

## **Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kondisi Tata Air Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo**

*(The Impact of Land Use Change on Water Management Conditions of Tallo Watershed)*

Engki Fatiawan\*, Hazairin Zubair, Syamsul Arifin Lias  
Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin  
\*Corresponding email: engki.f123@gmail.com

### **ABSTRACT**

Land use conversion affects the water management of a watershed, leading to flooding, erosion, and sedimentation. Tallo Watershed located in South Sulawesi is considered critical due to frequent flooding. This study aims to change the land use of the Tallo River Watershed (DAS) and its influence on watershed performance in terms of water management aspects. The methods used include spatial analysis with supervised classification to examine land cover changes and the Ministry of Forestry Regulation No. P61 of 2014 for water management evaluation. The largest land use conversion occurred in paddy fields, which decreased by 3,731.37 hectares, shrubs decreased by 1,484.87 hectares, mixed dryland agriculture by 1,017.29 hectares, water bodies by 317.60 hectares, mangrove forests by 218.27 hectares, and swamp shrubs by 26.99 hectares. These areas were converted into settlements covering 4,348.42 hectares, dryland agriculture 2,070.95 hectares, plantation forests 155.63 hectares, secondary dryland forests 34.01 hectares, airports 93.80 hectares, fish ponds 68.16 hectares, open land 19.16 hectares, and savannas 6.25 hectares. From the water management aspect, Flow Regime Coefficient value was  $>110$ , classified as very high, Annual Flow Coefficient was  $>0.5$ , also very high; sediment load and flooding were categorized as very high, and Water Usage Index value was  $<1700$ , categorized as very poor. As a result, the water management of the Tallo Watershed is classified as very poor, with a score of  $>130$ . The water management carrying capacity of Tallo Watershed falls into very poor classification from 2003 to 2022, mainly due to land use conversion and forest area covering only 11% of the total Tallo Watershed area.

**Keywords:** Flood; Flow Coefficient; Sediment; Water; Water Usage Index

---

### **ABSTRAK**

Alih fungsi lahan berpengaruh terhadap tata air Daerah Aliran Sungai sehingga berakibat terjadinya banjir, erosi, dan sedimentasi. DAS Tallo merupakan salah satu DAS di Sulawesi Selatan yang dinilai kritis karena kerap kali terjadi banjir. Penelitian ini bertujuan untuk perubahan tata guna lahan Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo dan pengaruhnya terhadap kinerja DAS ditinjau dari aspek Tata Air DAS. Metode yang digunakan yaitu analisis spasial *supervised classification* untuk analisis perubahan tutupan lahan dan metode Permenhut No. P61. Tahun 2014 untuk evaluasi tata air. Alih fungsi lahan terbesar pada sawah yakni berkurang 3731,37 ha, belukar berkurang 1484,87 ha, pertanian lahan kering campur 1017,29 ha. Badan Air berkurang 317,60 ha, hutan mangrove berkurang 218,27 ha, dan belukar rawa berkurang 26,99 ha. Teralih fungsi menjadi pemukiman dengan luas 4348,42 ha, pertanian lahan kering 2070,95 ha, hutan tanaman 155,63 ha, hutan lahan kering sekunder 34,01 ha, bandara 93,80 ha, tambak 68,16 ha, tanah terbuka 19,16 ha, dan savanna 6,25 ha. Dari aspek tata air, nilai Koefisien Rezim Aliran (KRA)  $>110$  dengan kelas sangat tinggi, Koefisien Aliran Tahunan (KAT)  $>0,5$  kategori sangat tinggi, muatan sedimen dan banjir berkategori sangat tinggi, nilai Indeks Penggunaan Air (IPA) berada  $<1700$  masuk kategori sangat jelek sehingga tata air DAS Tallo memiliki klasifikasi sangat buruk dengan nilai  $>130$ . Daya dukung DAS Tallo dari aspek tata air termasuk ke dalam klasifikasi DAS sangat buruk dari tahun 2003 hingga tahun 2022 yang disebabkan oleh alih fungsi lahan dan luas hutan yang hanya 11% dari total luas DAS Tallo.

**Keywords:** Banjir; Koefisien Aliran; Sedimen; Air; Indeks Penggunaan Air

---

## **1. PENDAHULUAN**

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu ekosistem alami yang bukan hanya sebagai sebatas daerah yang dekat dengan aliran sungai akan tetapi di dalamnya juga terdapat hubungan sosial dan ekonomi. Dalam Permenhut Nomor P.61 Tahun 2014, DAS bukan hanya sungai tetapi mencakup wilayah daratan di atas badan sungai yang batasnya di daratan berupa pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktifitas daratan. DAS mencakup daerah hulu, daerah tengah, dan daerah hilir.

DAS seharusnya dipandang sebagai suatu kesatuan sumber daya darat. Sehingga pengelolaan DAS yang bijak hendaklah didasarkan pada hubungan antara kebutuhan manusia dan ketersediaan sumber daya untuk memenuhi kebutuhan manusia tersebut (Fuady dan Cut, 2008). Dalam DAS terdapat dua sumber daya yakni sumber daya alam dan sumber daya buatan manusia yang semestinya berjalan beriringan dan seimbang dalam pengelolaannya agar tidak terjadi kekurangan yang akan berdampak keberlangsungan ekosistem daerah aliran sungai.

Degradasi DAS pada dasarnya ditandai dengan semakin meluasnya lahan kritis, erosi, dan sedimentasi akibat pengelolaan lahan yang tidak sesuai dengan prinsip keberlanjutan. Pada lereng-lereng curam baik yang digunakan untuk pertanian dan peruntukan lainnya seperti pemukiman dan sebagainya menjadi penyebab terjadinya degradasi DAS. Dampak nyata terhadap lingkungan yang dirasakan akibat berkurangnya daya dukung daerah aliran sungai yaitu banjir yang semakin besar dan frekuensinya semakin meningkat (Isrun, 2009).

Bencana hidrologi lain dapat terjadi akibat kekritisannya DAS adalah terjadinya kekeringan. Hal ini terjadi karena perubahan siklus hidrologi pada suatu DAS. Kekeringan merupakan bencana alam yang berdampak pada berbagai sektor seperti pertanian, kehutanan, perkebunan dan sumber daya air. Kekeringan menjadi ancaman yang sering mengganggu sistem dan produksi pertanian tanaman pangan (Swetelina & Thomas, 2016).

Terjadinya gangguan siklus hidrologi pada suatu DAS juga disebabkan karena adanya perubahan tata guna lahan. Perubahan tata guna lahan dalam skala *massive* (misalnya pembukaan perkebunan secara luas, pembukaan kawasan pemukiman dan industri) dapat menyebabkan air hujan yang seharusnya meresap ke dalam tanah (dalam bentuk infiltrasi dan perkolasi), akan berubah menjadi limpasan aliran permukaan (*surface flow*) yang umumnya mengalir ke sungai dan danau. Perubahan tata guna lahan yang relatif luas dapat menyebabkan terganggunya siklus hidrologi (Sandyavitri *et al*, 2015). Limpasan permukaan yang tinggi akan

menyebabkan terjadinya erosi pada lahan dan juga terjadinya bencana banjir dan sedimentasi pada daerah hilir daerah aliran sungai.

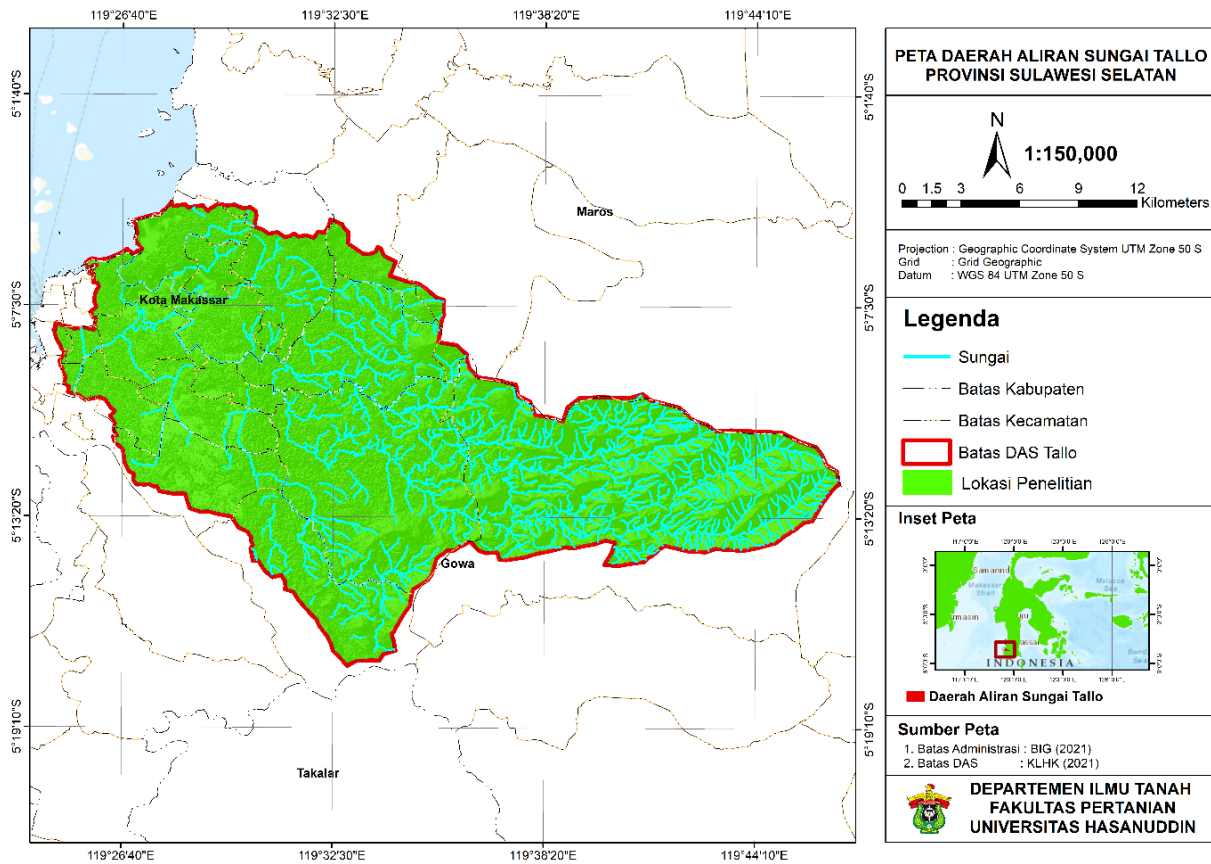
DAS Tallo merupakan salah satu DAS perkotaan yang aliran sungainya mengalir dari Kabupaten Gowa dan Kabupaten Maros ke Kota Makassar. DAS Tallo memiliki luas kurang lebih 425 km<sup>2</sup> atau 42.575 ha dan berada pada ketinggian 0-1500 meter di atas permukaan laut dengan panjang sungainya kurang lebih 10 kilometer. Pada DAS ini banyak terjadi konversi lahan hutan menjadi pemukiman, perkebunan, dan penggunaan lahan lainnya sehingga menjadi penyebab bencana khususnya pada daerah hilir yakni bencana banjir di sebagian Kabupaten Maros dan Kota Makassar (Wahyuni *et al*, 2022).

Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kondisi Tata Air Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan tata guna lahan Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo dan pengaruhnya terhadap kinerja DAS ditinjau dari aspek Tata Air DAS.

## **2. METODOLOGI**

### **2.1. Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilakukan di DAS Tallo. Penelitian ini berlangsung sejak September 2023 sampai November 2023. Secara astronomis DAS Tallo terletak antara 5° 6' sampai dengan 5° 16' Lintang Selatan dan 119° 3' sampai dengan 119° 46' Bujur Timur. Daerah Aliran Sungai Tallo terletak di tiga wilayah administrasi kota dan kabupaten yaitu Kota Makassar, Kabupaten Gowa, dan Kabupaten Maros. Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

## 2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Komputer	Mengimput dan mengolah data penelitian
2	Printer	Mencetak dokumen kebutuhan penelitian
3	Microsoft Exel	Analisis data penelitian
4	ArcGis 10.8	Analisis Spasial
5	AlpineQuest/GPS	Menentukan titik koordinat di lapangan
6	Envi 5.3	Interpretasi citra
7	Kamera	Dokumentasi visual

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Sumber
1	Curah Hujan (2003-2022)	CHIRPS
2	Debit Aliran (2003-2022)	Perhitungan Rumus Metode Rasional
3	Citra Lansat-7	earthexplore.usgs.gov, 2003-2022
4	Citra Landsat-8	earthexplore.usgs.gov, 2013-2022
5	Digital Elevation Model SRTM 30 M	earthexplore.usgs.gov
6	Peta Rupa Bumi Indonesia 1:50.000	Badan Informasi Geospasial
7	Peta Penutupan Lahan 1:250.000	Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2003-2022
8	Batimetri Nasional	Badan Informasi Geospasial
9	Peta Administrasi Desa	Badan Informasi Geospasial
10	Peta Jenis Tanah 1:50.000	RePPPProt, 2012

## 2.3. Tahapan Penelitian

### 2.3.1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan referensi terkait topik penelitian berupa data atau informasi riset dengan membaca jurnal ilmiah, buku-buku referensi dan bahan-bahan publikasi yang tersedia di perpustakaan.

### 2.3.2. Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan data yang digunakan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber baik berupa data spasial maupun data non spasial.

#### a. Curah Hujan (2003-2022)

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan rata-rata bulanan dan harian yang diperoleh dari *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data* (CHIRPS).

#### b. Debit Aliran (2003-2022)

Data debit aliran digunakan pada penelitian ini yaitu data hasil perhitungan menggunakan metode rasional. Rumus metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,2778.C.I.A \quad (1)$$

Keterangan:

- Q = Debit banjir maksimum (m<sup>3</sup>/det)
- C = Koefisien pengaliran/limpasan
- I = Intensitas curah hujan rata-rata (mm/jam)
- A = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

c. Citra landsat-7 dan landsat-8 (2003-2022)

Citra landsat-7 dan landsat 8 tahun 2003-2022 diperoleh dari situs earthexplorer.usgs.gov. Citra yang dipilih harus memiliki tutupan awan yang sedikit (<10%), hal tersebut bertujuan untuk memudahkan dalam proses interpretasi.

d. *Digital Elevation Model SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)*

*Digital Elevation Model* atau DEM merupakan data digital adalah data yang menampilkan dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya. Data DEM dapat digunakan dalam berbagai hal seperti pembuatan peta kelas lereng, peta topografi dan lain-lain.

e. Data Pendukung Lainnya

Data pendukung lainnya berupa data yang menunjang penelitian ini yakni data kejadian banjir yang diperoleh dari BNPB dan data kependudukan dari BPS.

### **2.3.3. Pengolahan Data**

a. Pembuatan Peta Penutupan Lahan

Peta penutupan lahan dibuat dengan menggunakan aplikasi ENVI 5.3 untuk menginterpretasi citra Landsat-7 dan Landsat-8. Metode yang digunakan dalam interpretasi citra adalah metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*). Kemudian dikoreksi dengan data penutupan lahan yang diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Menghitung luas penutupan lahan untuk perubahan penutupan lahan di DAS Tallo pada tahun 2003-2022 menggunakan aplikasi ArcGIS 10.8

b. Perubahan Penutupan Lahan

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui perubahan penutupan lahan yang terjadi di DAS Tallo dengan membandingkan luas penutupan lahan berdasarkan peta penutupan lahan tahun 2003 hingga 2022 yang telah diinterpretasi. Luas penutupan lahan diukur dengan menggunakan aplikasi ArcGIS 10.8. kemudian data yang didapatkan akan diolah menggunakan software Microsoft Excel untuk mengetahui perubahan penutupan lahan yang terjadi.

c. Analisis Koefisien Rezim Aliran (KRA)

Data debit sungai dibutuhkan untuk menentukan besarnya debit paling tinggi yang umumnya terjadi pada musim basah/hujan ( $Q_{max}$ ) dan debit paling rendah yang umumnya terjadi pada musim kering/kemarau ( $Q_{min}$ ) yang terjadi sepanjang tahun. Koefisien Rezim Aliran dapat diketahui dengan cara membandingkan antara  $Q_{maks}$  dengan  $Q_{min}$  dari data pengamatan

tersebut dalam satu DAS. Perhitungan KRA menggunakan persamaan di bawah ini dan klasifikasi nilai ditampilkan pada Tabel 3 berikut:

$$KRA = \frac{Q_{maks}}{Q_{min}} \quad (2)$$

Keterangan:

Q maks = debit maksimum (m<sup>3</sup>/detik)

Q min = debit minimum (m<sup>3</sup>/detik)

Tabel 3. Penilaian dan Klasifikasi Nilai Koefisien Rezim Aliran (KRA)

Parameter	Nilai	Kelas	Skor
$KRA = \frac{Q_{maks}}{Q_{min}}$	$KRA \leq 20$	Sangat Rendah	0,5
	$20 < KRA \leq 50$	Rendah	0,75
	$50 < KRA \leq 80$	Sedang	1
	$80 < KRA \leq 110$	Tinggi	1,25
	$KRA > 110$	Sangat Tinggi	1,5

Sumber: Permenhut Nomor: P.61/Menhut-II/2014

d. Analisis Koefisien Aliran Tahunan (KAT)

Untuk mendapatkan nilai koefisien aliran tahunan DAS Tallo, maka tebal aliran dalam setahun(Q) dibandingkan tebal curah hujan tahunan DAS. Nilai tebal aliran dihasilkan dari besaran debit (Q) hasil rekaman instansi SPAS selama setahun, dan nilai tebal hujan tahunan bersumber dari rekaman stasiun pengamatan curah hujan. Perhitungan KAT menggunakan persamaan di bawah ini dan klasifikasi nilai yang ditampilkan pada tabel 4 di bawah ini.

$$KAT = \frac{Q \text{ tahunan}}{P \text{ tahunan}} \quad (3)$$

Keterangan:

Q tahunan = tebal aliran tahunan (m<sup>3</sup>)

P tahunan = tebal hujan tahunan (m<sup>3</sup>)

Tabel 4. Klasifikasi nilai dan kelas koefisien Aliran Tahunan (KAT)

Parameter	Nilai	Kelas	Skor
$KAT = \frac{Q \text{ tahunan}}{P \text{ tahunan}}$	$KAT \leq 0,2$	Sangat Rendah	0,5
	$0,2 < KAT \leq 0,3$	Rendah	0,75
	$0,3 < KAT \leq 0,4$	Sedang	1
	$0,4 < KAT \leq 0,5$	Tinggi	1,25
	$KAT > 0,5$	Sangat Tinggi	1,5

Sumber: Permenhut Nomor: P.61/Menhut-II/2014

e. Analisis Muatan Sedimen (MS)

Untuk mengetahui besarnya muatan sedimen diperoleh melalui pendekatan hasil prediksi erosi, dengan menggunakan rumus:

$$MS = A \times SDR \quad (4)$$

Keterangan:

MS = Muatan Sedimen (ton/ha/thn)

A = Nilai Erosi (ton/ha/thn)

SDR = Nisbah Penghantaran Sedimen

Nilai total erosi ditentukan dengan menggunakan rumus USLE, sedangkan nisbah hantar sedimen (*Sediment Delivery Ratio*/SDR) dapat ditentukan dengan menggunakan matrik sebagaimana tabel 5.

Tabel 5. Hubungan antara luas DAS dengan rasio penghantaran sedimen

No	Luas DAS (ha)	Rasio Penghantaran Sedimen (%)
1.	10	53
2.	50	39
3.	100	35
4.	500	27
5.	1.000	24
6.	5.000	15
7.	10.000	13
8.	20.000	11
9.	50.000	8,5
10.	2.600.000	4,9

Sumber: Permenhut Nomor: P.61/Menhut-II/2014

Kualitas air sungai berdasarkan muatan sedimen, hasil perhitungan laju sedimen diinterpretasikan ke dalam klasifikasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Klasifikasi nilai dan Kelas Muatan Sedimen

Parameter	Nilai	Kelas	Skor
MS = A x SDR	MS ≤ 5	Sangat Rendah	0,5
	5 < MS ≤ 10	Rendah	0,75
	10 < MS ≤ 15	Sedang	1
	15 < MS ≤ 20	Tinggi	1,25
	MS > 20	Sangat Tinggi	1,5

Sumber: Permenhut Nomor: P.61/Menhut-II/2014

f. Banjir

Identifikasi kejadian banjir digunakan untuk mengetahui jumlah banjir dalam setahun selama periode 20 tahun belakangan. Data bersumber dari laporan kejadian bencana daerah. Penentuan



kelas daya dukung pada parameter banjir DAS Tallo menggunakan klasifikasi nilai yang ditampilkan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Klasifikasi nilai dan Kelas Frekuensi Kejadian Banjir

<b>Parameter</b>	<b>Nilai</b>	<b>Kelas</b>	<b>Skor</b>
Frekuensi kejadian banjir	Tidak Pernah	Sangat Rendah	0,5
	1 kali dalam 5 tahun	Rendah	0,75
	1 kali dalam 2 tahun	Sedang	1
	1 kali tiap tahun	Tinggi	1,25
	Lebih dari satu kali dalam 1 tahun	Sangat Tinggi	1,5

Sumber: Permenhut Nomor: P.61/Menhut-II/2014

g. Indeks Penggunaan Air

Pengamatan penggunaan air dipergunakan untuk memberikan informasi kecukupan ketersediaan air DAS terhadap penduduk yang tinggal di DAS Tallo. Salah satu cara untuk menentukan indeks konsumsi air adalah dengan menghitung ketersediaan air tahunan per penduduk. Ketersediaan air per kapita per tahun, dihitung menggunakan rumus berikut:

$$IPA = \frac{\text{Jumlah air (Q)}}{\text{Jumlah Penduduk}} \quad (5)$$

Keterangan: Q = debit air sungai (m<sup>3</sup>)

Jumlah penduduk dalam DAS (Jiwa)

Perhitungan nilai indeks penggunaan air di DAS Tallo dengan cara tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi nilai dan Kelas Indeks Penggunaan Air

<b>Parameter</b>	<b>Nilai</b>	<b>Kelas</b>	<b>Skor</b>
$IPA = \frac{\text{Jumlah Air (Q)}}{\text{Jumlah Penduduk (org)}}$	$IPA > 6.800$	Sangat Baik	0,5
	$5.100 < IPA \leq 6.800$	Baik	0,75
	$3.400 < IPA \leq 5.100$	Sedang	1
	$1.700 < IPA \leq 3.400$	Jelek	1,25
	$IPA \leq 1.700$	Sangat Jelek	1,5

Sumber: Permenhut Nomor: P.61/Menhut-II/2014

h. Daya Dukung Sistem Tata Air DAS

Daya dukung sistem tata air DAS sebagai dasar pemantauan kinerja sistem pengelolaan tata air DAS dibuat dengan memperhatikan perubahan bobot dan skor parameter kondisi tata air. Klasifikasi daya dukung sistem tata air DAS Tallo ditunjukkan pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Klasifikasi daya dukung sistem tata air DAS Tallo

Variabel/Parameter	Bobot		Skor Minimal	Skor Maksimal
	%	%		
<b>Karakteristik Tata Air</b>	100			
KRA		25	2.5	7.5
KAT		25	2.5	7.5
Muatan Sedimen		20	2	6
Banjir		10	1	3
IPA		20	2	6

Sumber: Permenhut Nomor: P.61/Menhut-II/2014

Hasil perhitungan daya dukung masing-masing parameter sistem tata air DAS berdasarkan Tabel 3-9 kemudian diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi daya dukung tata air DAS berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.61/Menhut-II/2014. Klasifikasi daya dukung DAS dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Klasifikasi Kondisi Tata Air

No	Nilai	Kelas
1	$KTA \leq 70$	Sangat Baik
2	$70 < KTA \leq 90$	Baik
3	$90 < KTA \leq 110$	Sedang
4	$110 < KTA \leq 130$	Buruk
5	$KTA > 130$	Sangat Buruk

Sumber: Permenhut Nomor: P.61/Menhut-II/2014

### 2.3.4. Penetapan Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kondisi Tata Air DAS Tallo

Tahap ini dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap kondisi tata air DAS Tallo menggunakan analisis regresi berganda. Hal tersebut dilakukan untuk menganalisis pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap kondisi tata air DAS Tallo.

Model regresi berganda yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_n X_n + e \quad (6)$$

Keterangan:

Y = Variabel dependen (Daya Dukung DAS Kriteria Tata Air)

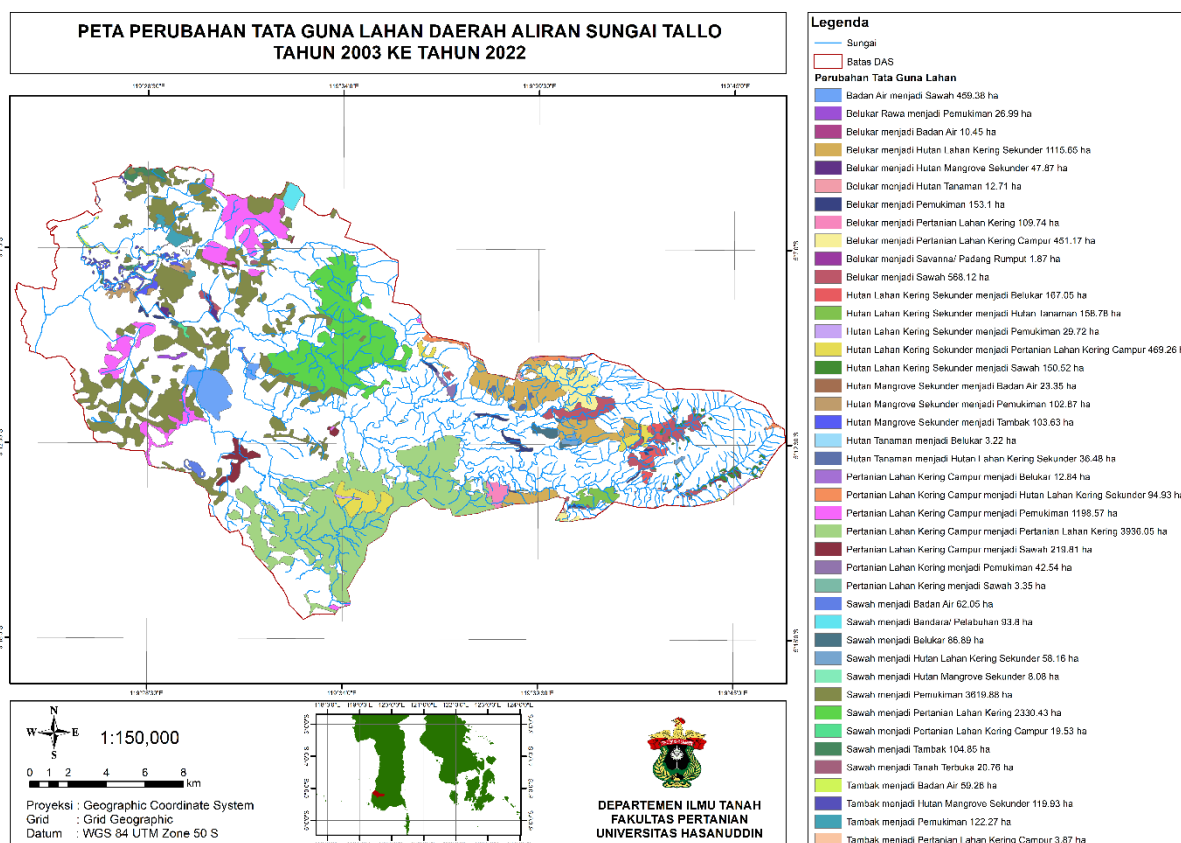
X = Variabel independen (Tata Guna Lahan)

$\alpha$  = Konstanta

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Perubahan Luas Tata Guna Lahan DAS Tallo Tahun 2003-2022

Perubahan luas tata guna lahan di DAS Tallo selama 20 tahun didapatkan dari hasil analisis overlay peta penutupan lahan yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Planologi Kementerian Kehutanan tahun 2003-2022. Perubahan luas terjadi pada setiap tata guna lahan di DAS Tallo. Penambahan luas pada tata guna lahan terjadi pada hutan lahan kering sekunder, hutan tanaman, pemukiman, pertanian lahan kering, tambak, bandara, tanah terbuka, dan savana/padang rumput. Sedangkan tata guna lahan yang mengalami pengurangan luas yaitu belukar, badan air, hutan mangrove sekunder, belukar rawa, pertanian lahan kering campur, dan sawah. Peta perubahan tata guna lahan DAS Tallo tahun 2003 dan 2022 dapat dilihat pada gambar 2 dan nilai perubahan luas tata guna lahan DAS Tallo tahun 2003 dan 2022 disajikan pada dan tabel 11 di bawah.



Gambar 2. Peta Perubahan Tata Guna Lahan DAS Tallo Tahun 2003 dan 2022

Tabel 11. Perubahan Luas Tata Guna Lahan DAS Tallo Tahun 2003 dan 2022

Tata Guna Lahan	Tahun 2003		Tahun 2022		Perubahan	
	Luas (ha)	Luas (%)	Luas (ha)	Luas (%)	Luas (ha)	Luas (%)
Hutan Lahan Kering Sekunder	4801.67	11.01	4835.68	11.08	34.01	0.08
Hutan Tanaman	114.31	0.26	269.94	0.62	155.63	0.36
Belukar	5107.19	11.71	3622.32	8.30	-1484.87	3.40
Pemukiman	5434.59	12.46	9783.01	22.42	4348.42	9.97
Badan Air	663.62	1.52	346.02	0.79	-317.60	0.73
Hutan Mangrove Sekunder	331.16	0.76	112.89	0.26	-218.27	0.50
Belukar Rawa	41.33	0.09	14.34	0.03	-26.99	0.06
Pertanian Lahan Kering	1995.26	4.57	4066.21	9.32	2070.95	4.75
Campur	7135.23	16.35	6117.94	14.02	-1017.29	2.33
Sawah	16533.78	37.90	12802.41	29.34	-3731.37	8.55
Tambak	1472.27	3.37	1540.44	3.53	68.16	0.16
Bandara/ Pelabuhan	0.00	0.00	93.80	0.21	93.80	0.21
Tanah Terbuka	0.00	0.00	19.16	0.04	19.16	0.04
Savanna/ Padang Rumput	0.00	0.00	6.25	0.01	6.25	0.01
<b>Total</b>	<b>43630.40</b>	<b>100</b>	<b>43630.40</b>	<b>100</b>		

Keterangan: tanda (-) berarti mengalami pengurangan.

Perubahan tata guna lahan yang terjadi di DAS Tallo tidak terlepas dari intervensi manusia untuk memenuhi kebutuhan akan ruang hidup dan keberlangsungan hidupnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Nugroho (2018), manusia memenuhi kebutuhan dari penggunaan lahan yang ada pada suatu daerah. Selain itu, alih fungsi lahan menjadi pemukiman bisa menjadi indikator peningkatan jumlah penduduk yang ada di DAS Tallo. Hal tersebut sesuai dengan Yusuf (2010), peningkatan luas pemukiman dapat dijadikan sebagai indikator meningkatnya jumlah penduduk di suatu wilayah.

Penambahan luas pemukiman dan pertanian lahan kering berpengaruh terhadap tata air DAS. Hal ini sesuai dengan Salim *et al* (2019), konversi lahan hutan menjadi areal permukiman akan menghilangkan peranan daerah sungai sebagai wilayah resapan air. Walaupun ada penambahan luas hutan, akan tetapi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tata air DAS karena luasnya hanya 11,08 % dan hanya bertambah 0,07 % dari tahun 2003 ke tahun 2022. Hal tersebut tidak sesuai dengan amanat UU No, 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan yang mensyaratkan luas hutan dalam suatu wilayah DAS adalah 30 % dari luas DAS dan atau pulau.

### 3.2. Koefisien Rezim Aliran

Berdasarkan hasil perhitungan KRA DAS Tallo didapatkan nilai yang cukup besar selama 20 tahun terakhir. Nilai KRA DAS Tallo dapat dilihat pada Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Koefisien Rezim Aliran DAS Tallo Tahun 2003 - 2022.

Tahun	Q Max (m <sup>3</sup> /det)	Q Min (m <sup>3</sup> /det)	KRA	Kelas	Skor
2003	387.54	2.43	159.54	Sangat Tinggi	1.5
2004	410.36	2.56	160.44	Sangat Tinggi	1.5
2005	250.28	2.63	95.27	Tinggi	1.25
2006	455.14	2.42	187.86	Sangat Tinggi	1.5
2007	478.08	2.60	183.99	Sangat Tinggi	1.5
2008	434.84	2.62	165.81	Sangat Tinggi	1.5
2009	398.92	2.42	164.59	Sangat Tinggi	1.5
2010	692.26	2.43	284.81	Sangat Tinggi	1.5
2011	495.75	2.87	172.84	Sangat Tinggi	1.5
2012	355.31	2.42	146.73	Sangat Tinggi	1.5
2013	471.86	3.78	124.79	Sangat Tinggi	1.5
2014	523.07	3.12	167.43	Sangat Tinggi	1.5
2015	646.48	2.72	237.92	Sangat Tinggi	1.5
2016	391.56	2.70	144.93	Sangat Tinggi	1.5
2017	607.46	2.41	252.40	Sangat Tinggi	1.5
2018	616.91	2.91	212.07	Sangat Tinggi	1.5
2019	620.30	3.77	164.72	Sangat Tinggi	1.5
2020	530.16	3.14	169.10	Sangat Tinggi	1.5
2021	933.55	3.31	281.91	Sangat Tinggi	1.5
2022	534.57	3.74	142.95	Sangat Tinggi	1.5

Pada subkriteria koefisien rezim aliran (KRA) nilainya berfluktuasi selama 20 tahun terakhir. Data yang tunjukkan tabel 12 menunjukkan nilai KRA tertinggi terjadi pada tahun 2010 dengan nilai 284,81 dan tahun 2021 dengan nilai 281,91 sementara yang terendah adalah pada tahun 2005 yakni 95,27. Berdasarkan nilai tersebut KRA >110 kelasnya sangat tinggi dan pada tahun 2005 kelasnya tinggi karena nilainya berada diantara  $80 < KRA \leq 110$ . Hal tersebut mengindikasikan nilai limpasan pada musim penghujan (air banjir) yang terjadi besar tiap tahun. Selain disebabkan oleh curah hujan tinggi yang meningkatkan nilai debit, hal tersebut juga disebabkan oleh lahan bervegetasi pada DAS Tallo yang mengalami pengurangan luas yang teralih fungsi menjadi pemukiman. Hal ini sesuai dengan Nasrullah dan Kartiwa (2010), penurunan luas vegetasi hutan dan peningkatan luas pemukiman menyebabkan penurunan produksi air tahunan dan debit rata-rata, serta peningkatan debit maksimum dan rasio debit maksimum – minimum.

### 3.3. Koefisien Aliran Tahunan

Nilai KAT DAS Tallo meningkat setiap tahunnya dari tahun 2003 hingga tahun 2022. Berdasarkan hasil perhitungan KAT DAS Tallo didapatkan nilai KAT sangat tinggi selama 20 tahun terakhir. Nilai KAT DAS Tallo dapat dilihat pada Tabel 13 di bawah ini.

Tabel 13. Koefisien Aliran Tahunan DAS Tallo Tahun 2003-2022

Tahun	Q Tahunan (m <sup>3</sup> )	P Tahunan (m <sup>3</sup> )	KAT	Kelas	Skor
2003	1302226498.99	1352052525.81	0.96	Sangat Tinggi	1.5
2004	1095816305.76	1136090195.88	0.96	Sangat Tinggi	1.5
2005	1046227232.84	1084678605.02	0.96	Sangat Tinggi	1.5
2006	1117513010.08	1141566323.02	0.98	Sangat Tinggi	1.5
2007	1297703245.87	1325634967.47	0.98	Sangat Tinggi	1.5
2008	1351451603.28	1380540202.74	0.98	Sangat Tinggi	1.5
2009	975935321.85	996941321.33	0.98	Sangat Tinggi	1.5
2010	1651872262.69	1690077097.52	0.98	Sangat Tinggi	1.5
2011	1293314967.77	1320153949.83	0.98	Sangat Tinggi	1.5
2012	1140586226.54	1162404311.61	0.98	Sangat Tinggi	1.5
2013	1470546182.93	1493423648.14	0.98	Sangat Tinggi	1.5
2014	1287966259.74	1308003306.96	0.98	Sangat Tinggi	1.5
2015	1384013353.49	1208584823.85	1.15	Sangat Tinggi	1.5
2016	1707762096.64	1446260540.22	1.18	Sangat Tinggi	1.5
2017	1440220063.03	1220280345.42	1.18	Sangat Tinggi	1.5
2018	1440220063.03	1220280345.42	1.18	Sangat Tinggi	1.5
2019	1361551672.23	1103094010.36	1.23	Sangat Tinggi	1.5
2020	1560371360.33	1264440648.28	1.23	Sangat Tinggi	1.5
2021	1912564224.38	1542323185.97	1.24	Sangat Tinggi	1.5
2022	2041926913.33	1646643381.87	1.24	Sangat Tinggi	1.5

Nilai KAT yang ditunjukkan pada tabel 13, dari tahun 2003 nilai KAT berkisar antara 0,96 dan terus meningkat sehingga pada tahun 2022 nilai KAT berada pada nilai 1,24. Nilai-nilai tersebut jika diklasifikasikan berdasarkan Permenhut No. P61 tahun 2014 berada pada nilai KAT>0,5 sehingga masuk kelas sangat tinggi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa aliran permukaan (*runoff*) DAS Tallo Tinggi. *Runoff* yang tinggi menjadi indikator kurangnya air yang terserap oleh tanah (infiltrasi). Faktor tata guna lahan juga berperan penting selain evapotranspirasi dan kondisi fisik lainnya. Hal ini sesuai dengan Ismail dan Kuratmoko (2015), Irawan dan Yuwono (2016), faktor perubahan penggunaan lahan dapat meningkatkan nilai koefisien limpasan selain dari faktor evapotranspirasi dan kecepatan infiltrasi.

### 3.4. Muatan Sedimen

Dalam kurun waktu 20 tahun terakhir, nilai muatan sedimen terjadi fluktuasi. Berdasarkan hasil perhitungan muatan sedimen di DAS Tallo maka didapatkan nilai muatan sedimennya yang ditampilkan pada Tabel 14 di bawah ini.

Tabel 14. Muatan Sedimen DAS Tallo Tahun 2003 - 2022.

Tahun	A (ton/ha/tahun)	SDR	MS (ton/ha/tahun)	Kriteria	Skor
2003	4736234.56	0.29	1373508.02	Sangat Tinggi	1.5
2004	3697894.14	0.29	1072389.30	Sangat Tinggi	1.5
2005	3229844.74	0.29	936654.97	Sangat Tinggi	1.5
2006	3479148.93	0.29	1008953.19	Sangat Tinggi	1.5
2007	4208304.52	0.29	1220408.31	Sangat Tinggi	1.5
2008	4478663.53	0.29	1298812.42	Sangat Tinggi	1.5
2009	3124870.76	0.29	906212.52	Sangat Tinggi	1.5
2010	5452744.93	0.29	1581296.03	Sangat Tinggi	1.5
2011	4182904.63	0.29	1213042.34	Sangat Tinggi	1.5
2012	3486114.72	0.29	1010973.27	Sangat Tinggi	1.5
2013	4958546.04	0.29	1437978.35	Sangat Tinggi	1.5
2014	4256441.65	0.29	1234368.08	Sangat Tinggi	1.5
2015	3947662.91	0.29	1144822.24	Sangat Tinggi	1.5
2016	3669187.33	0.29	1064064.33	Sangat Tinggi	1.5
2017	4694835.12	0.29	1361502.18	Sangat Tinggi	1.5
2018	4077875.36	0.29	1182583.85	Sangat Tinggi	1.5
2019	3558378.93	0.29	1031929.89	Sangat Tinggi	1.5
2020	3907634.56	0.29	1133214.02	Sangat Tinggi	1.5
2021	4537507.74	0.29	1315877.24	Sangat Tinggi	1.5
2022	4660623.33	0.29	1351580.77	Sangat Tinggi	1.5

Muatan sedimen yang tinggi di DAS Tallo disebabkan oleh tingginya erosi. Tingginya curah hujan dan Semakin berkurangnya lahan yang bervegetasi dan adanya budidaya perkebunan pada daerah kelerengan curam menjadi serta pembangunan perumahan dan adanya pertambangan menjadi penyebab tingginya nilai erosi dan muatan sedimen. Hal ini sesuai dengan Bara'tau (2012), faktor curah hujan memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap muatan sedimen. Selain itu, faktor penggunaan lahan, topografi, debit sungai juga sangat berpengaruh besar terhadap muatan sedimen pada suatu DAS atau subDAS.

### 3.5. Banjir

Banjir di DAS Tallo sering terjadi hampir di setiap tahun pada beberapa titik di DAS Tallo baik di daerah Kabupaten Maros, Kabupaten Gowa ataupun di Kota Makassar terutama yang berada di bagian hilir sungai Tallo. Berdasarkan data kejadian banjir yang diperoleh dari portal Badan

Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan hasil wawancara dengan masyarakat yang ada di bagian hilir DAS Tallo, banjir kerap terjadi hampir di setiap tahun. Kejadian banjir di DAS Tallo disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Kejadian Banjir di DAS Tallo Tahun 2003-2022.

Tahun	Kejadian Banjir	Kelas	Skor
2003	1 kali	Tinggi	1.25
2004	1 kali	Tinggi	1.25
2005	1 kali	Tinggi	1.25
2006	1 kali	Tinggi	1.25
2007	1 kali	Tinggi	1.25
2008	2 kali	Sangat Tinggi	1.5
2009	5 kali	Sangat Tinggi	1.5
2010	7 kali	Sangat Tinggi	1.5
2011	4 kali	Sangat Tinggi	1.5
2012	1 kali	Tinggi	1.25
2013	4 kali	Sangat Tinggi	1.5
2014	2 kali	Sangat Tinggi	1.5
2015	2 kali	Sangat Tinggi	1.5
2016	1 kali	Tinggi	1.25
2017	3 kali	Sangat Tinggi	1.5
2018	2 kali	Sangat Tinggi	1.5
2019	2 kali	Sangat Tinggi	1.5
2020	2 kali	Sangat Tinggi	1.5
2021	4 kali	Sangat Tinggi	1.5
2022	4 kali	Sangat Tinggi	1.5

(sumber: Portal BNPB dan Hasil Wawancara)

Data kejadian banjir juga didapatkan dari hasil survey lapangan dengan melakukan wawancara masyarakat di sekitar hilir sungai tallo. Dari hasil wawancara diperoleh informasi bahwa banjir terjadi tiap tahun. Oleh karena itu, frekuensi kejadian banjir tersebut apabila dikategorisasi menurut sub kriteria, bobot, nilai dan klasifikasi banjir masuk kategori nilai terjadi 1 kali setahun, kelas tinggi dengan skor 1,25. Sementara itu di tahun 2022 banjir terjadi 4 kali sehingga kategori kelasnya sangat tinggi dengan skor 1,5.

Subkriteria banjir juga menjadi parameter dalam monitoring dan evaluasi tata air di DAS Tallo. Banyaknya kejadian banjir yang terjadi di DAS Tallo mengindikasikan bahwa DAS tallo mengalami kritis jika ditinjau dari banyaknya bencana banjir. Dalam rentang tahun 2003 hingga tahun 2022 banjir kerap melanda DAS Tallo. Khusus pada daerah hilir yang bermukim di kecamatan Tallo sepanjang sempadan hilir sungai kerap mengalami banjir tiap tahunnya. Oleh karena itu, kejadian banjir di DAS Tallo tergolong dalam kelas tinggi hingga sangat tinggi.



Terjadinya banjir tidak lepas dari tingginya curah hujan, debit, dan tata guna lahan. Alih fungsi lahan vegetasi menjadi lahan terbangun di DAS Tallo menyebabkan perubahan sistem hidrologi berupa debit banjir meningkat. Hal ini sesuai dengan Nurrizki dan Suyono (2013), perubahan penggunaan lahan menyebabkan adanya perubahan kondisi debit banjir DAS. Akibat adanya alih fungsi lahan, air hujan yang jatuh lebih berpotensi menjadi aliran permukaan daripada terserap oleh permukaan tanah.

### **3.6. Indeks Penggunaan Air**

Kebutuhan air di DAS Tallo cukup tinggi sehingga hasil perhitungan Indeks Penggunaan Air di DAS Tallo berdasarkan Permenhut No. P.61 Tahun 2014 indeks penggunaan airnya termasuk dalam kategori sangat jelek. Nilai indeks penggunaan air DAS Tallo selama 20 tahun terakhir disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Indeks Penggunaan Air DAS Tallo Tahun 2003 – 2022.

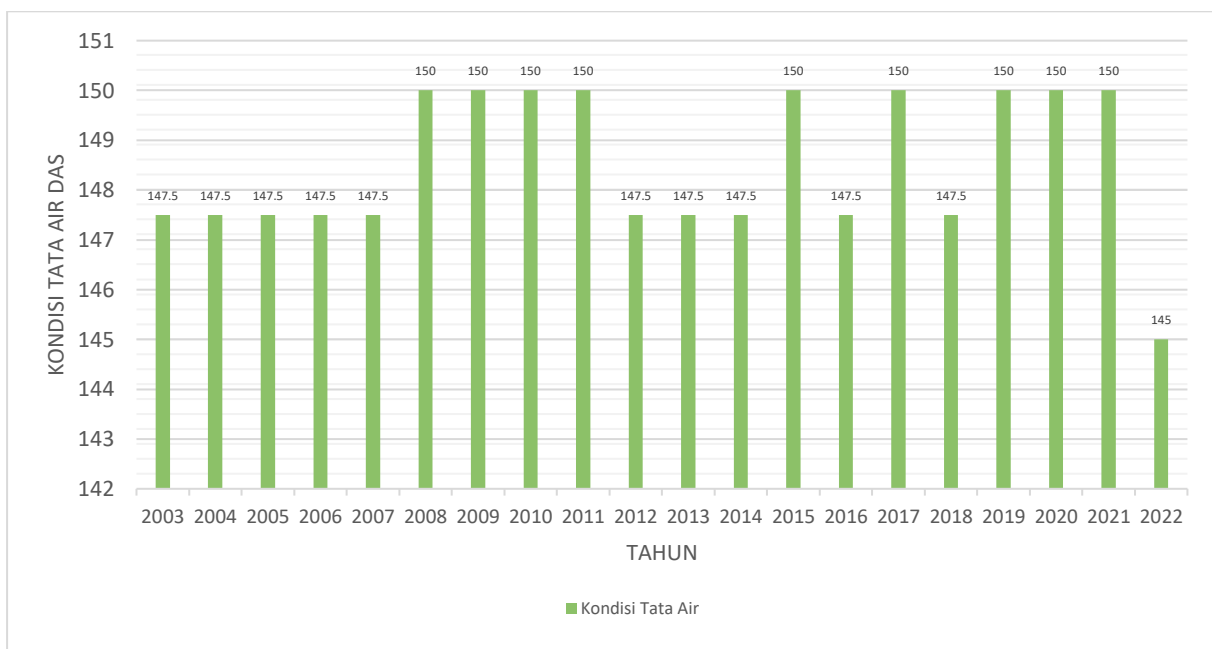
Tahun	Debit Air (m <sup>3</sup> )	Jumlah Penduduk	IPA	Kelas	Skor
2003	1302226498.99	858657	1516.59	Sangat Jelek	1.5
2004	1095816305.76	867829	1262.71	Sangat Jelek	1.5
2005	1046227232.84	874402	1196.51	Sangat Jelek	1.5
2006	1117513010.08	880685	1268.91	Sangat Jelek	1.5
2007	1297703245.87	888218	1461.02	Sangat Jelek	1.5
2008	1351451603.28	903343	1496.06	Sangat Jelek	1.5
2009	975935321.85	919550	1061.32	Sangat Jelek	1.5
2010	1651872262.69	1032015	1600.63	Sangat Jelek	1.5
2011	1293314967.77	1041849	1241.37	Sangat Jelek	1.5
2012	1140586226.54	1046850	1089.54	Sangat Jelek	1.5
2013	1470546182.93	1091676	1347.05	Sangat Jelek	1.5
2014	1287966259.74	1121622	1148.31	Sangat Jelek	1.5
2015	1384013353.49	1142839	1211.03	Sangat Jelek	1.5
2016	1707762096.64	1162804	1468.66	Sangat Jelek	1.5
2017	1440220063.03	1181195	1219.29	Sangat Jelek	1.5
2018	1440220063.03	1201460	1198.72	Sangat Jelek	1.5
2019	1361551672.23	1221650	1114.52	Sangat Jelek	1.5
2020	1560371360.33	1158430	1346.97	Sangat Jelek	1.5
2021	1912564224.38	1164228	1642.77	Sangat Jelek	1.5
2022	2041926913.33	1172033	1742.21	Jelek	1.25

Ketersediaan air per kapita per tahun di DAS Tallo tergolong kategori sangat jelek dengan nilai IPA kurang dari 1700. Hal tersebut mengindikasikan bahwa ketersediaan air tidak dapat memenuhi kebutuhan air penduduk yang bermukim di DAS Tallo. Terlebih pada musim kemarau akan menimbulkan kekurangan air untuk kebutuhan air penduduk. Limpasan

permukaan yang tinggi sebagai akibat dari pengurangan areal vegetasi dan bertambahnya luas pemukiman menyebabkan infiltrasi berkurang sehingga air dalam tanah berkurang. Hal ini sesuai dengan Widodo (2020), terjadinya perubahan pemanfaatan lahan dari lahan terbuka dan bervegetasi menjadi lahan terbangun yang mengakibatkan semakin besarnya limpasan air sehingga air hujan meresap ke dalam tanah semakin berkurang.

### 3.7. Daya Dukung DAS Tallo Aspek Tata Air

Analisis kondisi DAS Tallo ditinjau dari 5 parameter yaitu koefisien rezim aliran, koefisien aliran tahunan, muatan sedimen, banjir, dan indeks penggunaan air. Parameter-parameter tersebut telah memiliki bobot, nilai, dan skor yang berbeda-beda. Skoring untuk mengetahui kondisi DAS Tallo didapatkan dari perkalian antara bobot dan skor yang telah didapatkan. Hasil dari perkalian tersebut kemudian dinilai berdasarkan kriteria tata air. kondisi tata air DAS Tallo dapat di lihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Kondisi Tata Air DAS Tallo dari Tahun 2003 Hingga Tahun 2022

Kriteria tata air DAS Tallo berdasarkan hasil pembobotan pada setiap subkriteria tata air didapatkan daya dukung DAS Tallo sangat buruk. Penyumbang nilai bobot tertinggi yaitu KAT dan KRA dengan sumbangsih masing 25% dari kelima subkriteria tata air. Muatan sedimen dan indeks penggunaan air memberikan sumbangsih masing-masing 20%. sementara itu, banjir hanya memberikan sumbangsih 10% untuk menilai kondisi tata air DAS Tallo. Pada tahun 2022 mengalami penurunan nilai karena pada tahun tersebut nilai indeks penggunaan air

berada pada 1742.21 yang termasuk dalam kriteria jelek sehingga berpengaruh terhadap bobot koindisi tata air. Hal ini disebabkan oleh debit air pada tahun tersebut sedikit lebih tinggi dari tahun-tahun sebelumnya.

### **3.8. Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kondisi Tata Air DAS Tallo**

Berdasarkan hasil analisis spasial telah terjadi perubahan tata guna lahan dari tahun 2003 hingga tahun 2022 yang berpengaruh terhadap kondisi tata air. Perubahan tata guna lahan memiliki hubungan erat dengan kondisi karakteristik permukaan pada suatu wilayah. Hasil uji koefisien determinasi menunjukkan hubungan antara perubahan tata guna lahan dengan kondisi tata air yaitu 0,792. Sehingga dapat disimpulkan terdapat hubungan yang erat antara kedua variabel tersebut. Nilai R-square atau koefisien determinasi sebesar 0.642 yang membuktikan bahwa perubahan tata guna lahan (Savanna, Tanah Terbuka, Hutan Tanaman, Hutan Mangrove Sekunder, Badan Air, Belukar Rawa, Pertanian Lahan Kering Campur, Hutan Lahan Kering Sekunder) mempengaruhi nilai tata air sebesar 64,2% dan terdapat variabel lain sekitar 35,8% yang mempengaruhi kondisi tata air DAS Tallo.

F hitung yang didapatkan menunjukkan angka 5,250, sedangkan F tabel 0,05 untuk  $df_1 = 8$  dan  $df_2 = 11$  adalah 2,948. Berdasarkan F tabel tersebut maka  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima yang dapat diinterpretasikan bahwa perubahan luas), Savanna, Tanah Terbuka, Hutan Tanaman, Hutan Mangrove Sekunder, Badan Air, Belukar rawa, Pertanian Lahan Kering Campur, dan Hutan Lahan Kering Sekunder secara simultan berpengaruh terhadap kondisi tata air.

Berdasarkan hasil uji T dapat diuraikan persamaan linear berganda sebagai berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + e$$

$$Y = 2.935 - 2.363 + 2.71 - 2.251 + 2.491 - 2.422 - 2.6 - 3.404 + 2.365 + e$$

Keterangan: Y = Daya dukung DAS ktiteria tata air

X1 = Hutan lahan kering sekunder

X2 = Hutan tanaman

X3 = Badan air

X4 = Hutan mangrove sekunder

X5 = Belukar rawa

X6 = Pertanian lahan kering campur

X7 = Tanah terbuka

X8 = savana

Nilai koefisien regresi untuk variabel hutan lahan kering sekunder memiliki nilai negatif sebesar (-2,353). Tanda negatif artinya menunjukkan pengaruh yang berlawanan arah antara variabel independen dengan variabel dependen. Hal tersebut menunjukkan jika terjadi penurunan luas lahan hutan lahan kering sekunder akan meningkatkan nilai kondisi tata air. Hal tersebut sama dengan badan air, belukar rawa, pertanian lahan kering campur, dan tanah terbuka. Sementara itu, hutan tanaman, hutan mangrove sekunder dan savana bernilai positif. Sehingga dapat diinterpretasikan jika terjadi penambahan luas pada variabel tersebut akan meningkatkan nilai kondisi tata air DAS.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis dapat ditarik kesimpulan bahwa daya dukung daerah aliran sungai Tallo ditinjau dari aspek tata air termasuk ke dalam klasifikasi DAS sangat buruk dari rentan tahun 2003 hingga tahun 2022. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya tutupan lahan hutan yang hanya 11% dari total luas DAS Tallo. Selain itu, terjadinya perubahan tata guna lahan dengan meningkatnya luas pemukiman sebanyak 9,97% dari tahun 2003 ke tahun 2022.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Gowa. diakses dari <https://gowakab.bps.go.id/>, diakses pada tanggal 01 Oktober 2023 pukul 14.15 WITA.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Maros. diakses dari <https://maroskab.bps.go.id/>, diakses pada tanggal 01 Oktober 2023 pukul 14.17 WITA.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Makassar. diakses dari <https://makassarkota.bps.go.id/>, diakses pada 01 Oktober 2023 pukul 14.18 WITA.
- Bara'tau. 2012. *Muatan Sedimen pada DAS Tallo Hulu (Sub Das Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa)*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Fuady, Z & Cut A. 2008. Tinjauan Daerah Aliran Sungai Sebagai Sistem ekologi dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. *LENTERA* 6.
- Irawan, T., & Yuwono, S. B. 2016. Infiltrasi Pada Berbagai Tegakan Hutan di Arboretum Universitas Lampung. *Jurnal Syiva Lestari*, 4(3): 21-34.
- Ismail, A., & Kuratmoko, E. 2015. Permodelan Perubahan Penggunaan Lahan Dan Pengaruhnya Terhadap Koefisien Aliran Pada Daerah Tangkapan Air Waduk Darma, Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Kehutanan Wanakarsa*, 9 (2).
- Isrun, I. 2009. Analisis Tingkat Kerusakan Lahan Pada Beberapa Sub DAS Di Kawasan Danau Poso. *MEDIA LITBANG SULTENG*, 2(1).
- Kementrian Kehutanan. 2014. Permenhut Nomor P.61 Tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jakarta.

- Nasrullah, N., & Kartiwa, B. 2010. Analisis Alih Fungsi Lahan dan Keterkaitannya dengan Karakteristik Hidrologi DAS Krueng Aceh. *Indonesian Soil and Climate Journal*, (31): 81-98.
- Nugroho, S.P. Suria. D. T. & Yayat. H. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Debit Aliran di Sub DAS Cicatih. *Jurnal Penegelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 8 (2): 258-263.
- Sandyavitri, A. S. S. S. M., Iqbal. M 2015. Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Ketersedian Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak, Provinsi Riau. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(2).
- Wahyuni., Rizki. A., Muh. Y. F., Maha. R. 2022. Kesesuaian Penggunaan Lahan dengan Pola Ruang di Daerah Aliran Sungai Tallo. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 14 (2): 61-72.
- Widodo, T. 2013. Kajian ketersediaan air tanah terkait pemanfaatan lahan di kabupaten Blitar. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 9(2): 122-133.
- Yusuf, S.M., 2010. Kajian Respon Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi pada DAS Cirasea menggunakan model MWSWAT. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.