

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAYA DUKUNG DAN DAYA TAMPUNG LINGKUNGAN  
INDEKS JASA EKOSISTEM PENYEDIA AIR DI KABUPATEN  
POLEWALI MANDAR**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**SRI WAHYUNI**

**H221 16 017**



**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**ANALISIS DAYA DUKUNG DAN DAYA TAMPUNG LINGKUNGAN  
INDEKS JASA EKOSISTEM PENYEDIA AIR DI KABUPATEN  
POLEWALI MANDAR**

Skripsi ini untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat memperoleh gelar  
sarjana pada Program Studi Geofisika



**DEPARTEMEN GEOFISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS DAYA DUKUNG DAN DAYA TAMPUNG LINGKUNGAN  
INDEKS JASA EKOSISTEM PENYEDIA AIR DI KABUPATEN  
POLEWALI MANDAR**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**SRI WAHYUNI**

**H221 16 017**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan

Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 5 Oktober 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pertama,

  
**Dr. Samsu Arif, M.Si**  
**NIP. 196305181991031001**

  
**Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng**  
**NIP. 19670929199303100**

Ketua Program Studi,

  
  
**Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng**  
**NIP. 19670929199303100**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sri Wahyuni

Nim : H221 16 017

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Judul Skripsi : “Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Indeks Jasa Ekosistem Penyedia Air di Kabupaten Polewali Mandar”

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Hasanuddin maupun perguruan tinggi lain. Skripsi ini murni dari gagasan dan penelitian saya serta arahan dari Tim Pembimbing dan masukan dari Tim Penguji. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 5 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan,

  
Sri Wahyuni

## **Abstrak**

Badan Pusat Statistik Kabupaten Polewali Mandar, melaporkan bahwa jumlah hari hujan di Kabupaten Polewali Mandar semakin berkurang setiap tahunnya sedangkan perkembangan penduduk yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan air baku juga kian meningkat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Ketersediaan Air di Kabupaten Polewali Mandar serta mengetahui daya dukung dan daya tampung lingkungan dengan pendekatan jasa ekosistem dalam sektor penyediaan air. Metode yang digunakan adalah perhitungan daya dukung dan daya tampung lingkungan dengan pendekatan ketersediaan (*stock*) dan pendekatan keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan (*supply-demand*). Dari hasil analisis didapatkan ketersediaan air di Kabupaten Polewali Mandar tergolong rendah dimana hanya 3 kecamatan yang masuk dalam indeks jasa ekosistem kategori sedang yakni kecamatan Polewali, Matakali, dan Wonomulyo. Kapasitas air yang didapatkan 90,52% atau 187.778,91 hektar daerah di Kabupaten Polewali Mandar mengalami surplus, sementara 9,48% atau 19.664,96 hektar lainnya mengalami defisit.

Kata Kunci : Daya dukung, daya tampung, ketersediaan air, kebutuhan air.

## **Abstract**

*BPS Polewali Mandar Regency reported that number of rainy days in Polewali Mandar regency is decreasing every year while the increasing development of sitting causes the need for raw water to also increase. This research used to know water availability in Polewali Mandar Regency and know carrying capacity and capacity of the environment with an approach to ecosystem services in the water supply sector. The method used is the calculation of the carrying capacity and capacity of the environment with the approach of availability (stock) and the approach of balance between availability and demand (supply-demand). From the results of the analysis obtained water availability in Polewali Mandar district is relatively low where only 3 sub-districts are included in the index of ecosystem services of the moderate category, namely Polewali, Matakali, and Wonomulyo subdistricts. The water capacity obtained by 90,52% or 187.778,91 hectares of area in Polewali Mandar Regency is surplus, while 9,48% or 19.664,96 hectares are in deficit.*

*Keyword : Carrying capacity, water availability, water necessity*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Atas berkah rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Spasial Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Indeks Jasa Ekosistem Penyedia Air di Kabupaten Polewali Mandar”.

Tulisan ini merupakan salah satu syarat kelulusan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tulisan ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, baik secara moral maupun materil, kepada penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua. Ayah **Abd. Rahim Yusuf (Alm.)** dan Ibu **Nurhawiah** yang merupakan motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan studi.
2. Bapak **Dr. Samsu Arif, M.Si** dan bapak **Dr. Muhammad Alimuddin Hamzah, M. Eng** selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, serta memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak **Dr. Sakka, M.Si** dan Bapak **Dr. Erfan, M.Si** selaku penguji yang telah memberikan masukan, saran, dan kritik yang membuat penulis sadar akan kesalahan-kesalahan dalam penyusunan skripsi ini.

4. Bapak/Ibu **Dosen dan Staff Departemen Geofisika**, yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
5. Kakak-kakak tersayang, **Abdul Rahman, Namirah, Anshar, dan Sri Intan** yang sudah memberikan dukungan moral dan materil.
6. Sahabat-sahabat yang telah mengikhhlaskan laptopnya untuk digunakan oleh penulis, terimakasih untuk **Nurwapika, S.Pd, Sinar Indriani, S.Si dan Muh. Feby Putra, A.Md. Stat.**
7. Wanita-wanita yang sampai sekarang masih menjadi orang terdekat dikampus (**Sinar, Wiwi, Fara, Hira, Golla, Mute, Lili, Winda, Widy, Ekki**).
8. Fisika dan Geofisika 2016 (16NEOUS), **Agung, Adit, Aso, Ayyub, Aus, Alam, Abdi, Ari, Arya, Arief, Indra, Iksan, Oland, Ulla, Sabran, Syarwan, Mufli, Fazrul, Ervin, Rexy, William, Sinar, Wiwi, Fara, Hira, Golla, Mute, Lili, Winda, Widy, Ekki, Mira, Mappi, Wasti, Dewi, Sadilah, Irma, Ani, Riana, Hae, Ninda, Cica, Debby, Nurita, Devy, Lia, Kasma, Dian, Athaya**, terimakasih untuk sekian waktu bersama.
9. **Keluarga Besar Mahasiswa Fakultas MIPA UNHAS**. Terkhusus untuk **2016**, tetaplah **Seperti Seharusnya**.
10. Kanda Pengurus Maperwa (**MIPA 2012**), Kanda Pengurus BEM (**MIPA 2013**), Kanda Pengurus Himafi (**HIMAFI 2014**), dan Kakak-kakak **F15IKA**, yang telah memberi banyak bantuan dalam menghadapi dunia kampus.

11. Adik-adik 2017, 2018, 2019, dan 2020 Himafi dan HMGF FMIPA Unhas.
12. **Era, Putik, Reza, Katon, Dwiki, dan Fadhil** serta teman-teman lain yang menemani selama KKN di Desa Ujung Baji Kabupaten Takalar.
13. Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, dan Jeon Jungkook yang sangat memotivasi melalui karyanya. Borahe♥
14. Untuk diri sendiri, you're doing great

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak terlepas dari segala kekurangan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Semoga kelak tulisan ini bisa bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Wassalam.

Makassar, 13 Juni 2021

Sri Wahyuni

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Ruang lingkup .....	2
I.3 Rumusan Masalah.....	2
I.4 Tujuan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>3</b>
II.1 Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup .....	3
II.1.1 Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungsn Hidup berbasis jasa ekosistem.....	5
II.1.2 Ekoregion dan Penutupan lahan sebagai dasar perhitungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup berbasis jasa ekosistem .....	7
II.1.3 Perhitungan kinerja jasa lingkungan hidup .....	8
II.1.4 Penghitungan Daya Dukung dan Daya Tampung dengan pendekatan keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan ( <i>supply-demand</i> ).....	10
II. 2 Sistem Informasi Geografis .....	15
II. 2. 1 Data Spasial dalam Sistem Informasi Geografis .....	15
II. 2. 2 Analisa Spasial dala Sistem Informasi Geografis.....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
III. 1 Lokasi Penelitian.....	19

III. 2 Alat dan Bahan.....	19
III. 2. 1. Alat .....	19
III. 2. 2. Bahan .....	20
III.3 Prosedur Penelitian.....	20
III. 4 Pengolahan Data .....	20
III.4.1 Perhitungan kinerja jasa lingkungan hidup atau perhitungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dengan pendekatan ketersediaan ( <i>stock</i> ).....	20
III.4.2 Penghitungan Daya Dukung dan Daya Tampung dengan pendekatan keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan ( <i>supply-demand</i> ).....	21
III. 4 Bagan Alir.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>24</b>
IV. 1 Letak Geografis dan Wilayah Administrasi .....	24
IV. 2 Ekoregion .....	25
IV. 3 Tutupan Lahan.....	26
IV. 4 Vegetasi Alami .....	30
IV. 5 Indeks Jasa Ekosistem Penyedia Air.....	34
IV. 6 Daya Dukung dan Daya Tampung dengan pendekatan keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan ( <i>supply-demand</i> ).....	37
IV. 6. 1 Kebutuhan Air.....	37
IV. 6. 2 Ketersediaan Air.....	39
IV. 6. 3 Kapasitas Air.....	42
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>45</b>
V.1 Kesimpulan .....	45
V.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	47
LAMPIRAN .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas Indeks Kinerja Jasa Lingkungan .....	9
Tabel 2.2 Total Kebutuhan Air.....	11
Tabel 2.3 Kebutuhan Air untuk menghasilkan satu-satuan produk.....	11
Tabel 2.4 Bobot Jalan dan Tutupan Lahan.....	13
Tabel 2.5 Nilai koefisien Limpasan (C).....	14
Tabel 4.1 Luas Kecamatan di Polewali Mandar.....	24
Tabel 4.2 Wilayah Ekoregion Kabupaten Polewali Mandar.....	25
Tabel 4.3 Wilayah tutupan lahan di Kabupaten Polewali Mandar .....	28
Tabel 4.4 Wilayah Vegetasi Alami di Kabupaten Polewali Mandar .....	32
Tabel 4.5 Wilayah dengan tiap Indeks Jasa Ekosistem Penyedia Air .....	36
Tabel 4.6 Jumlah Penduduk dan Kebutuhan air di Kabupaten Polewali.....	38
Tabel 4.7 Perhitungan Koefisien Limpasan Kabupaten Polewali Mandar .....	40
Tabel 4.8 Perhitungan ketersediaan air di Kabupaten Polewali Mandar .....	41
Tabel 4. 9 Kapasitas air tiap kecamatan di Kabupaten Polewali Mandar .....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Data Vektor .....	16
Gambar 2.2 Data Raster .....	17
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	19
Gambar 4.1 Peta Ekoregion di Kabupaten Polewali Mandar.....	26
Gambar 4.2 Peta Tutupan Lahan Kabupaten Polewali Mandar .....	27
Gambar 4.3 Peta Vegetasi Alami Kabupaten Polewali Mandar.....	30
Gambar 4.4 Peta Jasa Ekosistem Penyedia Air Kabupaten Polewali Mandar .....	34
Gambar 4.5 Peta Jumlah Penduduk Kabupaten Polewali Mandar .....	37
Gambar 4.6 Kebutuhan di Kabupaten Polewali Mandar .....	39
Gambar 4.7 Curah Hujan di Kabupaten Polewali Mandar .....	41
Gambar 4.8 Ketersediaan Air di Kabupaten Polewali Mandar .....	42
Gambar 4.9 Kapasitas Air Kabupaten Polewali Mandar .....	43

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Skor dan Bobot Vegetasi

Lampiran 2 : Skor dan Boot Ekoregion dan Tutupan Lahan

Lampiran 3 : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 17 Tahun 2009

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I. 1 Latar Belakang**

Polewali Mandar termasuk dalam kabupaten dari Provinsi termuda kedua di Indonesia yang namanya baru resmi digunakan pada Januari 2006, setelah sebelumnya bernama Kabupaten Polewali Mamasa. Kabupaten Polewali Mandar terletak ± 195 km sebelah Selatan kota Mamuju, ibukota Provinsi Sulawesi Barat, dan ± 250 km sebelah Utara Kota Makassar, ibukota Provinsi Sulawesi Selatan. Hingga saat ini, Kabupaten Polewali Mandar masih melakukan pengembangan wilayah guna meningkatkan pendidikan, ekonomi, kehidupan sosial dan budaya, serta kesejahteraan masyarakat.

Jumlah penduduk yang membutuhkan lahan di wilayah yang masih dalam tahap perkembangan tentu akan terus menerus bertambah, sementara jenis penggunaan lahan yang beragam dapat mengakibatkan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan rencana yang ditetapkan pemerintah. Pengelolaan lahan yang kurang sesuai akan berimbas pada terganggunya sistem irigasi, sumber daya air, bahkan terjadinya pencemaran. Menurut Yuono dkk (2019), kondisi ini dapat mengarah pada masalah kelangkaan air serta mengancam ketahanan pangan Nasional. Di tahun 2025, 1,8 miliar orang diperkirakan akan mengalami kelangkaan air, sementara dua pertiga dari populasi akan mengalami kurangnya ketersediaan air. Badan Pusat Statistik Kabupaten Polewali Mandar sendiri, melaporkan bahwa jumlah hari hujan di Kabupaten ini semakin berkurang setiap tahunnya sedangkan perkembangan penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun menyebabkan

kebutuhan air baku kian meningkat pula. Untuk itu diperlukan suatu prediksi yang dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi ketersediaan air pada wilayah kabupaten Polewali Mandar yang disajikan dalam bentuk skripsi yang berjudul

**“ANALISIS SPASIAL DAYA DUKUNG DAN DAYA TAMPUNG LINGKUNGAN HIDUP INDEKS JASA EKOSISTEM PENYEDIA AIR DI KABUPATEN POLEWALI MANDAR”**

## **I. 2 Ruang Lingkup**

Penelitian ini dibatasi pada pembuatan peta serta perhitungan daya dukung dan daya tampung lingkungan indeks jasa ekosistem penyedia air di Kabupaten Polewali Mandar.

## **I. 3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian yang telah diberikan sebelumnya, adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana ketersediaan Air di Kabupaten Polewali Mandar?
2. Bagaimana status daya dukung dan daya tampung lingkungan indeks jasa ekosistem penyedia air di Kabupaten Polewali Mandar?

## **I. 4 Tujuan**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menghitung Ketersediaan Air di Kabupaten Polewali Mandar.
2. Menghitung daya dukung dan daya tampung lingkungan dengan pendekatan jasa ekosistem dalam sektor penyediaan air.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II. 1 Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup**

Dalam pedoman penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup Deputi Bidang Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2014, daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup merupakan kemampuan lingkungan hidup untuk dapat mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain dan keseimbangan antara keduanya. Konsep daya dukung secara umum dapat dilihat dari dua sisi yaitu dari sisi ketersediaan dengan melihat karakteristik wilayah, dan potensi sumber daya alam yang ada di suatu wilayah serta dari sisi kebutuhan, yaitu dengan melihat kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya dan arahan kebijakan prioritas suatu wilayah. Manfaat dari dikembangkannya konsep daya dukung dan daya tampung lingkungan antara lain sebagai masukan dari proses perencanaan sekaligus dapat digunakan sebagai indikator kinerja kunci dalam perencanaan pembangunan. Konsep daya dukung ini juga dapat digunakan sebagai indikator bersama untuk mengevaluasi keberlanjutan atau ketidakberlanjutan dari suatu kegiatan pembangunan (Narulita dan M. Djuwansah, 2018).

Terdapat banyak konsep dan metode pengukuran daya dukung dan daya tampung lingkungan yang digunakan di dunia. Namun demikian, semua konsep dan metode tersebut memiliki kesamaan yaitu bahwa status daya dukung akan selalu membandingkan antara aspek ketersediaan (*supply*) dan kebutuhan (*demand*). Status daya dukung dikatakan terlampaui jika aspek kebutuhan (*demand*) melebihi aspek ketersediaan (*supply*) demikian juga sebaliknya. Hal ini juga dinyatakan oleh

Hart (2006), yang menyatakan bahwa dalam konteks ekologi, daya dukung lingkungan suatu ekosistem adalah ukuran/ jumlah populasi atau komunitas yang dapat didukung oleh ketersediaan sumber daya dan jasa pada ekosistem tersebut. Kehidupan dalam batas daya dukung adalah apabila (Arif, 2019):

$$\text{Jumlah SDA atau Jasa yang tersedia} \geq (\text{jumlah populasi} \times \text{jumlah konsumsi SDA/jiwa})$$

Konsep daya dukung (*carrying capacity*) berasal dari ilmu ekologi yang kemudian diaplikasikan pada lingkungan hidup manusia. Dari sekian banyak parameter lingkungan, air merupakan salah satu sumber daya yang vital yang bisa pula berperan sebagai faktor pembatas bagi kehidupan dan proses produksi. Meski keberadaan air di suatu wilayah selalu berfluktuasi dari waktu ke waktu, untuk siklus waktu yang lebih panjang (tahunan) jumlahnya dapat dianggap tetap. Daya dukung sumber daya air kemudian sering dipakai sebagai dasar pengelolaan wilayah, terutama untuk wilayah berpenduduk padat atau dengan sumber daya air terbatas, seperti misalnya di RRC (Mei drr., 2010; Tian drr. 2013). Di Indonesia perencanaan pengelolaan wilayah yang didasarkan pada daya dukung lingkungan diamanatkan pada UU No. 27 tahun 2007 tentang penataan ruang, yang dilengkapi dengan Peraturan Pemerintah No. 15 tahun 2010, yang mengarahkan pada pemanfaatan lahan sesuai kemampuan dengan pedoman pelaksanaan dan Peraturan Pemerintah No. 21 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang oleh Kementerian Lingkungan Hidup (Narulita dan M. Djuwansah, 2018).

Selanjutnya, konsep tersebut juga dapat berfungsi sebagai instrument untuk menentukan kuota pemanfaatan sumber daya alam termasuk pemanfaatan ruang,

dan dapat digunakan sebagai alat kendali pemanfaatan sumber daya alam termasuk pemanfaatan ruang untuk pembangunan daerah (Deputi Bidang Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup, 2014).

## **II. 1. 1. Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Berbasis Jasa Ekosistem**

*Millenium Ecosystem Assessment* dalam Jurnal Pemetaan Jasa Ekosistem mendefinisikan jasa ekosistem sebagai manfaat yang diperoleh manusia melalui ekosistem. Konsep jasa ekosistem sejak pertama kali dikenalkan oleh Gretchen Daily (1997) hingga diadopsi oleh UN *Millenimum Ecosystem Assessment* (2005), mengenalkan empat kategori jasa ekosistem, yaitu (Riqqi dkk, 2018):

1. Penyediaan yakni berupa produk yang diperoleh dari ekosistem seperti makanan, serat, air.
2. Pengaturan berupa manfaat yang diperoleh dari proses ekosistem, seperti penyaringan air dan udara.
3. Budaya berupa manfaat non-materi yang diperoleh dari ekosistem seperti pengayaan spiritual, pengembangan kognitif, rekreasi dan pengalaman estetika
4. Pendukung berupa fungsi ekologi seperti polinasi, siklus nutrient dan pembentukan tanah

Berdasarkan empat kategori ini dikelaskan ada 23 kelas klasifikasi jasa ekosistem, yaitu (De Groot, 2002 dalam Alim 2019):

A. Jasa penyediaan: (1) bahan makanan, (2) air bersih, (3) serat, bahan bakar dan bahan dasar lainnya (4) materi genetik, (5) bahan obat dan biokimia, (6) spesies hias.

B. Jasa Pengaturan: (7) Pengaturan kualitas udara, (8) Pengaturan iklim, (9) Pencegahan gangguan, (10) Pengaturan air, (11) Pengolahan limbah, (12) Perlindungan tanah, (13) Penyerbukan, (14) Pengaturan biologis, (15) Pembentukan tanah.

C. Budaya: (16) Estetika, (17) Rekreasi, (18) Warisan dan identitas budaya, (20) Spiritual dan keagamaan, (21) Pendidikan.

D. Pendukung: (22) Habitat berkembang biak, (23) Perlindungan plasma nutfah.

Berdasarkan pengertian dan klasifikasi di atas, terdapat kesamaan substansi pengertian jasa ekosistem dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup, dimana pengertian jasa penyediaan, budaya lebih mencerminkan konsep daya dukung lingkungan dan jasa pengaturan memiliki kesamaan substansi dengan daya tampung lingkungan. Sedangkan jasa pendukung bisa bermakna dua yaitu daya dukung maupun daya tampung lingkungan (Alim, 2019).

Menurut Riqqi dkk (2018), saat ini jasa ekosistem semakin diperhitungkan perannya dalam pengambilan keputusan untuk mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan. Pemanfaatan data dan informasi mengenai jasa ekosistem dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan serta perencanaan pembangunan. Sementara itu, informasi dan data mengenai ketersediaan dan kebutuhan jasa ekosistem dapat memandu para penyusun kebijakan untuk menentukan lokasi prioritas dalam pemulihan ekosistem yang kritis tetapi jasanya diperlukan. Penyajian informasi jasa ekosistem yang cukup sering dilakukan adalah dalam bentuk peta. Peta jasa ekosistem merupakan alat bagi para pengambil kebijakan untuk dapat mengidentifikasi sebaran jasa

ekosistem secara spasial serta keterkaitan atau hubungan antara satu jasa ekosistem dengan jasa ekosistem lainnya. Peta tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan terutama dalam pengelolaan lingkungan dan penataan ruang yang berbasis pada daya dukung lingkungan hidup.

## **II. 1. 2. Ekoregion dan Penggunaan Lahan sebagai Dasar Perhitungan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Berbasis Jasa Ekosistem**

Karakteristik wilayah merupakan satu kesatuan sifat lahan khas secara integratif baik ditinjau dari segi fisik, biologis, maupun sosio-kultural yang secara keruangan dapat dipisahkan dari wilayah sekitarnya berdasarkan perbedaan sifatnya. Terdapat beberapa pendekatan dan penggunaan istilah dalam memahami karakteristik suatu bentang lahan (*landscape*) antara lain pendekatan sistem lahan, bioregion, daerah aliran sungai, ekosistem, ekoregion, dan lain-lain. Khusus untuk ekoregion dipahami sebagai wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup. Sesuai dengan Pasal 7 ayat (2) Undang-Undang 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dinyatakan bahwa penetapan wilayah ekoregion dilaksanakan dengan mempertimbangkan kesamaan karakteristik bentang alam, daerah aliran sungai, Iklim, Flora dan fauna, Sosial budaya, Ekonomi, Kelembagaan masyarakat dan Hasil inventarisasi lingkungan hidup (Kementrian Lingkungan Hidup, 2013).

Penggunaan lahan berhubungan erat dengan aktivitas manusia dan sumber daya lahan. Penggunaan lahan merupakan hasil dari upaya manusia yang sifatnya terus

menerus dalam memenuhi kebutuhannya terhadap sumber daya lahan yang tersedia. Oleh karena itu, penggunaan lahan sifatnya dinamis, mengikuti perkembangan kehidupan manusia dan budayanya. Penggunaan lahan sekarang pada dasarnya merupakan hasil dari berbagai faktor penyebab, sebagian besar diantaranya berhubungan langsung dengan keadaan dan jumlah sumber daya lahan yang tersedia, dan sebagian lainnya berhubungan dengan keadaan sosial, ekonomi dan budaya masyarakat dari masa yang lampau serta perkembangannya hingga sekarang. Oleh karena itu, sangat jarang penggunaan lahan sekarang merupakan hasil pengaruh mempengaruhi (*interplay*) antara keadaan sekarang sumber daya lahan dan keadaan masyarakatnya. Manfaat data atau peta penggunaan lahan tergantung dari lembaga atau badan yang memesan dan menggunakannya. Pada umumnya pemerintah dan perusahaan perkebunanlah yang paling umum melakukan survei penggunaan lahan dan yang menggunakannya (Siorus, 2016).

### **II. 1. 3. Penghitungan Kinerja Jasa Lingkungan Hidup**

Perhitungan kinerja jasa lingkungan hidup atau perhitungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dengan pendekatan ketersediaan (*stock*) didasarkan atas ketersediaan atau kapasitas ruang/sumberdaya/wilayah dalam mendukung kehidupan manusia atau makhluk hidup lain tanpa mempeerhitungkan jumlah kebutuhan yang sesuai. Asumsi dari pendekatan ini adalah semakin tinggi *stock* kapasitas ruang/sumberdaya/wilayah, maka semakin tinggi kemampuannya dalam mendukung kehidupan manusia. Pada pendekatan ini, tidak terdapat pengukuran keseimbangan antara *supply-demand* sehingga tidak ditemukan adanya batas amang terlampaui atau tidak terlampaui (Muta'ali, 2014).

Dalam kinerja jasa lingkungan digunakan tiga parameter yaitu karakteristik bentang lahan, tipe vegetasi, dan tutupan lahan. Model matematik yang digunakan adalah metode penjumlahan berbobot (*Simple Additive Weighting*) dengan penentuan bobot dan skor oleh pakar (Arif, 2019).

*Kinerja jasa lingkungan hidup*

*Kinerja Jasa LH = f{Bentang Alam, Vegetasi alami, Penutupan lahan}*

$$K_{LH} = (W_{ba} \times S_{ba}) + (W_{veg} \times S_{veg}) + (W_{pl} \times S_{pl}) \quad (2.1)$$

Keterangan:

$K_{LH}$  = Kinerja Jasa Lingkungan Hidup

$W_{ba}$  = bobot bentang alam

$S_{ba}$  = skor bentang alam

$W_{veg}$  = bobot vegetasi

$S_{veg}$  = skor vegetasi

$W_{pl}$  = bobot penutupan lahan

$S_{pl}$  = skor penutupan lahan

Indikator kinerja, besarnya bobot dan skor untuk masing-masing parameter tiap jasa lingkungan yang akan dihitung terdapat dalam lampiran pedoman ini dengan skala (1:250.000). Indeks kinerja jasa lingkungan yang dihitung terdiri dari 5 kelas yaitu (Arif, 2019):

**Tabel 2. 1** Kelas Indeks Kinerja Jasa Lingkungan

<b>KELAS</b>	<b>NILAI</b>
Sangat tinggi	4,21 – 5,00
Tinggi	3,41 – 4,20
Sedang	2,61 – 3,40
Rendah	1,81 – 2,60
Sangat Rendah	1,00 – 1,81

Sumber : Samsu Arif, 2019

## II. 1. 4. Penghitungan Daya Dukung dan Daya Tampung dengan pendekatan keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan (*supply-demand*)

Penentuan daya dukungan air secara prinsip hampir sama dengan penentuan daya dukung lahan. Objek lahan didekati dengan pendekatan ketersediaan dengan teknik analisis kemampuan lahan, sedangkan daya dukung air digunakan pendekatan keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air sehingga didapatkan nilai surplus. Jika ketersediaan lebih besar daripada kebutuhan dan nilai defisit, jika kebutuhan melampaui ketersediaan. Perhitungan Daya Dukung Daya Tampung Air sesuai dengan Peraturan Menteri lingkungan hidup No. 17 Tahun 2009. Ketersediaan (*supply*) air dihitung dengan menggunakan metode Koefisien Limpasan yang dimodifikasi dari metode rasional, dengan:

$$C = \sum(C_i \times A_i) / \sum A_i \quad (2.2)$$

$$R = \sum R_i / m \quad (2.3)$$

$$S_A = 10 \times C \times R \times A \quad (2.4)$$

Keterangan:

- $S_A$  = ketersediaan air ( $m^3$ /tahun)
- $C$  = koefisien limpasan tertimbang
- $C_i$  = koefisien limpasan penggunaan lahan i
- $A_i$  = luas penggunaan lahan I (ha)
- $R$  = rata-rata aljabar curah hujan tahunan wilayah (mm/tahun)
- $R_i$  = curah hujan tahunan pada stasiun i
- $m$  = jumlah stasiun pengamatan curah hujan
- $A$  = luas wilayah (ha)
- 10 = faktor konversi dari mm ha menjadi  $m^3$

Sementara itu, kebutuhan (*demand*) air dihitung dari hasil konversi terhadap kebutuhan hidup layak yang dapat dihitung dengan:

$$D_A = N \times KHL_A \quad (2.5)$$

Keterangan

$D_A$  = total kebutuhan air ( $m^3$ /tahun)

$N$  = Jumlah pendudukan (jiwa)

$KHL_A$  = kebutuhan air untuk hidup layak

=  $1600 m^3$  air/kapita/tahun

=  $2 \times 800 m^3$  air/kapita/tahun, dimana:

$800 m^3$  air/kapita/tahun merupakan kebutuhan air untuk keperluan domestik dan untuk menghasilkan pangan  $2.0 =$  merupakan faktor koreksi untuk memperhitungkan kebutuhan hidup layak yang mencakup kebutuhan pangan domestik dan lainnya. Catatan: Kriteria WHO untuk kebutuhan air total sebesar  $1000-2000 m^3$ /orang/tahun.

**Tabel 2.2** Total Kebutuhan Air

Konsumsi	Jumlah	Kebutuhan setara air
Beras	120 kg/tahun	$324,00 m^3$ /tahun
Air minum dan rumah tangga	120 l/tahun	$43,20 m^3$ /tahun
Telur	1 kg berisi 16 telur; 1 butir/hari	$105,75 m^3$ /tahun
Buah	1 kg jeruk = 5 buah; 1/5 kg tiap 3 hari	$3,84 m^3$ /tahun
Daging	1/10 kg/5hari	$20,16 m^3$ /tahun
Salad		$5,40 m^3$ /tahun
Kedelai		$276,00 m^3$ /tahun
Total		$778,35 m^3$ /tahun

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 17 Tahun 2009

**Tabel 2.3** Kebutuhan air untuk menghasilkan satu-satuan produk

Produk	Kebutuhan air
1 kg padi	2700-4000 liter
1 kg daging sapi	2900-16000 liter
1 kg daging unggas (ayam)	2800 liter
1 kg telur	4700 liter
1 kg kentang	160 liter
1 kg kedelai	2300 liter
1 kg gandum	1200 liter
1 bongkah roti	170 liter
1 kaleng soda	90 liter
Air minum dan RT	120 liter/hari/kapita

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 17 Tahun 2009

Kebutuhan air sangat dipengaruhi oleh keberadaan penduduk. Pemodelan distribusi populasi penduduk resolusi tinggi dibutuhkan untuk menghasilkan informasi mengenai distribusi populasi penduduk di Indonesia yang lebih mendekati keadaan sebenarnya. Pembuatan model distribusi kepadatan penduduk menggunakan sistem grid skala ragam dilakukan dengan menggabungkan data grid dengan data tutupan lahan dan jalan. Perhitungan distribusi kepadatan penduduk dalam penelitian ini menggunakan model matematis dengan memperhatikan parameter bobot untuk setiap tipe tutupan lahan dan jalan sehingga diperoleh model matematis berikut:

$$P_{ij}^0 = \frac{W_{i \text{ total}}}{\sum_{i=1}^j W_{\text{ total}}} \times P_j^0 \quad (2.6)$$

Dimana,

$P_{ij}^0$  = jumlah penduduk grid ke- i di Provinsi/kabupaten/kota (jiwa)

$P_j^0$  = Populasi penduduk Provinsi/kabupaten/kota (jiwa)

$W_{i \text{ total}}$  = Bobot densitas penduduk berdasarkan kelas lahan dan jenis jalan pada grid ke- i

$\sum_{i=1}^j W_{\text{ total}}$  = jumlah bobot densitas penduduk di seluruh grid pada provinsi/kabupaten/kota

Dalam menghitung densitas populasi penduduk dalam suatu kabupaten, digunakan persamaan (2.6) sehingga dapat diperoleh densitas populasi penduduk per grid untuk tiap kelas lahan masing-masing kabupaten. Dalam penelitian ini, perhitungan densitas dilakukan dengan memasukkan data tutupan lahan dan data jalan sebagai masukan untuk menentukan densitas. Adapun nilai-nilai yang dijadikan bobot masukan jalan dan tutupan lahan dalam perhitungan jumlah penduduk ada pada tabel 2.3 berikut (Nengsih, 2014):

**Tabel 2. 4** Bobot jalan dan tutupan lahan

<b>Jenis jalan dan Kelas Lahan</b>	<b>Bobot persentase</b>
Jalan Arteri	0.095
Jalan Kolektor	0.009
Jalan Lokal	0.18
Tubuh Air	0
Hutan Primer	0
Hutan Sekunder	0
Perkebunan	0
Kebun Campuran	0
Mangrove	0
Pemukiman	0.27
Rawa	0
Semak Belukar	0
Sawah	0.272
Tanah Terbuka	0
Tegalan/Ladang	0.142
Tambak	0

Sumber : Nengsih, 2014

Untuk ketersediaan air, sangat erat kaitannya dengan penggunaan lahan dan koefisien limpasan. Tata guna lahan memengaruhi daya infiltrasi dan pada aliran permukaan yang mempengaruhi tataguna lahan yaitu koefisien aliran (C) yang merupakan bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Nilai koefisien C ini berkisar antara 0 – 1. Nilai 0 menunjukkan bahwa semua air hujan yang turun terinfiltrasi sempurna ke dalam tanah, sedangkan nilai C = 1 menunjukkan bahwa seluruh air hujan mengalir sebagai aliran permukaan. Faktor utama yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau presentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan. Nilai C berubah dari waktu ke waktu sesuai dengan aliran permukaan didalam sungai terutama kelembapan tanah. Koefisien limpasan (C) dapat diperkirakan dengan meninjau tata guna lahan (Irmayanti, 2018).

**Tabel 2. 5** Nilai Koefisien Limpasan (C)

Jenis Tutupan Lahan	C
Badan Air	0.15
Belukar	0.2
Hutan Lahan Kering Primer	0.02
Hutan Lahan Kering Sekunder	0.03
Hutan Mangrove Sekunder	0.01
Pemukiman	0.75
Perkebunan	0.4
Pertanian Lahan Kering	0.1
Pertanian Lahan Kering Campur	0.1
Savanna/ Padang rumput	0.35
Sawah	0.15
Tambak	0.05
Tanah Terbuka	0.2

Sumber : Irmayanti, 2018

Koefisien limpasan permukaan diperoleh berdasarkan pada faktor kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan tekstur tanah. Infiltrasi merupakan kemampuan tanah untuk meresapkan air (berkaitan dengan tekstur tanah, lereng, dan penutup lahan/kerapatan vegetasi). Semakin rendah kemampuan infiltrasi tanah, semakin lempung/halus tekstur tanahnya, semakin curam lereng, dan semakin rendahnya tutupan vegetasinya, menjadikan debit puncak das tinggi. Besarnya koefisien limpasan yang digunakan untuk pengukuran debit puncak memperhatikan kemungkinan perubahan penggunaan lahan di kemudian hari (melihat/memprediksi penggunaan lahan seperti apa yang muncul pada beberapa tahun ke depan). Koefisien limpasan ini didapat dari pemberian skor pada masing-masing variabel (lereng, infiltrasi, dan penggunaan lahan) dengan memperhatikan seberapa besar pengaruh kondisi variabel tersebut dalam debit puncak dan dengan memperhatikan luasan satuan lahan dan luasan das (Irmayanti, 2018).

## **II. 2. Sistem Informasi Geografis**

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis. Akronim GIS terkadang dipakai sebagai istilah untuk *geographical information science* atau *geospatial information studies* yang merupakan ilmu studi atau pekerjaan yang berhubungan dengan *Geographic Information System*. Dalam artian sederhana sistem informasi geografis dapat kita simpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (*database*) (Irwansyah, 2013).

Fungsi SIG adalah meningkatkan kemampuan menganalisis informasi spasial secara terpadu untuk perencanaan dan pengambilan keputusan. SIG dapat memberikan informasi kepada pengambil keputusan untuk analisis dan penerapan *database* keruangan. Dengan SIG kita akan dimudahkan dalam melihat fenomena kebumihan dengan perspektif yang lebih baik. SIG mampu mengakomodasi penyimpanan, pemrosesan, dan penayangan data spasial digital bahkan integrasi data yang beragam, mulai dari citra satelit, foto udara, peta bahkan data statistik. SIG juga mengakomodasi dinamika data, pemutakhiran data yang akan menjadi lebih mudah (Astawa, 2014).

### **II. 2. 1. Data Spasial dalam Sistem Informasi Geografis**

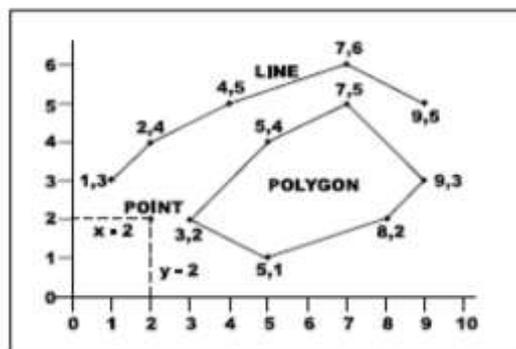
Sebagian besar data yang akan ditangani dalam SIG merupakan data spasial. Data ini merupakan data yang memiliki referensi geografis atas representasi objek di permukaan bumi. Data spasial pada umumnya merupakan peta yang berisikan interpretasi dan proyeksi seluruh fenomena yang berada di bumi. Saat ini, peta

bukan hanya merepresentasikan objek yang ada di permukaan bumi, tetapi juga objek di atas permukaan bumi (udara) dan di bawah permukaan bumi (Wahyudi, 2019).

Data spasial ini memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang berbeda dari data lain yaitu informasi lokasi yang berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi dan Informasi deskriptif (atribut) atau informasi nonspasial, suatu lokasi yang memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya. Contoh jenis vegetasi, populasi, luasan, kode pos, dan sebagainya. Dalam SIG, data spasial dapat direpresentasikan dalam dua format, yaitu (Sumantri dkk, 2019):

a.) Data Vektor.

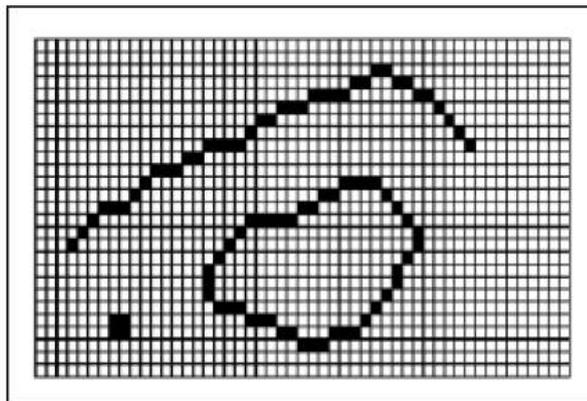
Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan *nodes* (titik perpotongan antara dua buah garis). Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisa yang membutuhkan ketepatan posisi, misalnya pada basis data batas-batas kadaster.



**Gambar 2.1** Data Vektor (Sumber: Sumantri dkk, 2019)

## b.) Data Raster

Data *raster* (atau disebut juga dengan sel *grid*) adalah data yang dihasilkan dari sistem Penginderaan Jauh. Pada data *raster*, objek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel *grid* yang disebut dengan *pixel* (*picture element*). Pada data *raster*, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran *pixel*-nya. Resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data *raster* sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya (Irwansyah, 2013).



**Gambar 2.2** Data Raster (Sumber: Sumantri dkk, 2019)

Keterbatasan utama dari data *raster* adalah besarnya ukuran *file*; semakin tinggi resolusi *grid*-nya semakin besar pula ukuran *filenya*. Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus (Irwansyah, 2013).

Pemilihan format data yang digunakan sangat tergantung pada tujuan penggunaan, data yang tersedia, volume data yang dihasilkan, ketelitian yang diinginkan, serta kemudahan dalam analisa. Data vektor relatif lebih ekonomis dalam hal ukuran file

dan presisi dalam lokasi, tetapi sangat sulit untuk digunakan dalam komputasi matematis. Sedangkan data raster biasanya membutuhkan ruang penyimpanan file yang lebih besar dan presisi lokasinya lebih rendah, tetapi lebih mudah digunakan secara matematis (Sumantri dkk, 2019).

## **II. 2. 2. Analisa Spasial dalam Sistem Informasi Geografis**

Karakteristik utama Sistem Informasi Geografi adalah kemampuan menganalisis sistem seperti analisa statistik dan *overlay* yang disebut analisa spasial. Analisa dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi yang sering digunakan dengan istilah analisa spasial, tidak seperti sistem informasi yang lain yaitu dengan menambahkan dimensi ‘ruang (*space*)’ atau geografi. Kombinasi ini menggambarkan atribut-attribut pada bermacam fenomena seperti umur seseorang, tipe jalan, dan sebagainya yang secara bersama dengan informasi seperti dimana seseorang tinggal atau lokasi suatu jalan. Analisa Spasial dilakukan dengan meng*overlay* dua peta yang kemudian menghasilkan peta baru hasil analisis (Handayani dkk, 2005).

Manfaat analisis adalah (1) membuat, memilih, memetakan, dan menganalisis data raster berbasis sel; (2) melakukan analisis data vektor/*raster* yang terintegrasi; (3) mendapatkan informasi baru dari data yang sudah ada; (4) memilih informasi dari beberapa layer data; dan (5) mengintegrasikan sumber data *raster* dengan data vektor (Anasiru, 2016).