat merupakan salah satu analisis yang digunakan untuk menjelaskan pola persebaran dari titik-titik lokasi tempat dengan menggunakan perhitungan yang mempertimbangkan, jarak, jumlah titik lokasi dan luas wilayah. Teknik analisis tetangga terdekat (*Nearest Neighbour Analysis*) adalah teknik yang digunakan untuk mengetahui pola permukiman di Kecamatan Lunang Silaut dengan menggunakan software *ArcGis 10.1*.

Langkah-langkah yang harus diperhatikan dalam analisis tetangga terdekat yaitu:

1. Menentukan batas administrasi daerah Kecamatan Lunang Silaut.
2. Menganalisis dengan menggunakan menggunakan *Software ArcGis 10.1* yaitu

Tool: Average Nearest Neighbor.

3. Membuat titik tengah dari tiap permukiman sebelum menentukan pola permukimannya.
4. Menentukan pola permukiman. Untuk memperoleh jarak rata-rata permukiman digunakan cara dengan menjumlahkan semua jarak tetangga terdekat dan kemudian dibagi dengan jumlah titik yang ada.

Klasifikasi kedalaman lahan gambut terhadap permukiman

Untuk analisis klasifikasi kedalaman lahan gambut yaitu: Membuat peta klasifikasi kedalaman gambut di Kecamatan Lunang Silaut yang sumber petanya dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian tahun 2011, dan di *overlay* dengan peta permukiman. Sehingga didapat hasil luas permukiman yang berada di klasifikasi lahan gambut.

Arahan kawasan peruntukan permukiman di Kecamatan Lunang Silaut

Untuk menentukan arahan kawasan peruntukan permukiman yaitu dengan membuat peta berdasarkan kriteria kawasan peruntukan permukiman berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41/PRT/M/2007.dan di *overley* dengan peta kedalaman lahan gambut maka akan didapat hasilnya yaitu peta arahan kawasan peruntukan permukiman di Kecamatan Lunag Silaut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Permukiman di Kecamatan Lunang Silaut

Analisis data dilakukan untuk menentukan pola permukiman di Kecamatan Lunag Silaut, Kabupaten Pesisir Selatan yaitu dengan analisis tetangga terdekat. Untuk memudahkan peneliti dalam menganalisis, peneliti menggunakan *software ArcGIS 10.1*. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan analisis tetangga terdekat (*Average Nearest Neighbor*), pola permukiman di Kecamatan Lunang Silaut berjumlah 28 titik menghasilkan *Nearest Neighbor Ratio* 0,756820 dengan jarak rata-rata (*Expected Mean Distance*) 1921,615244 dan z-skor 2,505284. Hal ini menunjukkan bahwa persebaran pola permukiman di Kecamatan Lunang Silaut adalah mengelompok (*clustered*). Hasil perhitungan tersebut mengacu pada teori Bintarto (1979) apabila interval T (indeks tetangga terdekat) antara 0-0.7, maka pola permukiman adalah pola mengelompok (*clustered*).

Klasifikasi Kedalaman Lahan Gambut Terhadap Permukiman di Kecamatan Lunang Silaut

Klasifikasi kedalaman lahan gambut terhadap permukiman di Kecamatan Lunang Silaut dapat diidentifikasi melalui peta permukiman di atas lahan gambut. Peta permukiman di atas lahan

gambut merupakan hasil *overlay* dari peta administrasi Kecamatan Lunang Silaut dan peta permukiman dengan peta sebaran kedalaman lahan gambut. Klasifikasi kedalaman gambut bersumber dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian tahun 2011 yaitu Peta Lahan Gambut Sumatera tahun 2011. Berdasarkan data Peta RTRW Kabupaten Pesisir Selatan tahun 2012–2032 *diclip* menggunakan *software ArcGIS 10.1* untuk mengambil batas administrasi dan permukiman di Kecamatan Lunang Silaut. Dari data Peta Lahan Gambut Sumatera tahun 2011 *diclip* menggunakan *software ArcGIS 10.1* untuk mengambil sebaran kedalaman gambut di Kecamatan Lunang Silaut. Kemudian dari hasil kedua data tersebut di *overlay* sehingga menghasilkan peta permukiman yang berada di lahan gambut. Dari peta permukiman yang berada di lahan gambut akan diperoleh hasil luas permukiman di setiap sebaran kedalaman lahan gambut. Berdasarkan peta persebaran kedalaman gambut dan permukiman di Kecamatan Lunang Silaut didapat hasil luas persebaran permukiman berdasarkan persebaran kedalaman gambut. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Luas Permukiman pada Sebaran Lahan Gambut.

No.	Kedalaman Gambut	Luas permukiman (ha)
1.	D1	595,06
2.	D2	-
3.	D3	70,23
4.	D4	296,45
Jumlah		961,74

Sumber : Hasil analisis 2018

- D1 = 50 – 100 cm (dangkal).
- D2 = 100 – 200 cm (sedang).
- D3 = 200 – 300 cm (dalam).
- D4 = > 300 cm (sangat dalam).

Berdasarkan tabel 1 luas permukiman yang paling luas berada pada kedalaman 50 – 100 cm yaitu seluas 595,06 ha, luas permukiman pada kedalaman 200 – 300 cm seluas 70,23 ha, dan luas permukiman pada kedalaman lebih dari 300 cm seluas 296,45 ha. Luas seluruh permukiman yang berada pada klasifikasi kedalaman gambut seluas 961,74 ha.

Arahan Kawasan Peruntukan Permukiman di Kecamatan Lunang Silaut.

Arahan kawasan peruntukan permukiman yaitu berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41/PRT/M/2007, dan klasifikasi kedalaman gambut maka akan didapat hasil kawasan permukiman yang sesuai dan tidak sesuai kemudian arahan kawasan peruntukan permukiman.

- a. Topografi datar sampai bergelombang (0-25%).
Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum

No.41/PRT/M/2007 karakteristik lokasi dan kesesuaian lahan untuk permukiman yaitu topografi datar sampai bergelombang (kelerengan lahan 0-25%). Berdasarkan hasil peta kelas lereng di Kecamatan Lunang Silaut terdiri dari 5 kelas yaitu :

- 0 – 8 % dengan luas 78.044 ha.
- 8 – 14 % dengan luas 6.522 ha.
- 15 – 25 % dengan luas 16.065 ha.
- 25 – 40 % dengan luas 2.568 ha.
- Lebih dari 40% dengan luas 2.322 ha.

- b. Tidak berada pada daerah rawan bencana.

Berdasarkan hasil analisis peta rawan banjir, luas rawan bencana banjir di Kecamatan Lunang Silaut seluas 4.011 ha. Berdasarkan peta rawan banjir di Kecamatan Lunang Silaut kemudian di *overlay* dengan peta permukiman sehingga di dapat hasil yaitu peta permukiman yang berada di rawan banjir permukiman yang tidak berada pada rawan banjir. Luas permukiman di Kecamatan Lunang Silaut yang berada di rawan banjir seluas 502 ha. Luas permukiman di Kecamatan

Lunang Silaut yang tidak berada di rawan banjir seluas 731 ha.

c. Drainase baik sampai sedang.

Membuat peta drainase di Kecamatan Lunang Silaut berdasarkan Peta Satuan Lahan dan Tanah Lembar Sungai Penuh (0813) dan Buku Keterangan Peta Satuan Lahan dan Tanah Lembar Sungai Penuh (0813) dan peta jenis tanah. Berdasarkan peta jenis tanah dapat diketahui peta satuan lahan dari Peta Satuan Lahan dan Tanah Lembar Sungai Penuh (0813) kemudian dari peta tersebut dilihat keterangannya di Buku Keterangan Peta Satuan Lahan dan Tanah Lembar Sungai Penuh (0813) yang dilihat keterangannya dari buku tersebut yaitu drainase. Sehingga didapat hasil peta klasifikasi drainase di Kecamatan Lunang Silaut.

Permukiman yang berada pada kelas drainase yang paling luas berada pada drainase sangat buruk seluas 1.104 ha. Permukiman yang berada pada kelas drainase baik seluas 412 ha. Permukiman yang berada pada kelas drainase buruk seluas 265ha.

d. Tidak berada pada kawasan lindung.

Hasil analisis yaitu *overlay* peta kawasan permukiman dengan peta kawasan hutan di Kecamatan Lunang Silaut didapat hasil yaitu tidak ada kawasan permukiman yang berada di kawasan lindung.

e. Tidak terletak pada kawasan budi daya pertanian/penyangga.

Berdasarkan hasil analisis yaitu *overlay* permukiman dengan kawasan budidaya didapat hasil bahwa tidak ada permukiman yang berada di kawasan budidaya pertanian/penyangga di Kecamatan Lunang Silaut.

Kawasan permukiman yang sesuai dan tidak sesuai.

Berdasarkan peta kawasan permukiman yang sesuai didapat luas permukiman di Kecamatan Lunang Silaut yang sesuai yaitu seluas 625 ha. Permukiman yang sesuai di Kecamatan Lunang Silaut karena tidak berada di kawasan rawan banjir, berada pada drainase baik dan berada di atas lahan gambut dengan kedalaman sangat dalam (> 3 meter). Kawasan permukiman yang sesuai dapat dilihat pada gambar 1.

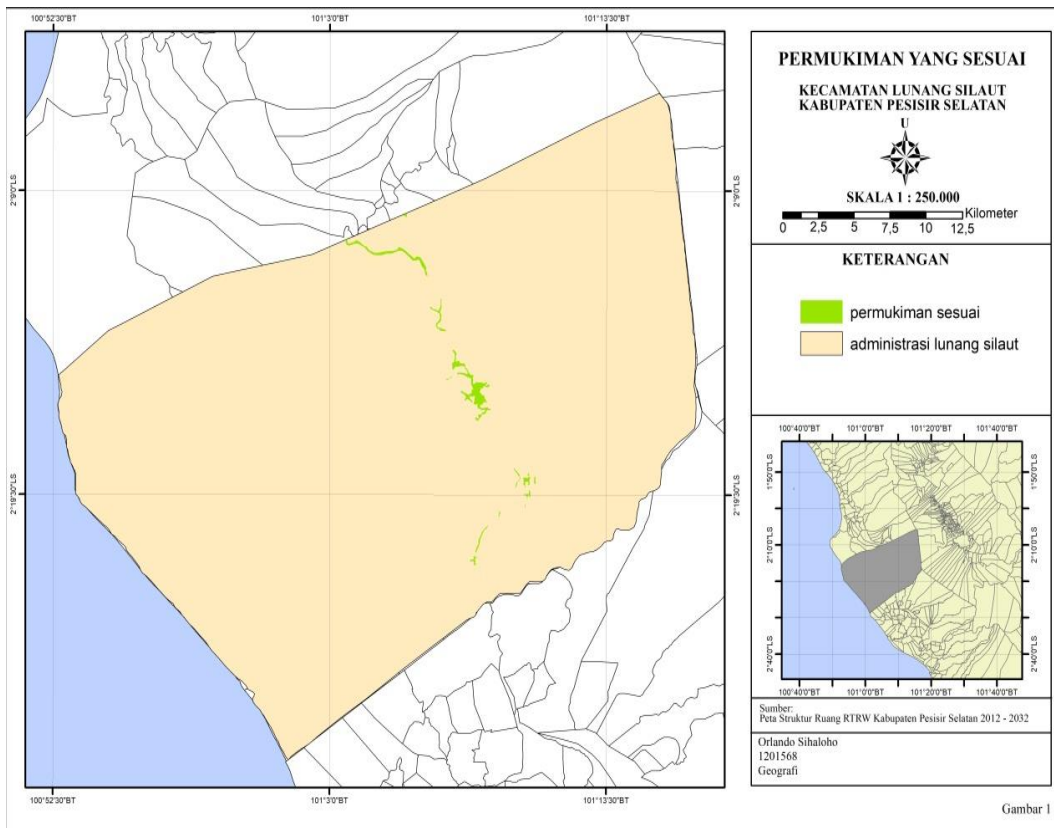
Berdasarkan hasil analisis luas permukiman di Kecamatan Lunang Silaut yang tidak sesuai yaitu seluas 810 ha. Permukiman yang tidak sesuai di Kecamatan Lunang Silaut karena berada di kawasan rawan banjir, berada pada daerah drainase buruk, drainase sangat buruk dan berada di atas lahan gambut dengan kedalaman sangat dalam (> 3 meter). Kawasan permukiman yang tidak sesuai dapat dilihat pada gambar 2.

Kawasan permukiman yang sesuai di Kecamatan Lunang Silaut dapat diidentifikasi melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41/PRT/M/2007 karakteristik lokasi dan kesesuaian lahan untuk permukiman dan di *overlay* dengan

peta sebaran kedalaman gambut sehingga di dapat hasilnya yaitu kawasan permukiman yang sesuai.

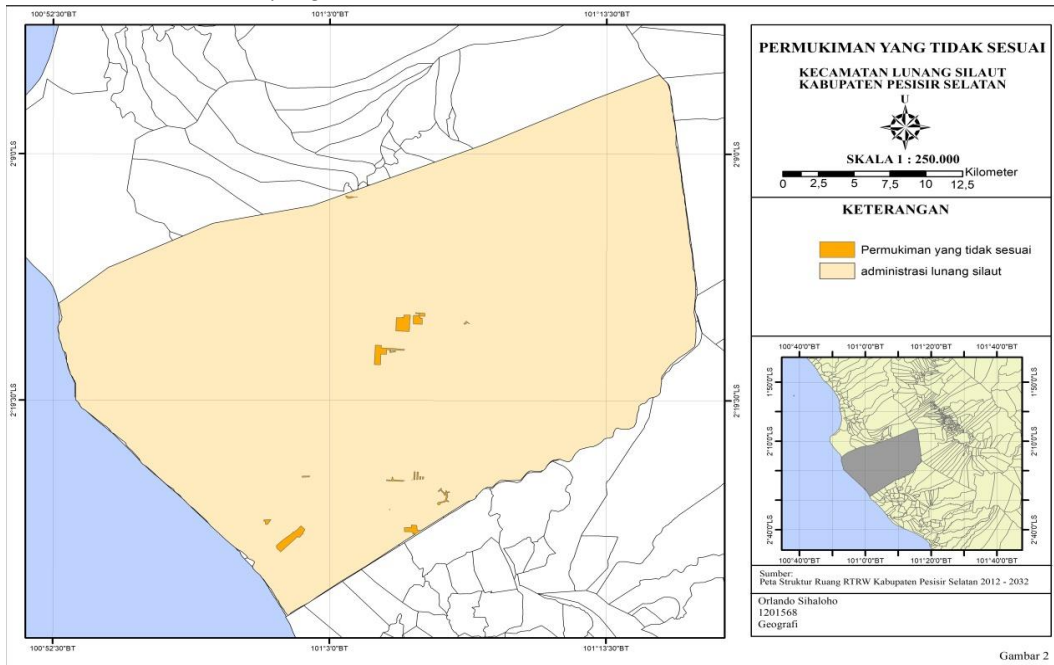
Arahan kawasan peruntukan permukiman

Arahan kawasan peruntukan permukiman di Kecamatan Lunang Silaut seluas 19.011 ha sesuai dengan arahan kawasan peruntukan permukiman di Kecamatan Lunang Silaut berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41/PRT/M/2007 karakteristik lokasi dan kesesuaian lahan untuk permukiman, berada pada drainase baik dan tidak berada di atas lahan gambut dengan kedalaman sangat dalam (lebih dari 3 meter). Arahan kawasan peruntukan permukiman dapat dilihat pada gambar 3.



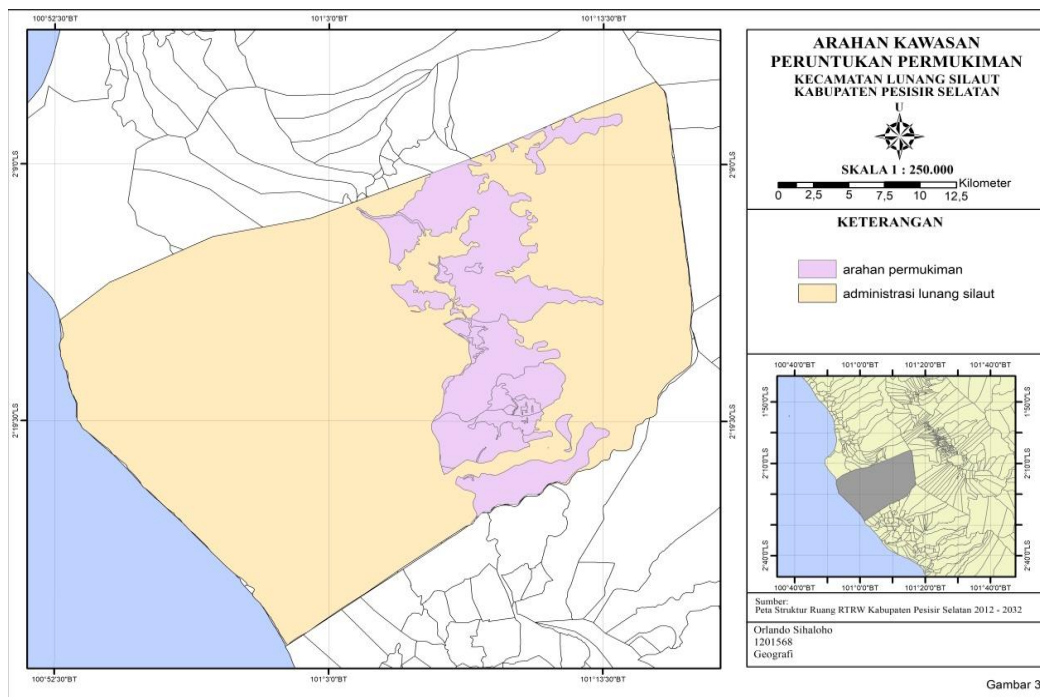
Gambar 1

Gambar 1. Permukiman yang sesuai.



Gambar 2

Gambar 2. Permukiman yang tidak sesuai.



Gambar 3. Arahannya kawasan peruntukan permukiman.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis pola permukiman di Kecamatan Lunang Silaut Kabupaten Pesisir Selatan dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan analisis tetangga terdekat (*Average Nearest Neighbor*), pola permukiman di Kecamatan Lunang Silaut adalah pola mengelompok (*clustered*).
2. Berdasarkan hasil analisis permukiman di Kecamatan Lunang Silaut Kabupaten Pesisir Selatan yang berada di lahan gambut dapat disimpulkan luas permukiman yang berada di kedalaman 50 – 100 cm seluas 595,06 ha, kedalaman 200 – 300

cm seluas 70,23 ha, dan kedalaman > 300 cm seluas 296,74 ha. Jumlah luas permukiman di Kecamatan Lunang Silaut yang berada di lahan gambut seluas 961,74 ha.

3. Berdasarkan hasil analisis arahan kawasan peruntukan permukiman di Kecamatan Lunang Silaut seluas 19.011 ha.
4. Berdasarkan hasil analisis kawasan permukiman yang tidak sesuai di Kecamatan Lunang Silaut Kabupaten Pesisir Selatan seluas 818 ha. Permukiman yang tidak sesuai berada di kawasan lahan gambut dengan kedalaman sangat dalam (> 3 meter), berada pada drainase buruk, drainase sangat buruk dan berada di kawasan rawan banjir. Berdasarkan hasil analisis kawasan permukiman yang sesuai

di Kecamatan Lunang Silaut Kabupaten Pesisir Selatan seluas 625 ha. Berdasarkan hasil analisis arahan kawasan peruntukan permukiman di Kecamatan Lunang Silaut Kabupaten Pesisir Selatan seluas 920 ha.

5. Saran

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan, maka peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Pada pemerintah setempat agar dapat menjadi sumbangan ide dalam menentukan kebijakan dalam perencanaan permukiman.
2. Pada pemerintah setempat agar dapat menyusun perencanaan arahan kawasan peruntukan permukiman.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41/PRT/M.2007 tentang Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budidaya.
- Bandyopadhyay, S., Jaiswal, R. K., Hedge V. S., dan Jayaraman, V. (2009). Assessment of Land Suitability Potentials for Agriculture Using a Remote Sensing and GIS Based Approach. *International Journal of Remote Sensing* Vol. 30, Issue 4, March 2009, Hal. 879-895.
- Bintarto. 1979. *Metode Analisis Geografi*. Jakarta: PT. Pustaka LP3ES.
- Clark J. Philip, Evans C. Francis. 1954. "Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations." *Jurnal Ecology*, Oktober, Vol. 35, No. 4, Hal 445-453.
- Erwindy, J. 2000. Analisis Kesesuaian Lahan Sebagai Masukan Pengembangan Wilayah Kecamatan Lembang. Program Pasca Sarjana ITB, Bandung.
- Gorsevski, P. V., Gessler, P. E. dan Jankowski, P. 2003. Integrating a Fuzzy K-Means Classification and a Bayesian Approach for Spatial Prediction of Landslide Hazard. *Journal of Geographical Systems*. Vol. 5(3), No. 223-251.
- Hu, Dan, G. Yang, Q. Wu, H. Li, X. Liu, X. Niu, Z. Wang, and Q. Wang (2008) Analyzing Land Use Changes in the Metropolitan Jilin City of Northeastern China Using Remote Sensing and GIS. *Sensors* 8(9), 5449-5465. doi:10.3390/s8095449
- Hossain, M. S., Sayedur, R. C., Nani, G. D., Sharifuzzaman, S. M. dan Abida S. 2008. Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 90, No. 3-4, April 2009, Hal. 119- 133.

- Jafari, S., dan Narges, Z. Land Suitability Analysis using Multi Attribute Decision Making Approach. *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol.1, No.5, December 2010.
- Joerin, F., Thériault, M., & Musy, A. (2001). Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment. *International Journal of Geographical Information Science*, 15(2), 153-174.
- Kalogirou, S. 2001. Expert System and GIS: *an Application of Land Suitability Evaluation. Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 26, Issues 2-3, March-May 2002, Hal. 89-112.
- Kim, H. G., Lee, D. K., Park, C., Kil, S., Son, Y., & Park, J. H. 2015. Evaluating Landslide Hazards Using RCP 4.5 and 8.5 Scenarios. *Journal Environmental Earth Sciences*. Vol. 73(3), No. 1385-1400.
- Lepore, C., Arnone, E., Noto, L. V., Sivandran, G., & Bras, R. L. 2013. Physically Based Modeling of Rainfall-Triggered Landslides: a Case Study in the Luquillo Forest, Puerto Rico. *Journal Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 17(9), No. 3371-3387.
- Manurung, H. 2002. Perubahan Penggunaan Lahan Kawasan Pesisir dan Pengaruhnya terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat di Kabupaten Deli Serdang Propinsi Sumatera Utara. Program Pasca Sarjana USU, Medan.
- Radjagukguk, B. 1992. Utilization and management of peatlands in Indonesia for agriculture and forestry.