

ANALISIS KEKRITISAN DAERAH RESAPAN AIR DI KOTA MANADO

Bianca Yngwie Rawung¹, Octavianus Rogi², Pierre Gosal³

¹Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Unsrat, ^{2&3}Staf Pengajar Jurusan Arsitektur,
UnsratE-mail:inkarwng@gmail.com

ABSTRAK

Kota Manado ialah ibukota Provinsi Sulawesi Utara mempunyai laju pertumbuhan penduduk yang pesat sebagai akibatnya mengakibatkan meningkatnya kebutuhan masyarakat dan memicu perubahan penggunaan lahan dari yang belum terbangun menjadi terbangun. Hal ini mengakibatkan penurunan kualitas dan daya dukung lahan yg berdampak pada daerah resapan air menjadi tidak optimal. Lokasi pada analisis kekritisian daerah resapan air terletak di 10 Kecamatan bagian daratan Kota Manado. Tujuan penelitian ini merupakan untuk mengetahui kondisi eksisting penggunaan lahan di daerah resapan air Kota Manado, dan tingkat kekritisian wilayah resapan air pada Kota Manado. Analisis ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan spasial. Analisis spasial menggunakan metode skoring serta tumpang-susun (overlay) pada software sistem informasi geografis. Penelitian ini menghasilkan jenis penggunaan lahan eksisting pada wilayah resapan air berdasarkan RTRW serta non terbangun dan tingkat kekritisian resapan air dari RTRW yaitu bisa direkomendasikan buat dilepaskan statusnya sebagai daerah resapan air atau dapat direhabilitasi membentuk tiga kelas resapan yang sudah mengalami kekritisian sedangkan tingkat kekritisian resapan air dari lahan non terbangun yaitu bisa direkomendasikan untuk menggantikan kelas resapan yg telah kritis yang telah terdapat di RTRW menghasilkan dua kelas resapan yang masih optimal.

Kata Kunci: Penggunaan Lahan; Kekritisian Resapan Air; Kota Manado

ABSTRACT

Manado City is the capital of North Sulawesi Province has a rapid population growth rate that causes increasing community needs and triggers changes in land use from non-developed land to built-up land. This causes a decrease in the quality and carrying capacity of the land which has an impact on the water catchment area to be not optimal. The location in the critical analysis of water catchment areas is located in 10 sub-districts of the mainland part of Manado City. The purpose of this study is to determine the existing condition of land use in the water catchment area of Manado City, as well as the level of criticality of the water catchment area in Manado City. This analysis uses qualitative methods with a spatial approach. Spatial analysis uses scoring and overlay methods on geographic information system software. This study resulted in the type of existing land use in water catchment areas according to RTRW and non-developed in the dominance by plantations and the criticality level of water infiltration according to RTRW, which can be recommended to be released as a water catchment area or can be rehabilitated, resulting in three classes of water infiltration that have experienced criticality, while the criticality level of water infiltration according to non-developed land, which can be recommended to replace the infiltration class that already critical that already exists in RTRW produces two infiltration classes that are still optimal.

Keyword: Land Use; Water Infiltration Criticality; Manado City

PENDAHULUAN

Air adalah karunia Tuhan yang tidak ada yang mampu menggantikan. Kebutuhan manusia akan air begitu krusial atau bisa dikatakan bahwa air adalah kebutuhan pokok sebab air merupakan unsur terpenting bagi semua makhluk hidup. Hampir semua aktivitas sehari-hari sangat membutuhkan air. Kebutuhan akan air selalu meningkat terutama di perkotaan, bukan hanya karena meningkatnya jumlah penduduk yang membutuhkan air, tetapi juga karena intensitas kebutuhan air yang semakin semakin tinggi. Karena itu, sumber daya air wajib dikelola dengan baik.

Dengan bertambahnya jumlah penduduk, mengakibatkan peningkatan kebutuhan masyarakat serta mengakibatkan perubahan penggunaan lahan dari lahan belum terbangun menjadi lahan terbangun. salah satu dampak negatif dari perubahan lahan belum terbangun menjadi lahan terbangun di perkotaan yaitu membuat proses penyerapan air ke dalam tanah dimana proses peresapan air ke dalam tanah menjadi lambat atau bahkan tidak bisa meresap sama sekali. Di Kota Manado terdapat adanya indikasi kekritisian resapan air, dengan adanya banjir serta tanah longsor yg terjadi beberapa tahun terakhir. Kota Manado memiliki luas kurang lebih 16.240 ha. Secara administratif Kota Manado terbagi menjadi 11 kecamatan. Analisis kekritisian daerah resapan air di Kota Manado berdasarkan PERMEN LHK Nomor 10 Tahun 2022. Teknik analisis data akan menggunakan analisis spasial dengan proses overlay antara parameter penentuan kekritisian daerah resapan air. Parameter yang di gunakan dalam penentuan kekritisian daerah resapan air adalah infiltrasi hujan (curah hujan), jenis tanah, kemiringan lereng, potensi air tanah dan penggunaan lahan.

Perkembangan teknologi sistem informasi geografis saat ini telah memungkinkan penilaian pola distribusi spasial kekritisian daerah resapan air dalam lingkup yang luas. Maka dari itu mengingat pentingnya menjaga agar kondisi daerah resapan tetap optimal, maka juga perlu diketahui persebaran tingkat kekritisian daerah resapan dengan menganalisis kondisi infiltrasi alami dan infiltrasi aktual. Oleh karena itu berdasarkan pertimbangan diatas, maka dipandang perlu dilakukan penelitian tentang “Analisis Kekritisian Dearah Resapan Air di Kota Manado”.

TINJAUAN PUSTAKA

Daerah Resapan Air

Daerah resapan air yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu semua daerah resapan air yang telah ditetapkan di RTRW Kota Manado Tahun 2014 – 2034 maupun semua area lahan yang belum terbangun lainnya yang berpotensi untuk ditetapkan sebagai kawasan resapan air yang baru.

Infiltrasi Alami

Infiltrasi alami adalah kemampuan suatu lahan dalam meresapkan air dipengaruhi oleh nilai hujan infiltrasi (curah hujan), kemiringan lereng, jenis tanah dan potensi air tanah. Dimana semakin kecil nilai hujan infiltrasi, semakin curam kemiringan lereng, semakin kecil kemampuan tanah dalam meresapkan air dan semakin kecil potensi air tanah maka potensi peresapan air ke dalam tanah menjadi kecil, begitu juga sebaliknya.

Infiltrasi Aktual

Kondisi infiltrasi aktual merupakan kondisi resapan air yang dipengaruhi oleh penggunaan lahan. Semakin banyak vegetasi yang ada di suatu lahan, semakin besar nilai resapan aktual pada lahan tersebut. Penggunaan lahan akan sangat mempengaruhi sifat-sifat tanah yang berdampak pada kemampuan lahan untuk meresapkan air. Hal tersebut tentunya menjadi acuan pentingnya menilai penggunaan lahan dalam kajian resapan air.

Kekritisian Daerah Resapan

Kekritisn daerah resapan air adalah kondisi lahan di dalam dan di luar daerah hutan yang telah mengalami kerusakan sehingga berkurang atau bahkan berkurang fungsinya. Adanya kekritisn daerah resapan merupakan salah satu indikasi terjadinya lahan kritis.

METODOLOGI

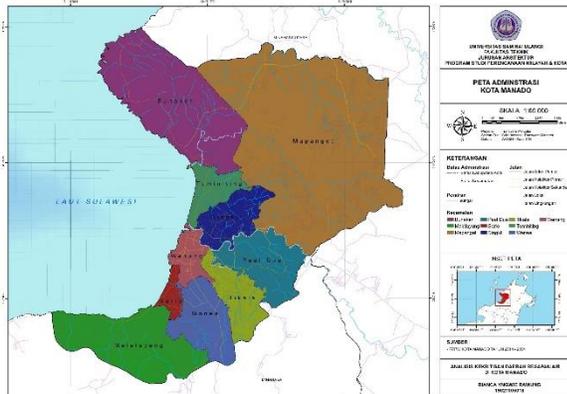
Penelitian ini memakai metode kualitatif dengan pendekatan spasial yang berbasis sistem informasi geospasial. Hal ini berdasarkan pada tujuan penelitian ini yaitu untuk melakukan analisis ruang yang merupakan objek dari penelitian ini dan mendistribusikan parameter yang ada dalam objek. Parameter tersebut antara lain kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, potensi air tanah serta penggunaan lahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Wilayah penelitian terletak di Kota Manado, penelitian ini akan dilakukan di 10 Kecamatan bagian Kota Manado daratan dari 11 kecamatan sebagai tempat penelitian dalam menganalisis kekritisn daerah resapan air. Wilayah penelitian memiliki luas 13.802.72 ha.

Gambar 1.Peta Adminstrasi Kota Mando



Sumber: PUPR Sulawesi Utara, 2023

Kondisi Eksisting Penggunaan Lahan di Daerah Resapan Air Kota Manado

Berikut merupakan uraiannya.

- Kondisi Eksisting Penggunaan Lahan Menurut Lahan Non Terbangun Kota Manado
Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting

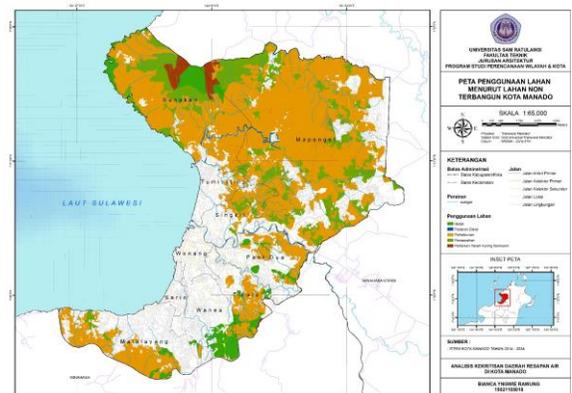
penggunaan lahan menurut lahan non terbangun Kota Manado di dominasi oleh jenis penggunaan lahan perkebunan dengan luas sebesar 6456.1 ha atau 74% dari luas keseluruhan Kota Manado.

Tabel 1. Luasan Kelas Pennggunaan Lahan di Lahan Non Terbangun Kota Manado

Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Presentase Luasan
Hutan	559.8	6%
Perkebunan	6456.1	74%
Pertanian Tanah Kering Semusim	170.92	2%
Perairan Darat	69.17	1%
Persawahan	1485.6	17%
Total	8741.6	100%

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan Menurut Lahan Non Terbangun Kota Manado



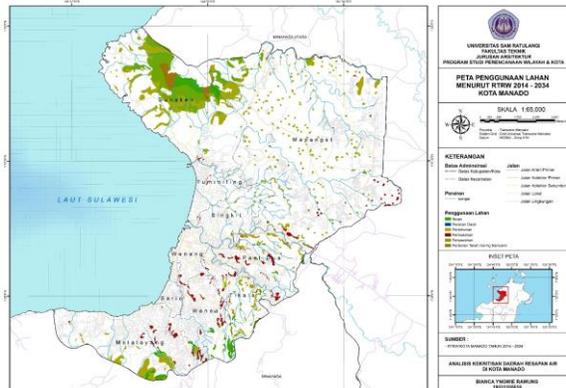
Sumber: Hasil Analisis, 2023

- Kondisi Eksisting Penggunaan Lahan Menurut RTRW Kota Manado
Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting penggunaan lahan menurut lahan non terbangun Kota Manado di dominasi oleh jenis penggunaan lahan perkebunan dengan luas sebesar 6456.1 ha atau 74% dari luas keseluruhan Kota Manado.

Tabel 2. Luasan Kelas Pennggunaan Lahan di Lahan Non Terbangun Kota Manado

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Menurut RTRW Kota Manado



Sumber: Hasil Analisis, 2023

Identifikasi Area – area Resapan

Area - area resapan air perlu diidentifikasi untuk menentukan kekritisan daerah resapan air, area resapan air terbagi menjadi dua bagian yaitu area dengan potensi infiltrasi alami dan area dengan kondisi infiltrasi aktual.

Infiltrasi Alami

Untuk mengetahui potensi infiltrasi alami di Kota Manado maka digunakan metode skoring yang didasarkan pada lampiran Permen LHK Nomor 10 Tahun 2022.

Keempat skor karakteristik fisik yang ada pada peta infiltrasi curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah dan potensi air tanah Kota Manado tersebut selanjutnya dijumlahkan sehingga menghasilkan skor total yang menunjukkan potensi infiltrasi alami Kota Manado. Proses penjumlahan keempat skor karakteristik fisik tersebut menggunakan analisis tumpangtumpukan peta atau *overlay* peta yang ada dalam aplikasi ArcGis. Peta infiltrasi curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah dan potensi air tanah di tumpangtumpukan atau di *overlay* sehingga menghasilkan suatu peta potensi infiltrasi alami Kota Manado.

Penggunaan Lahan	Luas	Presentase Luasan
Hutan	165.58	11%
Perkebunan	729.43	49%
Pertanian Tanah	74.8	5%
Kering Semusim		
Permukiman	140.98	10%
Persawahan	383.6	25%
Total	1498.65	100%

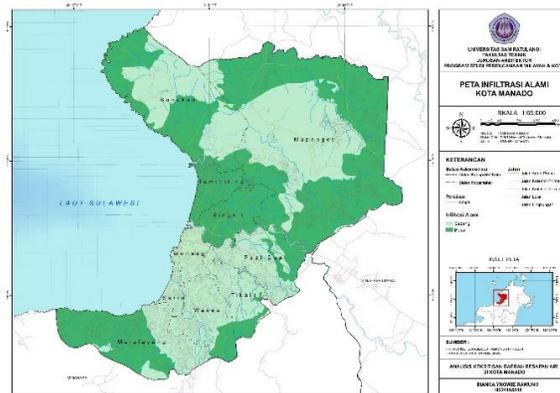
Tabel 3. Luasan Infiltrasi Alami

Jumlah Skor	Kelas Infiltrasi Alami	Notasi	Luas (Ha)	Presentase Luasan
14 – 17	Besar	b	7331.01	53%
10 – 13	Sedang	c	6444.93	47%
	Total		13775.94	100%

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Setelah diperoleh hasil potensi infiltrasi alami maka di infiltrasi alami di Kota Manado terbagi menjadi dua kelas, yaitu kelas besar dan sedang. Kelas infiltrasi alami besar diperoleh luas sebesar 7331.01 ha atau 53% dari total luas Kota Manado, sedangkan kelas infiltrasi alami sedang diperoleh luas sebesar 6444.93 ha atau 47% dari total luas Kota Manado.

Gambar 4. Peta Infiltrasi Alami Kota Manado



Sumber: Hasil Analisis, 2023

Infiltrasi Aktual

Kondisi infiltrasi aktual Kota Manado memiliki peran penting dalam kajian daerah resapan air. Kondisi infiltrasi aktual menunjukkan

kualitas resapan air pada saat ini dan merupakan ukuran pembanding bagi potensi infiltrasi alami. Lahan yang dimanfaatkan berdasarkan pada karakteristik dan potensinya akan sangat mempengaruhi kondisi resapan menjadi baik. Maka dapat diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi kondisi daerah resapan air aktual adalah penggunaan lahan.

• **Penggunaan Lahan**

Tabel 4. Data Penggunaan Lahan dalam Penentuan Kondisi Infiltrasi Aktual Kota Manado

Penggunaan Lahan	Deskripsi	Notasi	Luas (Ha)	Presentase Luasan
Hutan	Besar	A	565.04	4%
Perkebunan	Agak Besar	B	6626.87	48%
Pertanian Tanah Kering	Agak Kecil	D	170.92	1%
Semusim Perairan Darat	Kecil	E	92.5	1%
Permukiman	Kecil	E	4820.02	35%
Persawahan	Kecil	E	1522.23	11%
Total			13796.8	100%

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Setiap penggunaan lahan akan memiliki pengaruh yang berbeda - beda terhadap karakteristik fisik alami suatu lahan. Analisis dan penentuan kondisi infiltrasi aktual dianalisis dengan mencocokkan penggunaan lahan aktual dengan parameter yang terdapat pada lampiran Permen LHK Nomor 10 Tahun 2022. Nilai yang ada pada peta penutupan lahan dikonversikan menjadi nilai kondisi infiltrasi aktual sehingga menghasilkan suatu area nilai infiltrasi aktual Kota Manado.

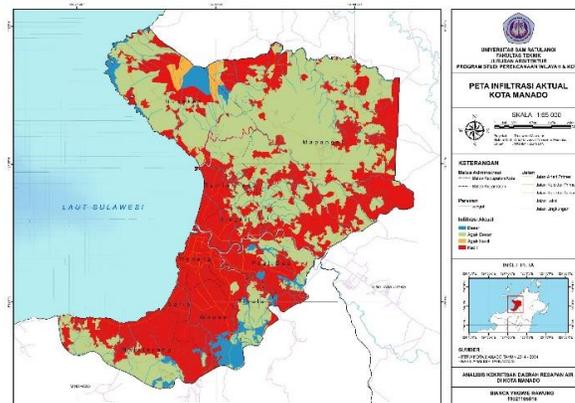
Tabel 5. Data Penggunaan Lahan dalam Penentuan Kondisi Infiltrasi Aktual Kondisi Infiltrasi Aktual Kota Manado

No	Deskripsi	Simbol	Luasan	Presentase Luasan
1	Besar	A	565.05	4%
2	Agak Besar	B	6626.1	48%
3	Agak Kecil	D	170.92	1%
4	Kecil	E	6434.8	47%
Total			13796.8	100%

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan tabel diatas kondisi infiltrasi aktual besar memiliki luas sebesar 565.05 ha atau 4% dari total luas Kota Manado, kondisi infiltrasi aktual agak besar memiliki luas sebesar 6626.1 ha atau 48% dari total luas Kota Manado, kondisi infiltrasi agak kecil memiliki luas sebesar 170.92 ha atau 1% dari total luas Kota Manado dan kondisi infiltrasi aktual kecil memiliki luas sebesar 6448.8 ha atau 47% dari total luas Kota Manado. Berikut merupakan distribusi infiltrasi aktual Kota Manado.

Gambar 5. Peta Infiltrasi Aktual Kota Manado



Sumber: Hasil Analisis, 2023

Analisis Kekritisan Daerah Resapan Air

Menurut Permen LHK Tahun 2022 kondisi daerah resapan dapat dikelaskan yaitu dengan membandingkan antara nilai infiltrasi potensial dengan nilai infiltrasi aktual. Simbol kelas infiltrasi alami diwakilkan dengan huruf a,b,c,d,e dan simbol kelas infiltrasi aktual diwakilkan dengan huruf A,B,C,D,E. Proses penggabungan tersebut dilakukan dengan mengolah dalam aplikasi ArcGis kemudian dianalisis menggunakan *intersect tool*. Peta infiltrasi alami ditumpang susunkan dengan peta infiltrasi aktual sehingga menghasilkan peta kekritisn daerah resapan air. Berikut merupakan hasil analisis kekritisn daerah resapan air di Kota Manado yang terbagi menjadi dua bagian yaitu

menurut RTRW untuk dilihat lahan yang sudah menunjukkan kekritisitas resapan air sehingga dapat direkomendasikan untuk dilepaskan dari RTRW atau dapat di rehabilitasi dan menurut lahan non terbangun untuk dilihat lahan yang belum menunjukkan kekritisitas resapan air sehingga dapat direkomendasikan untuk dijadikan daerah resapan air yang baru untuk menggantikan sebagian lahan di RTRW yang sudah mengalami kekritisitas.

- Analisis Kekritisitas Resapan Air Menurut Lahan Non Terbangun

Berikut merupakan tabel untuk kekritisitas daerah resapan air pada daerah yang belum terbangun atau non terbangun.

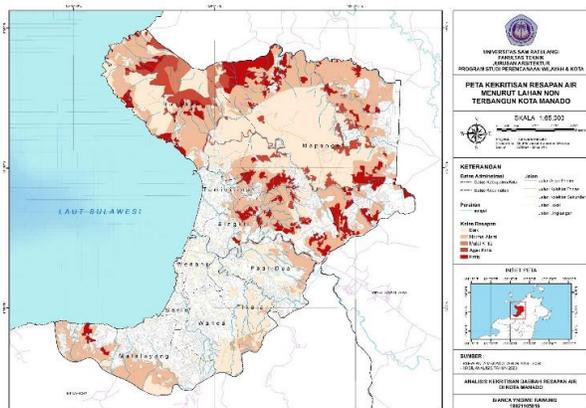
Tabel 6. Luasan Kekritisitas Resapan Air Pada Daerah Non Terbangun di Kota Manado

Kelas Kekritisitas Resapan	Simbol	Luas (Ha)	Presentase Luasan
Baik	bA, cB, cA,	3424.5	39%
Normal Alami	bB	3581.31	41%
Mulai Kritis	cD	167.22	2%
Agak Kritis	bD, cE	532.7	6%
Kritis	bE	1020.56	12%
Total		8726.29	100%

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil analisis maka kekritisitas resapan air menurut lahan non terbangun menghasilkan lima kondisi kekritisitas, yaitu kekritisitas resapan baik dengan luas 3.424.5 ha, normal alami dengan luas 3.581.31 ha, mulai kritis dengan luas 167.22 ha, agak kritis dengan luas 532.7 ha dan kritis dengan luas 1.020.56 ha. Berikut merupakan distribusi kekritisitas daerah resapan air menurut lahan non terbangun.

Gambar 6. Peta Kekritisitas Daerah Resapan Air Menurut Lahan Non Terbangun Kota Manado



Sumber: Hasil Analisis, 2023

- Analisis Kekritisitas Resapan Air Menurut RTRW Kota Manado

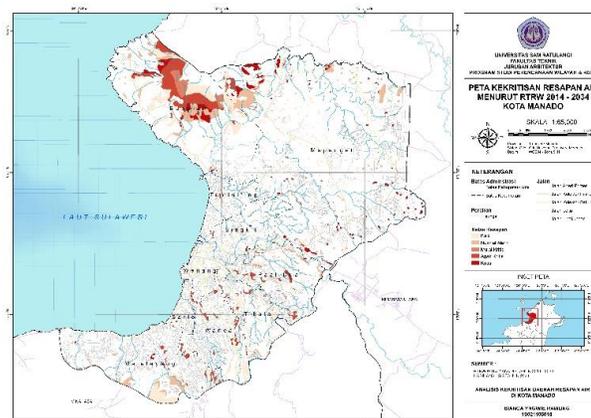
Dalam Peraturan Daerah Kota Manado Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Manado Tahun 2014 – 2034 telah ditetapkan untuk daerah resapan air. Daerah resapan air yang sesuai dengan Peraturan Daerah Kota Manado Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Manado Tahun 2014 – 2034 yang tersebar di seluruh kecamatan di Kota Manado yang memiliki luasan sebesar 1486.65 ha atau 11% dari luas keseluruhan Kota Manado. Berikut merupakan tabel untuk kekritisitas daerah resapan air menurut Peraturan Daerah Kota Manado Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Manado Tahun 2014 – 2034.

Tabel 7. Luasan Kekritisitas Resapan Air Menurut RTRW Kota Manado

Kelas Kekritisitas Resapan	Simbol	Luas (Ha)	Presentase Luasan
Baik	bA, cA, cB	522.83	35%
Normal Alami	bB	369.19	25%
Mulai Kritis	cD	71.78	5%
Agak Kritis	bD, cE	348.08	23%
Kritis	bE,	174.76	12%
Total		1486.65	100%

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Gambar 7. Peta Kekritisitas Daerah Resapan Air Menurut RTRW Kota Manado



Sumber: Hasil Analisis, 2023

KESIMPULAN

Berikut merupakan kesimpulan dari penelitian ini.

- a. Sesuai analisis diketahui kondisi eksisting penggunaan lahan di kawasan resapan air di Kota Manado sebagai berikut.
 - Maka terdapat lima jenis penggunaan lahan di lahan non terbangun yaitu hutan, perkebunan, pertanian tanah kering semusim, perairan darat dan persawahan. Jenis penggunaan lahan di daerah non terbangun didominasi oleh perkebunan dengan luas sebesar 6456.1 ha.
 - Maka terdapat enam jenis penggunaan lahan di kawasan resapan air menurut RTRW Kota Manado tahun 2014 - 2034, yaitu hutan, perkebunan, pertanian tanah kering semusim, perairan darat, permukiman dan persawahan. Jenis penggunaan lahan di daerah resapan air menurut RTRW Kota Manado didominasi oleh perkebunan dengan luas sebesar 729.43 ha.
- b. Sesuai analisis diketahui bahwa tingkat kekritisan zona resapan air di Kota Manado berdasarkan kondisi eksisting penggunaan lahan
 - Maka kekritisan daerah resapan air di Kota Manado menurut RTRW maka terdapat lima kelas resapan yaitu, kelas resapan baik, kelas resapan normal alami, kelas resapan mulai kritis, kelas resapan agak kritis dan kelas resapan kritis. Terdapat tiga kelas resapan yang sudah mengalami kekritisan resapan air, kelas resapan tersebut adalah kelas resapan mulai kritis, kelas resapan agak kritis dan kelas resapan kritis. Terdapat dua kecamatan yang mengalami kekritisan resapan terbesar yaitu kecamatan bunaken dan kecamatan mapanget. Di kecamatan Bunaken parameter yang paling berpengaruh sehingga menyebabkan kekritisan resapan air adalah parameter kemiringan lereng dimana

kemiringan lereng di daerah tersebut curam dan di kecamatan Mapanget parameter yang paling berpengaruh sehingga menyebabkan kekritisan resapan air adalah sebagian disebabkan oleh parameter kemiringan lereng yang curam dan sebagian disebabkan oleh parameter penggunaan lahan dimana telah didominasi oleh jenis penggunaan lahan pemukiman.

- Maka kekritisan daerah resapan air di Kota Manado menurut lahan non terbangun maka terdapat lima kelas resapan yaitu, kelas resapan baik, kelas resapan normal alami, kelas resapan mulai kritis, kelas resapan agak kritis dan kelas resapan kritis. Terdapat dua kelas resapan yang berpotensi untuk dijadikan daerah resapan air yang baru untuk menggantikan sebagian kelas resapan yang sudah mengalami kekritisan dalam RTRW yaitu kelas resapan baik dan normal alami. Terdapat dua kecamatan yang memiliki resapan air yang masih optimal dengan luasan terbesar yaitu kecamatan Mapanget yang memiliki luas 3560.46 ha dan kecamatan Bunaken yang memiliki luas 1727.1 ha.

SARAN

Lahan yang sudah mengalami kekritisan resapan air yang disebabkan oleh kemiringan lereng, infiltrasi curah hujan, jenis tanah dan potensi air tanah dapat diupayakan perluasan penghijauan atau reboisasi dimana jenis tanaman yang dipilih untuk rehabilitasi kekritisan resapan air dapat mempertimbangkan hal – hal seperti tanaman yang memiliki akar yang dalam dan kuat. Sedangkan lahan yang sudah mengalami kekritisan resapan air yang disebabkan oleh penggunaan lahan dengan kelompok pemukiman sebaiknya dialihkan ke kawasan budidaya dan dapat digantikan oleh sebagian kelas resapan yang masih optimal yang terdapat pada lahan non terbangun di kecamatan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Tiara Chika Maulida, Hilwati Hindersah. 2016, "*Kajian Penyediaan Kawasan Resapan Air Sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Air Secara Berkelanjutan di Kota Bandung*", Prosiding Perencanaan Wilayah Dan Kota, Volume 2, No 2, (ISSN: 2460-6480)
- Rahardhiansyah, Dyah Rahmawati, Margaretha Widyastuti. 2021, "*Kajian Pengaruh Kondisi Daerah Resapan Air Pada Pola pemanfaatan Ruang Di Sub Das Jlantah-Walikuln Pada Wilayah Dasbengawan Solo Hulu*", Jurnal Pendidikan Tambusai, Volume 5 Nomor 3
- Rizki Azah Mahbubah. 2020, "*Pemetaan Potensi Daerah Resapan Air Tanah Di Kabupaten Blora Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis*", Skripsi, Universitas Negeri Semarang
- Uca,Sukri Nyompa, Novita Citra Rahayu. 2021, "*Pemetaan Tingkat Kekritisian Untuk Daerah Resapan (Wilayah Studi Kasus Kota Parepare)*", Jurnal Environmental Science, Volume 4 Nomor 1
- Ernawati, Sunaryo, Dedy Kurnia, Mabru, Adkha Yulianandha. 2018, "*Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Potensi Daerah Resapan Air Di Kabupaten Pati Jawa Tengah*", Skripsi Thesis, ITN Malang
- Andreas Ratag1, Jefrey I. Kindangen, & Ingerid L. Moniaga. 2018, "*Pemetaan Zona Resapan Air Tahura H. V. Worang Gunung Tumpa Sebagai Input Perencanaan Desain Tapak Kawasan Berbasis Sistem Informasi Geospasial*", Jurnal Spasial Vol 5. No. 2 (ISSN 2442 3262)
- Nurlely Lampita Pandiangan, I Wayan Diara,Tati Budi Kusmiyarti. 2021, "*Analisis Kondisi daerah resapan air kecamatan sukasada kabupaten buleleng menggunakan sistem informasi geograxis*", Jurnal Agroekoteknologi Tropika Vol. 10, No 3 (ISSN: 2301-6515)
- Peraturan Pemerintah. 2022, "*Penyusunan Rencana Umum Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai Dan Rencana Tahunan Rehabilitasi Hutan Dan Lahan*", Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. Jakarta
- Peraturan Pemerintah. 2014, "*Peraturan Daerah Kota Manado Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Manado Tahun 2014 – 2034*". Kota Manado
- Peraturan Pemerintah. 2021, "*Penyelenggaraan Penataan Ruang*", Indonesia, Pemerintah Pusat