

STUDI KOMPARASI PENGGUNAAN DAN PEMANFAATAN SOFTWARE SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM ANALISIS PENGGUNAAN LAHAN DAN KESESUAIAN LAHAN (Studi Kasus : Kawasan Perkotaan dan Perdesaan)

Dedy Azhari Silitonga¹, Ruri Prihatini Lubis²

^{1,2}Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Program Pascasarjana,
Universitas Pembangunan Panca Budi

*E-mail: ruriprihatinilubis@dosen.pancabudi.ac.id

ABSTRACT

Makalah ini menyajikan dua contoh riset yang menggunakan Sistem Informasi Geografis sebagai alat analisisnya. Dua riset tersebut memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam perencanaan wilayah dan kota di kawasan pesisir dan berbukit untuk menganalisis penggunaan dan kesesuaian lahan sesuai dengan dinamika lingkungan setempat. Penelitian pertama meneliti perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan, Jawa Tengah, yang terkena dampak banjir rob akibat kenaikan muka air laut. Menggunakan citra Quickbird dan analisis overlay multi-temporal (2003, 2009, 2016), studi ini menemukan bahwa perubahan muka air laut telah menyebabkan penurunan lahan pertanian sebesar 370,26 hektar dan peningkatan lahan rawa sebesar 292,68 hektar. Penelitian kedua berfokus pada Kota Bitung, Sulawesi Utara, yang berada di kaki Gunung Dua Sudara, dengan pesatnya kebutuhan lahan permukiman akibat pertumbuhan penduduk. Dengan pendekatan SIG dan analisis skoring, studi ini mengidentifikasi kondisi eksisting dan kesesuaian lahan permukiman di Kecamatan Madidir, yang menunjukkan bahwa sekitar 80,13% lahan memenuhi kriteria kesesuaian, sementara 64,36% lainnya memerlukan syarat tambahan. Kedua penelitian ini menyoroti potensi SIG dalam menyediakan data spasial yang penting untuk memahami perubahan lahan dan menilai kesesuaian lahan guna mendukung perencanaan wilayah berkelanjutan, khususnya di daerah dengan risiko lingkungan yang tinggi. Temuan dari kedua studi menunjukkan bahwa SIG bukan hanya alat analisis tetapi juga berfungsi sebagai platform integratif yang mampu menyajikan data multidimensi yang penting untuk proses perencanaan wilayah yang lebih responsif dan adaptif terhadap kebutuhan lokal.

Keywords : *Studi Komparasi, SIG, Penggunaan Lahan, Perkotaan, Perdesaan*

PENDAHULUAN

Pada era modern ini, kebutuhan akan perencanaan wilayah dan kota yang efisien dan berkelanjutan semakin meningkat. Salah satu tantangan utama dalam perencanaan tersebut adalah mengoptimalkan penggunaan lahan agar sesuai dengan fungsi dan kebutuhan yang beragam, seperti perumahan, komersial, industri, serta ruang terbuka hijau. Untuk mengatasi kompleksitas ini, penggunaan teknologi Sistem Informasi Geografis (GIS) menjadi semakin penting sebagai alat analisis dalam mengevaluasi dan menentukan kesesuaian lahan berdasarkan berbagai variabel lingkungan, sosial, dan ekonomi (Santoso & Nugroho, 2015).

GIS memungkinkan analisis spasial yang lebih mendalam dan akurat dengan mengintegrasikan data geografis dan non-geografis, sehingga membantu perencana dalam memahami karakteristik fisik serta potensi suatu lahan. Dengan teknologi ini, perencana dapat memetakan berbagai faktor seperti topografi, kondisi tanah, infrastruktur yang ada, hingga risiko bencana, yang semuanya menjadi pertimbangan penting dalam menentukan pemanfaatan lahan. Studi banding mengenai penggunaan GIS dalam analisis kesesuaian lahan juga dapat memberikan wawasan tentang keunggulan dan tantangan penerapannya di berbagai wilayah, serta efektivitasnya

dalam mendukung proses pengambilan keputusan dalam perencanaan tata ruang (Haryanto & Setiawan, 2023).

Melalui studi banding ini, diharapkan dapat diidentifikasi metode dan teknik GIS yang paling efektif, termasuk pendekatan-pendekatan yang diterapkan di berbagai wilayah dengan karakteristik lahan yang berbeda-beda. Hal ini menjadi penting untuk memahami adaptasi GIS dalam konteks lokal yang spesifik, serta mengoptimalkan pemanfaatannya untuk mendukung perencanaan wilayah dan kota yang lebih berkelanjutan dan berbasis data.

Perencanaan wilayah dan kota membutuhkan analisis penggunaan lahan yang mendalam untuk menghadapi tantangan lingkungan, terutama di kawasan yang rentan terhadap risiko alam seperti banjir rob atau longsor. Kota Pekalongan, di pesisir utara Pulau Jawa, merupakan wilayah yang menghadapi risiko banjir rob akibat kenaikan muka air laut. Dampak dari banjir rob ini tidak hanya merusak infrastruktur tetapi juga menyebabkan perubahan signifikan pada penggunaan lahan, terutama lahan produktif seperti pertanian. Analisis penggunaan lahan yang dinamis menjadi penting untuk memahami perubahan tersebut. Penelitian di Kota Pekalongan dilakukan dengan memanfaatkan citra Quickbird dan analisis overlay multi-temporal pada tahun 2003, 2009, dan 2016 untuk mengidentifikasi pola perubahan lahan dan dampak kenaikan muka air laut (Wijaya & Susetyo, 2017).

Di sisi lain, Kota Bitung, yang berada di kaki Gunung Dua Sudara di Sulawesi Utara, menghadapi tantangan perencanaan wilayah terkait pesatnya perkembangan permukiman akibat pertumbuhan penduduk dan pembangunan pelabuhan. Keterbatasan lahan untuk permukiman mendorong pembangunan di daerah berbukit yang berisiko longsor, mengakibatkan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukan yang seharusnya. Penelitian di Kecamatan Madidir, Kota Bitung, bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian lahan permukiman menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan analisis skoring untuk mengetahui apakah lahan permukiman eksisting sesuai dengan karakteristik lahan (Rachmah dkk, 2018).

Melalui studi banding kedua riset ini dapat diketahui bahwa bahwa GIS menjadi alat analisis kritis dalam memahami pola penggunaan dan kesesuaian lahan di berbagai kondisi geografis yang berbeda. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa GIS tidak hanya efektif dalam memetakan perubahan lahan tetapi juga memberikan panduan penting bagi perencanaan tata ruang yang adaptif dan berbasis data sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan lokal, baik di kawasan pesisir maupun di daerah berbukit.

Permasalahan

Deskripsi latarbelakang di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut Seperti apa penggunaan SIG dalam analisis penggunaan lahan di kota Pekalongan dan Kesesuaian lahan permukiman di kawasan kaki gunung Dua Sudara Bitung

Tujuan Pembahasan

Makalah ini merupakan studi komparasi (perbandingan) untuk melihat penggunaan SIG dalam analisis penggunaan lahan di kota Pekalongan dan Kesesuaian lahan permukiman di kawasan kaki gunung Dua Sudara Bitung.

METODE PENELITIAN

Metode komparasi atau studi perbandingan adalah studi yang menggunakan data literatur dari hasil riset orang lain. Pendekatan ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan dan persamaan antara berbagai hasil penelitian. Dalam metode ini, peneliti mengumpulkan data sekunder dari artikel jurnal atau literatur ilmiah yang relevan sebagai sumber utama. Langkah pertama adalah memilih studi-studi yang memiliki topik atau variabel serupa untuk dibandingkan. Selanjutnya, data dari tiap riset dianalisis untuk menyoroti perbedaan metode, hasil, dan kesimpulan, serta untuk mengidentifikasi pola atau tren yang muncul. Metode ini bermanfaat untuk mendapatkan wawasan komprehensif dari berbagai sudut pandang yang telah teruji dalam penelitian sebelumnya, sehingga dapat memperkuat argumen atau pemahaman tentang topik yang sedang dikaji.

Pemanfaatan SIG dalam Perencanaan Wilayah dan Kota

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah teknologi yang menggabungkan data spasial dan atribut non-spasial untuk membantu analisis, visualisasi, dan pemetaan wilayah dalam berbagai konteks perencanaan. SIG sangat bermanfaat dalam perencanaan wilayah dan kota karena dapat mengolah data spasial untuk memahami pola tata guna lahan, potensi wilayah, dan kesesuaian lahan, yang semuanya sangat penting untuk perencanaan yang efektif dan berkelanjutan (Santoso & Nugroho, 2015).

Dalam konteks perencanaan wilayah, SIG mendukung proses pengambilan keputusan melalui analisis kesesuaian lahan, yaitu teknik yang memadukan data lingkungan, sosial, dan ekonomi untuk menentukan lokasi yang paling sesuai bagi penggunaan tertentu, seperti permukiman, industri, atau lahan hijau. Sari dan Ramadhan (2022) menyatakan bahwa SIG sangat membantu dalam mengintegrasikan berbagai kriteria yang relevan untuk menciptakan solusi yang lebih efektif dalam tata guna lahan perkotaan. Kriteria-kriteria ini mencakup kemiringan lahan, jenis tanah, ketersediaan air, dan aksesibilitas, yang diselaraskan untuk mendukung keputusan berdasarkan analisis multi-kriteria.

Lebih lanjut, SIG memungkinkan pengawasan perubahan tata guna lahan secara multi-temporal. Dengan menggunakan data citra satelit dan teknologi overlay, SIG dapat mengidentifikasi dan melacak perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu, seperti konversi lahan pertanian menjadi kawasan permukiman atau industri. Suharto dan Yusuf (2019) menunjukkan bahwa kemampuan SIG untuk menganalisis data historis dan memproyeksikan perubahan di masa depan menjadikannya alat yang esensial dalam perencanaan wilayah yang dinamis dan berkelanjutan.

Selain itu, SIG memungkinkan pemodelan risiko dan mitigasi bencana dalam perencanaan perkotaan, khususnya di daerah yang rentan terhadap bencana alam seperti banjir, longsor, atau gempa bumi. Kurniawan dan Dewi (2020) menunjukkan bahwa SIG dapat mengidentifikasi zona rawan bencana dan membantu perencana kota menentukan area yang lebih aman untuk pembangunan permukiman. Dengan demikian, SIG bukan hanya berfungsi sebagai alat analisis, tetapi juga sebagai alat prediksi yang mendukung perencanaan berkelanjutan dan resilien.

Secara keseluruhan, teori penggunaan SIG dalam perencanaan wilayah dan kota menekankan peran SIG sebagai alat integratif yang memadukan data spasial dengan analisis multi-kriteria untuk mendukung perencanaan berbasis data. Wicaksono dan Putri (2024) menjelaskan bahwa SIG tidak hanya membantu dalam aspek teknis pemetaan, tetapi juga memperkuat analisis spasial yang berbasis ilmu pengetahuan untuk mendukung keberlanjutan sosial, ekonomi, dan lingkungan. Dengan SIG, perencana kota dan wilayah dapat mengoptimalkan alokasi lahan, meningkatkan ketahanan perkotaan, dan mendukung pengembangan yang efisien dan berkelanjutan.

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam perencanaan wilayah dan kota menghasilkan berbagai output yang sangat berguna untuk analisis dan pengambilan keputusan. Berikut ini adalah beberapa contoh bentuk output yang umum dihasilkan dari pemanfaatan SIG (Miller & Wentz (2003):

1. Peta Kesesuaian Lahan

Peta ini menunjukkan tingkat kesesuaian lahan untuk penggunaan tertentu, seperti perumahan, pertanian, industri, atau konservasi. Berdasarkan analisis berbagai faktor seperti topografi, jenis tanah, aksesibilitas, dan risiko bencana, peta kesesuaian lahan membantu perencana memilih lokasi optimal untuk kegiatan tertentu. Misalnya, area yang cocok untuk pembangunan permukiman atau zona pertanian.

2. Peta Perubahan Penggunaan Lahan

Dengan data multi-temporal, SIG dapat menghasilkan peta yang memperlihatkan perubahan penggunaan lahan dari waktu ke waktu. Misalnya, peta perubahan penggunaan lahan di daerah pesisir yang menunjukkan konversi lahan pertanian menjadi permukiman akibat urbanisasi. Ini berguna untuk mengidentifikasi tren perkembangan dan dampak lingkungan.

3. Peta Zonasi Risiko Bencana

SIG dapat digunakan untuk memetakan wilayah yang rentan terhadap bencana seperti banjir, longsor, dan gempa bumi. Peta ini membantu dalam perencanaan mitigasi bencana dan menentukan area pembangunan yang aman. Misalnya, peta risiko banjir di wilayah perkotaan yang menunjukkan daerah rawan agar tidak dijadikan area permukiman.

4. **Peta Tata Ruang dan Zonasi Kota**

Dalam perencanaan kota, SIG menghasilkan peta tata ruang yang mengidentifikasi area untuk berbagai jenis penggunaan, seperti zona permukiman, zona komersial, kawasan industri, dan lahan hijau. Peta ini membantu pemerintah daerah memastikan pemanfaatan lahan sesuai dengan peruntukan yang ditetapkan dalam rencana tata ruang wilayah (RTRW).

5. **Peta Jaringan Infrastruktur**

Peta jaringan infrastruktur, seperti jalan, jaringan air bersih, listrik, dan transportasi umum, membantu dalam merencanakan dan mengembangkan infrastruktur di wilayah perkotaan. Misalnya, peta yang menunjukkan distribusi jalan dan aksesibilitas ke fasilitas umum, yang berguna untuk perencanaan transportasi kota dan mengidentifikasi area yang memerlukan akses infrastruktur lebih baik.

6. **Peta Potensi Pengembangan Ekonomi dan Wilayah**

SIG dapat menghasilkan peta yang mengidentifikasi area dengan potensi pengembangan ekonomi berdasarkan berbagai faktor, seperti kedekatan dengan pusat transportasi, fasilitas umum, dan sumber daya lokal. Peta ini berguna untuk pemerintah dan investor dalam menentukan area pengembangan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi wilayah.

7. **Model Simulasi Pertumbuhan Kota (Urban Growth Model)**

Output SIG juga bisa berupa model simulasi yang memprediksi perkembangan kota di masa depan berdasarkan data historis dan tren pertumbuhan. Model ini membantu perencana melihat skenario perkembangan kota dan dampaknya terhadap lingkungan, sehingga dapat merencanakan langkah mitigasi atau pengelolaan lebih baik.

8. **Analisis Visual 3D dari Perencanaan Tata Ruang**

Teknologi SIG kini juga mampu menghasilkan peta visualisasi 3D untuk membantu perencana kota memahami tata ruang dari perspektif tiga dimensi. Ini berguna untuk merancang bangunan atau area publik dan mengevaluasi dampak visual pembangunan di suatu kawasan.

Output-output tersebut berfungsi sebagai alat bantu analisis yang memudahkan visualisasi data dan mendukung pengambilan keputusan yang berbasis data dan bersifat komprehensif. Dengan pemanfaatan SIG, perencanaan wilayah dan kota dapat lebih efektif, efisien, serta berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagaimana diuraikan di awal makalah ini, bahwa ada dua studi kasus yang dikomparasi, yaitu 1) Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan tahun 2003, 2009, dan 2016 oleh Wijaya dan susetyo (2017); dan 2) Kesesuaian Lahan Permukiman di Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara oleh Rachmah dkk (2018). Adapun hasil dari dua penelitian tersebut dijabarkan sebagai berikut :

1. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan tahun 2003, 2009, dan 2016 oleh Wijaya dan Susetyo (2017)

Wijaya dan Susetyo (2017) mengawali pembahasannya dengan sejumlah fenomena di kota Pekalongan yang seringkali mengalami bencana banjir Rob akibat kenaikan air muka laut. Banjir rob memberikan dampak signifikan pada penggunaan lahan produktif di Kota Pekalongan, dan menjadi salah satu penyebab utama perubahan penggunaan lahan akibat genangan air yang disebabkan oleh kenaikan permukaan laut.

Selanjutnya, Wijaya dan Susetyo (2017) menjelaskan bahwa dalam kaitannya dengan perubahan iklim, dampak kenaikan permukaan laut di Kota Pekalongan diperkirakan akan semakin besar, yang akan mempercepat perubahan penggunaan lahan di kawasan ini. Banjir rob yang diakibatkan oleh kenaikan permukaan laut memang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, namun dampaknya,

termasuk terhadap penggunaan lahan, bisa diminimalkan. Oleh karena itu, penentuan dan pengelolaan penggunaan lahan yang tepat di Kota Pekalongan menjadi sangat penting dalam perencanaan untuk mengurangi dampak bencana seperti banjir rob yang diprediksi akan terus meningkat setiap tahunnya.

Mengingat hal ini, Wijaya dan Susetyo (2017) menegaskan perlunya analisis mengenai perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan dengan pendekatan spasial yang tepat guna memahami dan mengoptimalkan perkembangan wilayah. Maka, rumusan masalah yang diangkat oleh Wijaya dan Susetyo (2017) adalah mengenai kecenderungan perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan. Untuk menjawabnya, penelitian Wijaya dan Susetyo (2017) bertujuan menganalisis perubahan penggunaan lahan secara spasial dengan pendekatan multi-temporal menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Metode penelitian yang digunakan oleh Wijaya dan Susetyo (2017) meliputi metode pengumpulan data dan metode analisis. Pengumpulan data di penelitian Wijaya dan Susetyo (2017) ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei dan observasi lapangan untuk memvalidasi peta penggunaan lahan dan memahami kondisi di lapangan. Data sekunder berasal dari citra satelit, penelitian terdahulu, dan dokumen instansi terkait. Adapun metode analisis di penelitian Wijaya dan Susetyo (2017) ini menggunakan meliputi klasifikasi dan analisis perubahan penggunaan lahan berbasis GIS, meliputi dua tahapan yaitu :

1. **Klasifikasi Penggunaan Lahan** : Penggunaan lahan diklasifikasikan berdasarkan citra Quickbird untuk tahun 2003, 2009, dan 2016. Proses ini menggunakan interpretasi visual berdasarkan karakteristik seperti rona, bentuk, dan pola untuk menghasilkan data vektor. Klasifikasi merujuk pada SNI nomor 7645:2010, yang dimodifikasi sesuai wilayah penelitian, dan divalidasi melalui survei lapangan di 100 titik sampel.
2. **Analisis Perubahan Penggunaan Lahan** : Perubahan penggunaan lahan dianalisis dengan overlay peta penggunaan lahan dari tahun 2003, 2009, dan 2016 menggunakan ArcGIS. Hasilnya adalah peta perubahan yang menunjukkan distribusi dan statistik perubahan penggunaan lahan, meliputi tiga periode: 2003-2009, 2009-2016, dan 2003-2016. Data ini memberikan informasi mengenai jenis, luas, distribusi, dan tren perubahan lahan di Kota Pekalongan, menjawab tujuan utama penelitian.

Hasil penelitian Wijaya dan Susetyo (2017) diawali dengan penyajian klasifikasi penggunaan lahan kota pekalongan dengan menggunakan kode-kode tertentu untuk tiap area penggunaan lahan. Penelitian Wijaya dan Susetyo (2017) ini mengklasifikasikan penggunaan lahan dari citra dengan metode digitasi pada layar menggunakan GIS. Citra divisualisasikan dan diidentifikasi berdasarkan kesamaan untuk menghasilkan kelas vektor penggunaan lahan. Interpretasi citra dilakukan dengan menggunakan enam elemen utama, yaitu warna, bentuk, ukuran, tekstur, bayangan, dan lokasi.

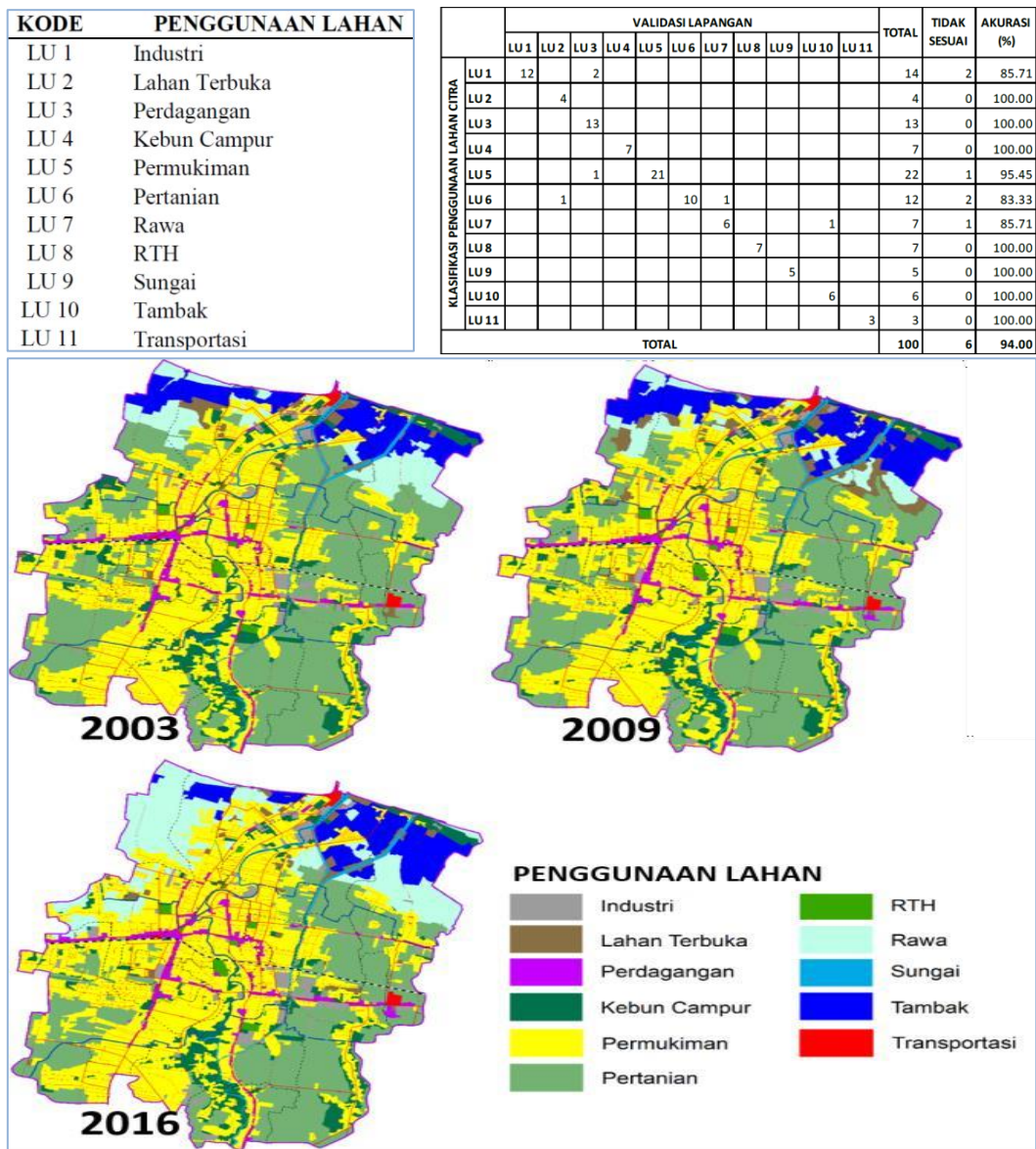
Selanjutnya, Wijaya dan Susetyo (2017) menyajikan hasil klasifikasi penggunaan lahan di Kota Pekalongan yang diperoleh melalui interpretasi visual menggunakan GIS divalidasi melalui survei lapangan untuk memastikan kesesuaian data dengan kondisi nyata, sehingga tingkat validitasnya dapat diandalkan. Dalam penelitian Wijaya dan Susetyo (2017) ini, proses validasi dilakukan dengan pengambilan sampel menggunakan metode spatial sampling secara acak berdasarkan kategori penggunaan lahan. Titik validasi dipilih secara acak dan tersebar merata sesuai dengan jenis serta lokasi penggunaan lahan. Untuk data penggunaan lahan tahun 2003 dan 2009, penelitian ini mengadaptasi informasi dari studi sebelumnya mengenai Kota Pekalongan dan menyesuaikan dengan kenampakan citra satelit yang dianalisis. Persentase akurasi klasifikasi dihitung dengan membandingkan jumlah sampel yang sesuai dengan total sampel yang diambil.

Perhitungan Wijaya dan Susetyo (2017) menunjukkan bahwa akurasi klasifikasi penggunaan lahan mencapai 94%, di mana 6 dari 100 sampel yang disurvei tidak cocok dengan hasil validasi lapangan. Dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi ini, hasil klasifikasi penggunaan lahan dapat diandalkan untuk analisis berikutnya.

Penelitian Wijaya dan Susetyo (2017) mengklasifikasikan penggunaan lahan di Kota Pekalongan menggunakan metode digitasi layar berbasis GIS. Citra satelit diidentifikasi melalui enam elemen visual utama: warna, bentuk, ukuran, tekstur, bayangan, dan lokasi, untuk membentuk

kelas vektor penggunaan lahan. Hasil klasifikasi ini kemudian divalidasi dengan survei lapangan melalui metode pengambilan sampel acak berbasis spatial sampling, memastikan akurasi dan kesesuaian data dengan kondisi nyata. Dengan akurasi 94%, hasil klasifikasi penggunaan lahan ini dinilai cukup valid dan dapat digunakan dalam analisis selanjutnya.

Hasil awal penelitian Wijaya dan Susetyo (2017) ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini :

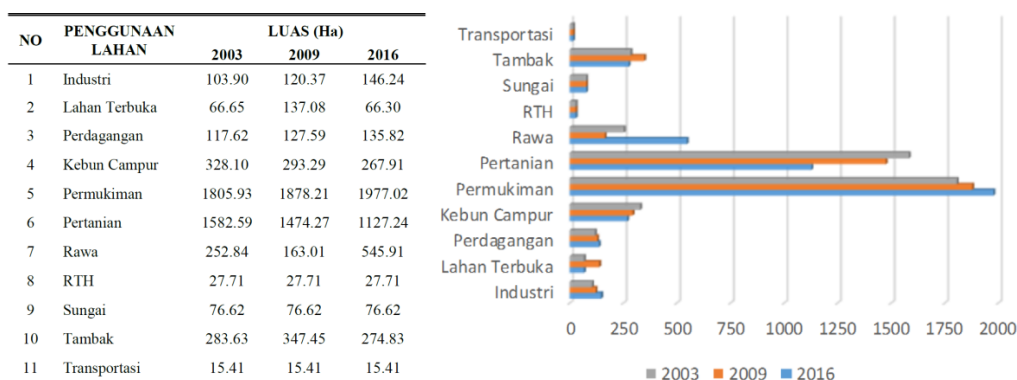


Gambar 1. a) Klasifikasi Jenis Penggunaan Lahan ; b) Akurasi Klasifikasi Penggunaan Lahan; dan c) Peta Penggunaan Lahan di kota Pekalongan (Sumber : Wijaya dan Susetyo (2017))

Selanjutnya, Wijaya dan Susetyo (2017) melakukan analisis Perubahan Penggunaan Lahan Kota Pekalongan. Wijaya dan Susetyo (2017) menyatakan bahwa data penggunaan lahan Kota Pekalongan untuk tahun 2003, 2009, dan 2016, yang telah divalidasi, kemudian dianalisis untuk luas masing-masing jenis penggunaan lahan. Selanjutnya, dilakukan overlay antar periode waktu (2003, 2009, dan 2016) menggunakan GIS untuk mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan. Statistik hasil perubahan menunjukkan adanya dinamika penggunaan lahan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama faktor banjir rob di Kota Pekalongan.

Menurut Wijaya dan Susetyo (2017), hasil analisis menunjukkan adanya dinamika dalam penggunaan lahan di Kota Pekalongan. Setiap kategori penggunaan lahan mengalami perubahan dalam bentuk penambahan atau pengurangan luas, kecuali untuk RTH, sungai, dan transportasi yang tetap statis tanpa perubahan selama periode yang dianalisis. Pada tahun 2016, penggunaan lahan terbesar di Kota Pekalongan berturut-turut adalah untuk permukiman, pertanian, rawa, dan tambak. Selama periode 2003-2016, perubahan paling signifikan terjadi pada lahan pertanian, rawa, dan permukiman.

Statistik luas penggunaan lahan di Kota Pekalongan untuk periode tahun 2003, 2009, dan 2016 berdasarkan perhitungan GIS, serta perbandingan luas penggunaan lahan di setiap periode, disajikan oleh Wijaya dan Susetyo (2017) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Statistik Luas Penggunaan Lahan dan Chart Perbandingan Luas Penggunaan Lahan (Sumber : Wijaya dan Susetyo (2017))

2. Kesesuaian Lahan Permukiman di Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara oleh Rachmah dkk (2018)

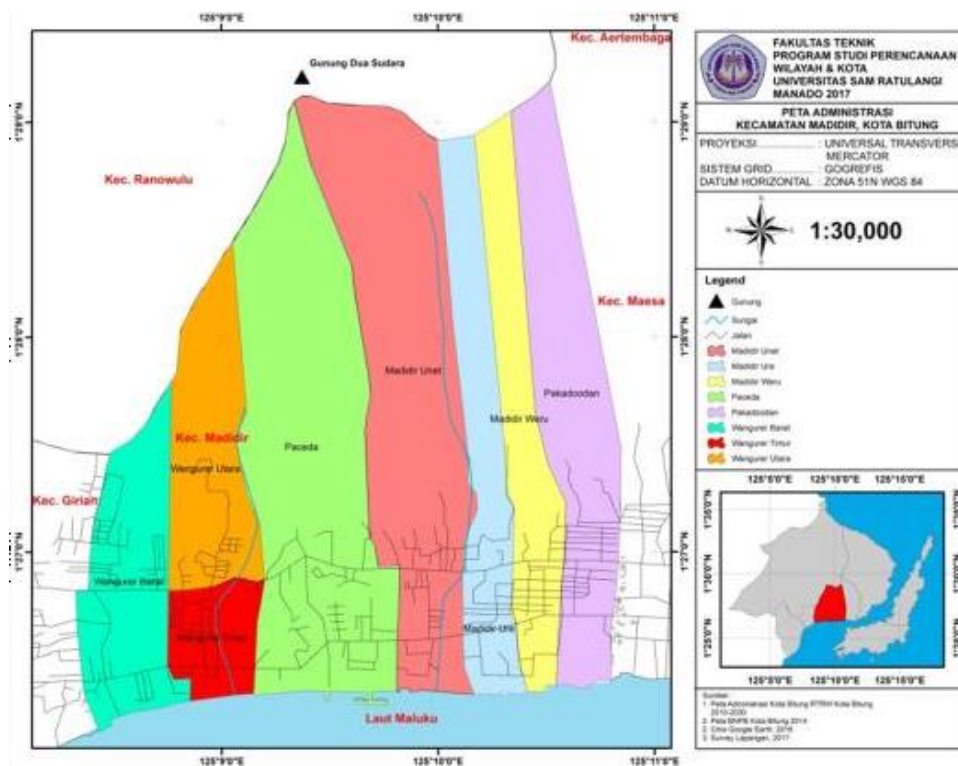
Rachmah dkk (2018) mengawali deskripsi penelitiannya dengan menjabarkan isu-isu perkembangan kota. Menurut Rachmah dkk (2018) perkembangan kota umumnya terkait dengan pertambahan jumlah penduduk, yang berpengaruh pada perluasan wilayah dan meningkatnya kebutuhan akan lahan, terutama untuk permukiman. Dengan bertambahnya penduduk, pembangunan permukiman seringkali dilakukan di lahan yang tidak sesuai, seperti di lereng bukit atau wilayah dengan kemiringan lebih dari 20%. Rachmah dkk (2018) mengungkapkan bahwa kota Bitung, yang berkembang pesat karena adanya pelabuhan laut dan industri perikanan, menghadapi masalah serupa. Salah satu area yang rentan terhadap longsor adalah lereng Gunung Dua Sudara, yang terjal dan curam. Kebutuhan lahan permukiman yang terus meningkat seringkali mengarah pada pembangunan di lokasi yang berisiko, seperti daerah rawan bencana.

Oleh karena itu, menurut Rachmah dkk (2018) penting untuk memastikan bahwa lokasi permukiman sesuai dengan daya dukung lingkungan, peruntukan lahan, dan menghindari daerah yang rawan bencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi penggunaan lahan permukiman di kawasan kaki Gunung Dua Sudara, Kecamatan Madidir, serta menganalisis kesesuaian lahan permukiman di daerah tersebut. Penelitian Rachmah dkk (2018) ini bertujuan untuk menilai kesesuaian lokasi permukiman di kawasan kaki Gunung Dua Sudara, yang rentan terhadap bencana alam, dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan dan peruntukan lahan yang sesuai.

Metode penelitian yang digunakan oleh Rachmah dkk (2018) adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial, yang melibatkan penggunaan GIS (Geographic Information System) dan analisis skoring. Analisis spasial dilakukan oleh Rachmah dkk (2018) adalah dengan metode overlay, yaitu tumpang tindih berbagai parameter kesesuaian lahan yang telah diberi skor, untuk menghasilkan data spasial tentang kesesuaian lahan permukiman. Data yang digunakan Rachmah dkk (2018) diperoleh melalui survei primer dan sekunder.

Teknik analisis yang diterapkan meliputi overlay peta dan skoring. Overlay peta menggabungkan beberapa peta untuk menghasilkan informasi yang lebih komprehensif, sedangkan analisis skoring digunakan untuk menilai kesesuaian lahan berdasarkan variabel seperti kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, topografi, penggunaan lahan, serta potensi rawan bencana longsor dan banjir. Skor dari masing-masing variabel dijumlahkan untuk menentukan kesesuaian lahan permukiman (Rachmah dkk, 2018). Penelitian Rachmah dkk (2018) ini menggunakan metode analisis spasial dengan overlay peta dan analisis skoring untuk menilai kesesuaian lahan permukiman berdasarkan faktor-faktor fisik dan rawan bencana di kawasan yang diteliti.

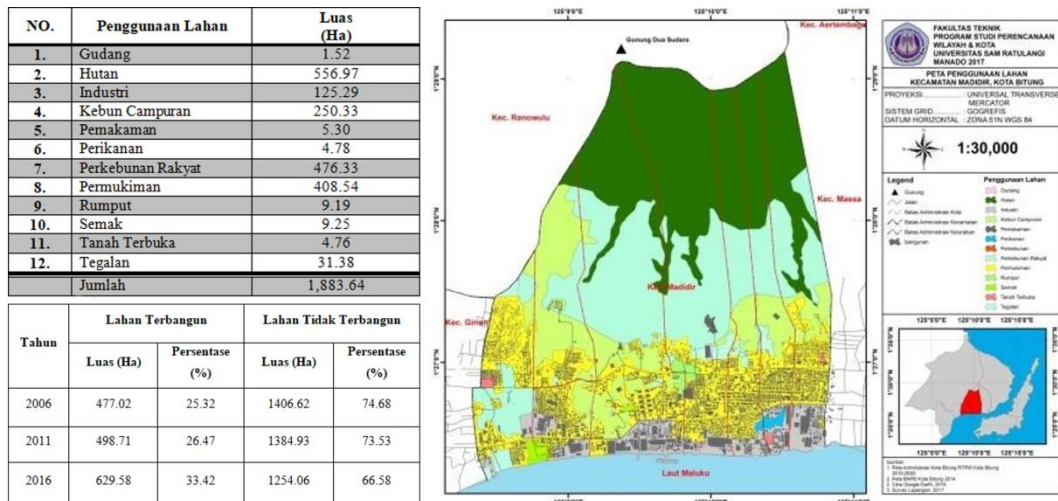
Di bagian hasil dan Pembahasan, Rachmah dkk (2018) memulainya dengan menyajikan gambaran umum lokasi penelitian dan peta administrasi kecamatan Madidir kota Bitung. Rachmah dkk (2018) mengungkapkan bahwa wilayah penelitian terletak di Kecamatan Madidir, Kota Bitung, bagian selatan, yang memiliki luas area sebesar 2.083 hektar. Menurut Rachmah dkk (2018), sebelumnya, Kecamatan Madidir dikenal dengan nama Bitung Tengah dan merupakan kecamatan yang paling dekat dengan Gunung Dua Sudara. Kecamatan ini terdiri dari delapan desa/kelurahan, yaitu Paceda, Madidir Unet, Madidir Ure, Madidir Weru, Kadoodan, Wangurer Barat, Wangurer Timur, dan Wangurer Utara. Luas kawasan terbangun di kecamatan ini mencapai 24,51 hektar dengan jumlah penduduk sebesar 51.051 jiwa. Kecamatan Madidir terletak pada koordinat 12°6'10" Lintang Utara dan 125°8'20" - 125°10'55" Bujur Timur (Rachmah dkk, 2018). Adapun peta administrasi kecamatan Madidir di kota Bitung berdasar data Rachmah dkk (2018) dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3.Peta Administari Kecamatan Madidir Kota Bitung
 (Sumber : Rachmah dkk (2018))

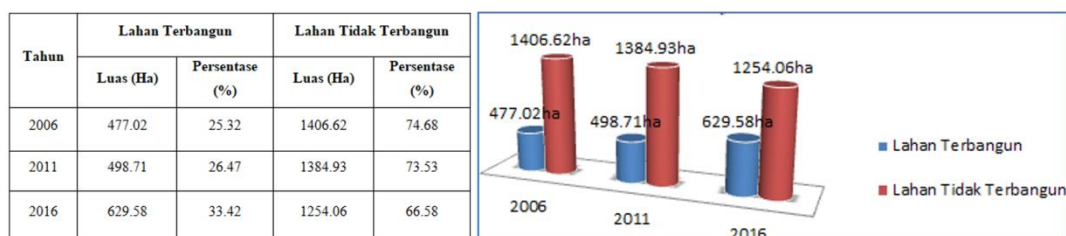
Selanjutnya Rachmah dkk (2018) menyajikan analisis parameter penggunaan lahan kecamatan Madidir. Menurut hasil analisis Rachmah dkk (2018), penggunaan lahan kecamatan Madidir dapat dibedakan menjadi beberapa kategori. Secara umum, lahan di kota terbagi menjadi dua jenis, yaitu lahan terbangun dan lahan tidak terbangun. Lahan terbangun mencakup perumahan, industri, perdagangan, jasa, dan perkantoran. Sementara itu, lahan tidak terbangun terbagi menjadi dua kelompok: lahan yang digunakan untuk aktivitas kota seperti area kuburan, rekreasi, transportasi,

dan ruang terbuka, serta lahan non-aktivitas kota seperti pertanian, perkebunan, area perairan, dan lokasi penambangan sumber daya alam. Untuk memahami penggunaan lahan di suatu area, perlu menganalisis komponen-komponen pembentuknya, yang dapat diketahui berdasarkan jenis penggunaan lahan dan aktivitas yang berlangsung di atasnya (Chapin dan Kaiser, 1979 dalam Rachmah dkk (2018). Peta penggunaan lahan yang di analisis oleh Rachmah dkk (2018) ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Madidir Kota Bitung (Sumber : Rachmah dkk (2018).

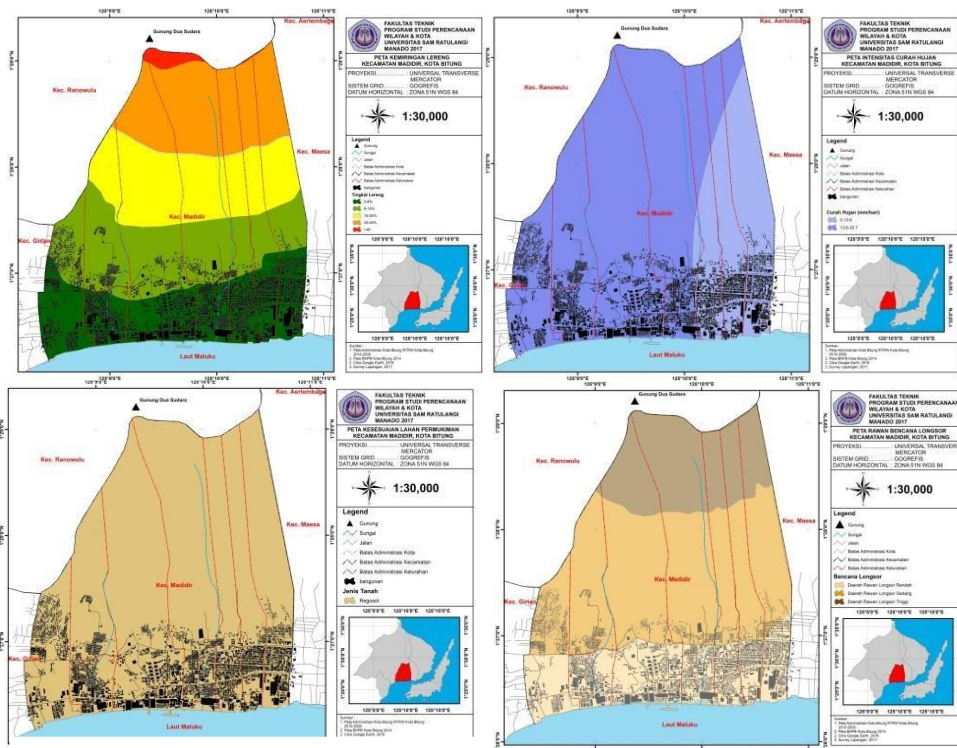
Selanjutnya, Rachmah dkk (2018) menjelaskan bahwa data penggunaan lahan permukiman yang ada saat ini diperoleh melalui peta citra time series Google Earth untuk periode lima tahun, yaitu tahun 2006, 2011, dan 2016, yang digunakan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan dari area tidak terbangun menjadi lahan terbangun. Menurut Rachmah dkk (2018), perubahan ini dipicu oleh peningkatan kebutuhan lahan permukiman di wilayah studi. Dalam kurun waktu sepuluh tahun, yaitu antara tahun 2006 hingga 2016, luas lahan permukiman meningkat sebesar 278,33 ha atau 14,78%. Jika tidak ada regulasi yang jelas terkait pembangunan permukiman, angka ini diperkirakan akan terus berkembang seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di Kota Bitung (Rachmah dkk (2018). Perubahan penggunaan lahan dan peta tutupan lahan per-lima tahun di kecamatan Madidir kota Bitung berdasar analisis Rachmah dkk (2018), dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Perubahan Penggunaan Lahan Per-Lima Tahun dan Perubahan Penggunaan Lahan

Menurut Rachmah dkk (2018), perubahan penggunaan lahan di wilayah studi disebabkan oleh peningkatan kebutuhan akan lahan permukiman. Dalam periode sepuluh tahun antara 2006 hingga 2016, luas lahan yang digunakan untuk permukiman mengalami penambahan sebesar 278,33 ha atau 14,78%. Peningkatan ini diperkirakan akan terus berlanjut jika tidak ada kebijakan yang jelas terkait pengaturan permukiman, mengingat kebutuhan akan permukiman akan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di Kota Bitung.

Setelah memetakan penggunaan lahan di Kecamatan Madidir, analisis oleh Rachmah dkk (2018) dilanjutkan untuk menilai kesesuaian lahan permukiman di lokasi penelitian. Penilaian kesesuaian lahan ini menggunakan berbagai variabel, seperti peta kemiringan lereng, peta curah hujan, peta jenis tanah, peta rawan longsor, dan peta rawan banjir. Variabel-variabel tersebut kemudian dianalisis melalui metode overlay dan diberi skoring sesuai dengan ketentuan PERMEN PU No. 41/PRT/M/2007 (Rachmah, 2018). Selanjutnya Rachmah dkk (2018) menyajikan gambar peta-peta kemiringan lahan, intensitas curah hujan, Jenis tanah, Bencana Longsor, Bencana Banjir, seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. a). Peta Kemiringan Lengan Kecamatan Madidir Kota Bitung; b) Peta Curah Hujan Kecamatan Madidir Kota Bitung; c). Peta Jenis Tanah Kecamatan Madidir Kota Bitung; d) Peta Rawan Bencana Longsor Kecamatan Madidir Kota Bitung (Sumber : Rachmah dkk, 2018)

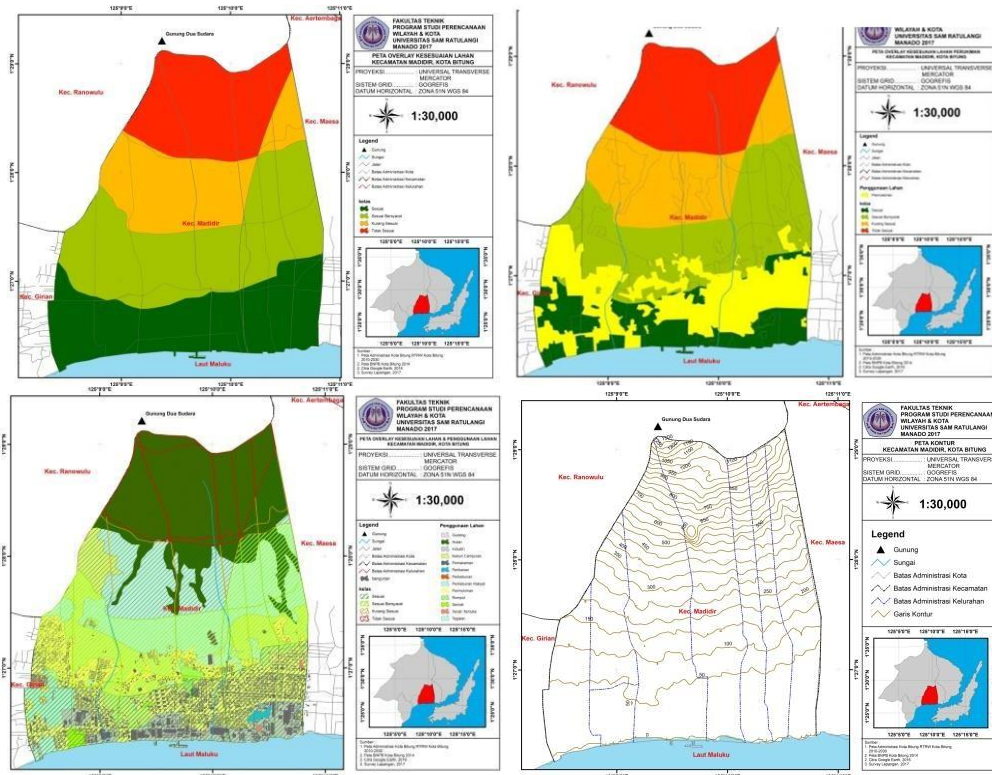
Selanjutnya, Rachmah dkk (2018) menyajikan hasil overlay kemiringan lahan, intensitas curah hujan, Jenis tanah, Bencana Longsor, Bencana Banjir. Penentuan klasifikasi lahan potensial untuk permukiman dihitung berdasarkan hasil skoring kesesuaian lahan. Skor total diperoleh dengan menjumlahkan nilai pada setiap kriteria, kemudian menentukan kelas interval yang diinginkan menggunakan metode Sturges (Rachmah dkk, 2018). Selanjutnya, lima parameter yang meliputi kemiringan lereng, intensitas curah hujan, jenis tanah, serta potensi bencana longsor dan banjir, oleh Rachmah dkk (2018) kemudian dianalisis melalui overlay atau tumpang susun menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) untuk mengidentifikasi kesesuaian lahan permukiman. Hasil skoring yang diperoleh merupakan penjumlahan dari masing-masing parameter yang selanjutnya diklasifikasikan.

Menurut Rachmah dkk, (2018) berdasar hasil analisis yang dilakukan, luas lahan yang termasuk dalam kategori sesuai adalah 509,86 ha (27,07%), kategori sesuai bersyarat mencapai 634,78 ha (33,70%), kategori kurang sesuai sebesar 363,92 ha (19,32%), dan kategori tidak sesuai seluas 375,08 ha (19,91%) dari total luas wilayah. Sementara itu, untuk kesesuaian lahan permukiman yang ada, hanya tergolong dalam dua kategori, yaitu lahan sesuai dan lahan sesuai bersyarat, yang ditandai dengan zonasi warna kuning. Lahan sesuai, yang ditandai dengan warna

hijau tua, mencakup 327,36 ha atau 80,13% dari total luas wilayah lahan sesuai. Sedangkan lahan sesuai bersyarat, yang ditandai dengan warna hijau muda, mencakup 262,94 ha atau 64,36% dari luas wilayah yang sesuai bersyarat.

Menurut Rachmah dkk (2018), berdasarkan data yang diperoleh, kategori kelas Sesuai meliputi penggunaan lahan untuk permukiman, gudang, industri, tanah terbuka, tegalan, kebun campuran, dan perikanan, yang ditandai dengan zonasi berwarna hijau tua. Kategori kelas Sesuai Bersyarat mencakup penggunaan lahan seperti perkebunan rakyat, kebun campuran, permukiman, pemakaman, gudang, semak, rumput, perkebunan, dan tanah terbuka, yang ditandai dengan zonasi berwarna hijau muda. Kategori kelas Kurang Sesuai mencakup penggunaan lahan untuk hutan, perkebunan rakyat, dan kebun campuran, yang ditandai dengan zonasi berwarna coklat. Sedangkan kategori kelas Tidak Sesuai hanya mencakup penggunaan lahan untuk hutan, yang ditandai dengan zonasi berwarna merah.

Selanjutnya, Rachmah dkk (2018) menjelaskan bahwa berdasarkan data yang diperoleh dari peta Topografi Kecamatan Madidir, garis kontur bervariasi antara 0 hingga 1300 meter. Peta Topografi dan Peta Kemiringan Lereng digabungkan untuk melihat potongan wilayah di Kecamatan Madidir. Hasil analisis menunjukkan bahwa daerah yang sudah terbangun terletak pada garis kontur sekitar ±0-175 meter, dengan kemiringan lereng datar (0-8%) dan kemiringan lereng landai (8-15%). Hasil overlay mengenai kesesuaian lahan permukiman di Kecamatan Madidir dapat dilihat pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. A) Kesesuaian lahan permukiman di kecamatan Madidir; b) Peta kesesuaian lahan kecamatan Madidir Kota Bitung (Sumber : Rachmah dkk, 2018)

Dua penelitian yang dilakukan oleh Wijaya dan Susetyo (2017) dan Rachmah dkk (2018) memiliki beberapa perbedaan, baik dari segi fokus penelitian, metode yang digunakan, dan lokus (lokasi) Penelitian. Namun, riset ini dua-duanya memanfaatkan Sistem informasi Geografis (SIG) sebagai alat penelitiannya, terutama untuk kegiatan pemetaan. Adapun perbedaan dan persamaan dua riset ini disajikan di tabel 1 :

Tabel 1. Karakter Penelitian Ali Wijaya & Cahyono Susetyo (2017)

Nama & tahun Publikasi	Ali Wijaya & Cahyono Susetyo (2017)	
Judul	Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan tahun 2003, 2009, dan 2026	
Permasalahan Penelitian	Seperti apa/bagaimana kecenderungan perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan.	
Tujuan Penelitian	untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan secara spasial dengan dimensi multi temporal menggunakan <i>Geographic Information System</i> .	
Variabel Penelitian	Sebelas (11) karakter penggunaan lahan	
Alat Penelitian	Peneliti dan software SIG	
Lokasi Penelitian	Kota Pekalongan	
Metode Pengumpulan Data	Survei, Observasi Lapangan, citra satelit, Dokumen-dokumen terkait	
Metode Analisis	Analisis Berbasis SIG (Overlay SIG), arcGIS, Citra Quickbird (digital globe).	
Hasil Penelitian	Kota pekalongan memiliki perubahan penggunaan lahan yang besar, Dalam kurun waktu tahun 2003-2016, penggunaan lahan di Kota Pekalongan yang paling banyak mengalami perubahan luasan adalah penggunaan lahan pertanian, rawa, dan permukiman. Lahan pertanian, selalu mengalami pengurangan luasan yang signifikan, dalam periode 2003 hingga 2016 berkurang sebesar 455,36 Ha. Sedangkan rawa mengalami perluasan yang sangat signifikan pada periode 2009 ke 2016 seluas 382.90 Ha..	

Tabel 2. Karakter Penelitian Rachmah Z,RengkungM.M, &Lahamendu, V (2018)

Nama & tahun Publikasi	Rachmah Z, Rengkung M.M, & Lahamendu, V (2018)	
Deskripsi	Judul	Kesesuaian Lahan Permukiman di Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara Kecamatan Madidir, Kota Bitung
	Permasalahan Penelitian	Seperti apa/bagaimana kondisieksistingpenggunaanlahanpermukimandankesesuaian lahan permukiman yang ada dikawasankakigunungDuasudarakecamatanMadidir.
	Tujuan Penelitian	Mengidentifikasikondisieksistingpenggunaanlahanpermukimandikawasa nkakigunungDuasudarakecamatanMadirdanmenganaliskesesuaian lahan permukiman yang ada dikawasankakigunungDuasudarakecamatanMadidir.
	Variabel Penelitian	12 karakter Penggunaan Lahan
	Alat Penelitian	Peneliti dan software SIG
	Lokasi Penelitian	Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara Kecamatan Madidir, Kota Bitung
	Metode Pengumpulan Data	Survei, Observasi Lapangan, citra satelit, Dokumen-dokumen terkait
	Metode Analisis	Analisis Berbasis SIG (Overlay SIG), arcGIS, Citra Quickbird (digital globe), Analisis Skoring di 12 karakter variabel penggunaan lahan
Hasil Penelitian	Perubahan penggunaan lahan di wilayah studi meningkat signifikan selama 15 tahun terakhir, didorong oleh kebutuhan permukiman. Lahan terbangun bertambah dari 477,02 ha (25,32%) pada 2006 menjadi 629,58 ha (33,42%) pada 2016. Analisis overlay menghasilkan empat kategori kesesuaian lahan: Sesuai (27,07%), Sesuai Bersyarat (33,70%), Kurang Sesuai (19,32%), dan Tidak Sesuai (19,91%). Dari lahan permukiman yang ada, 80,13% tergolong lahan sesuai dan 64,36% tergolong lahan sesuai bersyarat, menunjukkan prioritas pada area dengan kesesuaian yang tinggi.	

Dua tabel di atas menunjukkan bahwa persamaan riset tersebut terletak pada tiga aspek, yaitu alat penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisisnya. Tetapi di riset kedua oleh Rachmah dkk (2018) ada tambahan metode analisis, yaitu dalam bentuk analisis skoring di 12 karakter variabel penggunaan lahan. Adapun perbedaannya terletak pada perbedaan lokasi penelitian, variabel penelitiannya.

KESIMPULAN

Studi analisis perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan dan penelitian kesesuaian lahan permukiman di Kecamatan Madidir, Kota Bitung, keduanya memanfaatkan teknologi GIS (Geographic Information System) atau perangkat lunak SOG untuk analisis spasial. Pada Kota Pekalongan, penelitian difokuskan pada perubahan penggunaan lahan dari tahun 2003 hingga 2026, menggambarkan tren perluasan lahan terbangun dan pengurangan lahan tidak terbangun akibat urbanisasi. Di sisi lain, penelitian di Kecamatan Madidir berfokus pada penilaian kesesuaian lahan permukiman dengan mempertimbangkan faktor-faktor fisik dan risiko bencana. Perbedaan utama adalah fokus riset; Pekalongan mengamati perubahan temporal penggunaan lahan, sementara Bitung menganalisis kesesuaian lahan untuk pengembangan permukiman.

Untuk penelitian di masa depan, penggunaan GIS/SOG dapat ditingkatkan dengan mengintegrasikan data terbaru dan variabel lingkungan yang lebih spesifik, seperti indeks kerentanan banjir dan tanah longsor, sehingga analisis kesesuaian menjadi lebih akurat. Selain itu, penting untuk melakukan pembaruan data secara periodik agar dapat menilai perubahan kondisi lahan secara lebih dinamis.

Rekomendasi, Penguatan Database Spasial: Kembangkan basis data spasial terintegrasi yang mencakup perubahan penggunaan lahan dan analisis kesesuaian lahan di setiap periode. Pemanfaatan Teknologi GIS Lebih Lanjut: Gunakan algoritma prediksi yang dapat memproyeksikan pola perubahan penggunaan lahan di masa depan. Penerapan Kebijakan Berdasarkan Data: Pemda dapat menggunakan hasil analisis ini untuk merancang kebijakan tata ruang yang lebih adaptif, khususnya di wilayah rawan bencana atau daerah dengan keterbatasan kesesuaian lahan permukiman.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryanto, D., & Setiawan, T. (2023). Proyeksi Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan pada Tahun 2026 dengan Pendekatan Spasial. *Jurnal Penelitian Kota*, 14(2), 89-102.
- Kurniawan, I., & Dewi, T. (2020). Analisis Kesesuaian Lahan Permukiman Menggunakan GIS di Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara, Kota Bitung. *Jurnal Teknik Lingkungan dan Pengembangan Wilayah*, 11(2), 56-68.
- Lubis, R.P., (2024). Best Future Penyedia Air Bersih Berkelanjutan Sebagai Perencanaan Di Wilayah Perkotaan. *Buku : CV. Cattleya Darmaya Fortuna*
- Lubis, R.P., (2024). Model Tata Kelola Penyediaan Air Bersih Sebagai Perencanaan Fasilitas Perkotaan Yang Berkelanjutan Di Kota Medan
- Miller, J. & Wentz, E. (2003). "The Use of Geographic Information Systems for Urban Land Use Planning: A Retrospective Analysis". *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(2), 163–184. Penerbit: Pion Ltd., London.
- Prasetyo, M., & Wijaya, A. (2017). Kesesuaian Lahan Permukiman di Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara, Kecamatan Madidir, Kota Bitung. *Jurnal Lingkungan dan Tata Ruang*, 10(3), 112-125.
- Sari, R., & Ramadhan, Y. (2022). Aplikasi GIS untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Permukiman di Daerah Rawan Bencana di Kecamatan Madidir, Kota Bitung. *Jurnal Geografi dan Perencanaan Wilayah*, 15(4), 180-195.
- Santoso, B., & Nugraha, A. (2015). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan Tahun 2003 dan 2009 Menggunakan Teknologi SIG. *Jurnal Tata Ruang*, 12(1), 45-58.
- Suharto, P., & Yusuf, L. (2019). Integrasi SOG dalam Penentuan Perubahan Penggunaan Lahan di Pekalongan dan Kesesuaian Lahan Permukiman di Bitung. *Jurnal Geomatika*, 9(1), 33-48.
- Wicaksono, H., & Putri, E. (2024). Studi Banding Perubahan Penggunaan Lahan Kota Pekalongan dan Kesesuaian Lahan Permukiman di Bitung Menggunakan GIS. *Jurnal Teknologi Informasi Geospasial*, 12(3), 99-115.
- Wijaya, A., & Susetyo, C. (2017). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan Tahun 2003, 2009, dan 2016. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), C417-C420.

Zazilatur, R., Rengkung, M., & Lahamendu, V. (2018). Kesesuaian Lahan Permukiman Di Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara. Jurnal Spasial.