

Simulasi Arahan Penggunaan Lahan di DAS Limboto dalam Rangka Pengendalian Kekeringan

Sri Rahayu Ayuba¹, Munajat Nursaputra² dan Intan Noviantari Manyoe³

¹Faculty of Sains & Technology, Muhammadiyah University of Gorontalo, Indonesia. ²Faculty of Forestry, Hasanuddin University, Indonesia dan ³Faculty of Math and Science, State University of Gorontalo.

* **Email Koresponden** : sriahayu@umgo.ac.id

Direvisi: 2018-01-25. Diterima: 2019- 08-21
©2019 Fakultas Geografi UGM dan Ikatan Geograf Indonesia (IGI)

Abstrak Berdasarkan data BNPB tahun 1979-2009 terdapat 8 kejadian kekeringan di Provinsi Gorontalo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan DAS Limboto terhadap kekeringan, serta menyusun dan mensimulasikan arahan penggunaan lahan untuk pengendalian kekeringan. Penelitian ini dilaksanakan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Limboto dengan luas area 86412,6 ha. Metode yang digunakan adalah SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Input data SWAT yang digunakan adalah lereng, jenis tanah, tutupan lahan, dan iklim. Analisis output ArcSWAT (Soil Water) diklasifikasikan dalam index SMDI klasifikasi menurut Narasimhan dan Srinivasan. Dari penelitian ini menunjukkan pasokan air pada DAS Limboto secara keseluruhan berada pada indeks -3,00 sd -3,99 atau termasuk dalam kategori "Rentan". Persentase lahan yang masih bervegetasi adalah >50% sehingga tidak dilakukan perubahan pada lahan terbangun. Luas area yang mengalami kekeringan pada sebelum dan setelah simulasi/running diperoleh selisih 37.513,1 ha atau secara persentasi mengalami penurunan sebesar 43,4 % dari luas DAS.

Kata kunci: Arahan Penggunaan Lahan; Kekeringan; Daerah Aliran Sungai Limboto; Simulasi Arahan.

Abstract Based on BNPB data from 1979 to 2009 there were 8 drought events in Gorontalo Province. This study aims to determine the vulnerability of the Limboto watershed to drought, and to compile and simulate land use directions for drought control. This research was carried out in the Limboto Watershed with an area of 86412.6 ha. The method used is SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Input of SWAT data used is slope, soil type, land cover, and climate. Analysis of the output of ArcSWAT (Soil Water) is classified in the index SMDI classification according to Narasimhan and Srinivasan. From this study, the overall water supply in the Limboto watershed is in the index of -3.00 to -3.99 or included in the category "Vulnerable". The percentage of land that is still vegetated is > 50% so no changes are made to the built up land. The area that experienced drought before and after the simulation / running obtained a difference of 37,513.1 ha or percentage decreased by 43.4% of the watershed area.

Key words: Land Use Referrals; Drought; Limboto Watershed; Landing Simulation..

PENDAHULUAN

Air merupakan inti dari pembangunan berkelanjutan. DAS berfungsi sebagai pengatur sumber daya air yang sangat penting (Tarigan & Junaidi, 2015). Kurangnya pasokan air yang berkepanjangan menyebabkan turunnya muka air tanah, sungai, dan danau serta berkurangnya kelengasan tanah yang mengakibatkan tumbuhan menjadi layu sehingga produksi pangan akan menurun (Meilianda, 2017). Laporan kajian kekeringan global, IPCC (2007), berdasarkan Palmer Drought Severity Index (PDSI) mengindikasikan adanya peningkatan intensitas kekeringan beberapa dasawarsa terakhir (Meilianda, 2017). Merujuk pada keputusan Menteri Kehutanan tahun 2009, Daerah Aliran Sungai (DAS) Limboto Bone Bolango, ditetapkan sebagai DAS dalam kondisi kritis dan memerlukan prioritas penanganan. (Kodoatie,

2010) menyatakan bahwa, terganggunya siklus hidrologi telah menimbulkan "3 T" masalah klasik air "too much (yang menimbulkan banjir), "too little (yang menimbulkan kekeringan) dan "too dirty (yang menimbulkan pencemaran air).

Berdasarkan data BNPB tahun 1979-2009 terdapat 8 kejadian kekeringan di Provinsi Gorontalo. Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Gorontalo menyatakan bahwa kekeringan sebelumnya terjadi hanya di 11 kecamatan, namun pada bulan Oktober tahun 2015 menjadi 19 kecamatan. Fenomena pemanfaatan lahan untuk kegiatan pertanian ini telah menjadi kegiatan utama yang dilakukan oleh masyarakat sejak dicanangkannya program agropolitan di Provinsi Gorontalo. Pengelolaan DAS yang

salah satunya adalah penyusunan arahan fungsi pemanfaatan lahan harus dilakukan secara terpadu dan disepakati oleh para pihak (stake holders) sebagai dasar dalam penyusunan rencana pembangunan wilayah (Wuryanta, 2015). Dalam DAS diperlukan perencanaan yang matang guna mencegah segala kemungkinan terburuk, salah satunya adalah dengan pembuatan model perencanaan penggunaan lahan dalam rangka pengendalian kekeringan. Model SWAT mampu mensimulasikan parameter-parameter hidrologi dalam jangka panjang dengan mempertimbangkan karakteristik fisik suatu DAS. Dengan demikian diharapkan DAS Limboto akan mampu mengendalikan berbagai masalah yang ada terutama masalah kekeringan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode SWAT melalui penggunaan aplikasi ArcSwat. Saat ini model SWAT telah berkembang dengan pesat dengan aplikasi yang sangat beragam mulai dari simulasi hidrologi yang sangat sederhana, simulasi dampak perubahan tata guna lahan, simulasi dampak perubahan iklim bahkan sampai dengan simulasi untuk memprediksikan produktifitas suatu lahan pertanian (Ferijal, 2013). Teknik analisis dalam penelitian ini dikelompokkan dalam 2 tahap analisis, pertama analisis model SWAT menggunakan software ArcSwat dan kedua analisis output model SWAT dalam menentukan kerentanan DAS terhadap kekeringan dengan memanfaatkan ArcGis.

Indeks kekeringan merupakan suatu perangkat utama untuk mendeteksi, memantau, dan mengevaluasi kejadian kekeringan (Sandi Cahyono, Imam Suprayogi, 2016). Analisis yang digunakan dalam menentukan kerentanan DAS terhadap kekeringan adalah dengan menggunakan *Soil Moisture Deficit Index (SMDI)*. Dengan menggunakan data output hasil model SWAT yakni *Soil Water/SW* (Kadar Air Tanah). Nilai SW kemudian diolah dalam ArcGis untuk mendapatkan nilai SMDI yang kemudian akan diklasifikasikan dalam klasifikasi SMDI. Adapun formula yang digunakan adalah: Jika, $SW \leq MSW$

$$\text{Maka, } SD = \frac{SW - MSW}{MSW - \min SW} \times 100 \quad (1)$$

Dan jika, $SW > MSW$

$$\text{Maka, } SD = \frac{SW - MSW}{\max SW - MSW} \times 100 \quad (2)$$

Dimana:

SD : Defisit kadar air dalam tanah (%)

SW: Total kadar air dalam tanah pada tahun analisis

MSW: Nilai median dari total kadar air dalam tanah pada periode tahun analisis

Max SW : Nilai maksimum dari total kadar air dalam tanah pada periode tahun analisis

Min SW : Nilai minimum dari total kadar air dalam tanah pada periode tahun analisis

Nilai defisit kadar air dalam tanah (SD) tersebut kemudian dikalkulasikan dalam nilai indeks yakni *Soil Moisture Deficit Index (SMDI)*, menggunakan rumus:

$$SMDI_t = 0,5SMDI_{t-1} + \frac{SD}{50}$$

Adapun klasifikasi indeks tersebut kemudian dikategorikan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembobotan Klasifikasi Indeks SMDI

Nilai Indeks	Kategori	Tingkat Kerentanan	Bobot
$\geq 4,00$	Sangat Basah	Tidak Rentan	1
3,00 sd 3,99	Basah	Tidak Rentan	1
2,00 sd 2,99	Agak Basah	Tidak Rentan	1
0,50 sd 1,99	Sedikit Basah	Tidak Rentan	1
0,49 sd -0,49	Normal	Tidak Rentan	1
-0,50 sd -1,99	Sedikit Kering	Sedikit Rentan	2
-2,00 sd -2,99	Agak Kering	Agak Rentan	3
-3,00 sd -3,99	Kering	Rentan	3
$\leq -4,00$	Sangat Kering	Sangat Rentan	3

Sumber: (Narasimhan & Srinivasan, 2005) dalam modifikasi

Perumusan Arahan Penggunaan Lahan

Pedoman yang digunakan peneliti dalam mengarahkan penggunaan lahan adalah UU No 37 tentang Konservasi Tanah dan Air yang selaras dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai serta pola ruang kabupaten terkait. Arahan yang akan dibuat kemudian akan menghasilkan asumsi mempertahankan perencanaan daerah atau merevisinya.

Simulasi Arahan Penggunaan Lahan

Penentuan subDAS/ DAS kecil yang akan diarahkan adalah berdasarkan tingkat kerentanan yang diperoleh, yakni dengan perolehan bobot 3, namun arahan penggunaan lahan dilakukan pada seluruh DAS Limboto. Proses ini kembali dilakukan dengan menginput data penggunaan lahan yang kemudian dirunning/simulasi kembali. Hasil *running* kedua ini kemudian dihitung kembali (persamaan 1-3 dan tabel 1) untuk memperoleh tingkat kerentanan DAS terhadap kekeringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Metode SWAT melalui ArcSwat dilakukan

untuk memperoleh tingkat kerentanan DAS Limboto terhadap kekeringan. Berbagai output dalam metode ini kemudian diolah dengan berbagai klasifikasi terkait kekeringan pada masing-masing sub DAS/ DAS Kecil. Proses running pada tahap analisis SWAT dilakukan dengan menggunakan software ArcSwat memanfaatkan menu SWAT Simulation. Tahap analisis ini dapat dilakukan apabila tahap *Watershed Deliniation*, *HRU analysis* dan *Write Input Tabels* telah selesai dengan baik. Data yang disimulasi adalah 10 Tahun yakni dari 1 Januari Tahun 2004 hingga 31 Desember 2013 yang mengikuti format data iklim.

Output dari proses *running* kemudian dianalisis berdasarkan parameter yang menunjukkan tingkat kerentanan DAS terhadap kekeringan. Adapun tahap analisis dalam penelitian ini diuraikan dalam 2 sub BAB yakni:

Analisis Model Soil and Water Assessment Tools (SWAT) Menggunakan Software ArcSwat.

Penggunaan Metode SWAT melalui ArcSwat diuraikan dalam beberapa tahapan input data berdasarkan klasifikasi SWAT. Pada tahap pertama, dilakukan deliniasi daerah aliran sungai berdasarkan data Digital Elevation Model (DEM) wilayah DAS yang diteliti. Data DEM yang digunakan pada penelitian ini adalah data ASTER Global DEM dengan resolusi 30 meter. Data kelerengan merupakan data awal yang digunakan dalam tahapan deliniasi batas DAS. Sehingga parameter yang digunakan adalah parameter DAS dan sub DAS yang dihitung oleh SWAT. Proses deliniasi batas DAS dilakukan berdasarkan outlet utama dari ketiga DAS dan outlet masing-masing DAS.

Tutupan Lahan DAS Limboto

Data tutupan lahan diperoleh dari BPKH Tahun 2013 yang kemudian di-update dengan menginterpretasi data citra satelit Landsat Tahun 2015. Penggunaan data dengan format raster menjadi salah satu syarat dalam meng-input data tutupan lahan hasil interpretasi. Data ini kemudian diklasifikasikan dalam input model SWAT, yang diuraikan dalam Tabel 2.

Berdasarkan peta Land System yang diperoleh dari RePPPport, Daerah Aliran Sungai (DAS) Limboto mempunyai jenis tanah seperti yang diuraikan dalam Tabel 3.

HRU merupakan unit terkecil dalam skala analisis yang dilakukan pada pemodelan SWAT. Unit respon hidrologi adalah bagian dari subbasin yang memiliki atribut penggunaan / pengelolaan / tanah yang unik (Arnold et al., 2011). Setelah proses deliniasi, dilakukan pembentukan HRU (*Hydrological Response Unit*) dilakukan pada masing-masing DAS. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan analisis sub DAS yang digunakan dalam proses *running*. HRU adalah tahap *overlay* dari beberapa data, antara lain data DEM, data penggunaan lahan, dan data tanah. Hasil pembentukan HRU mempunyai informasi mengenai penggunaan lahan, tanah, kemiringan lahan, luas area, dan presentasi luas HRU pada sub DAS. DAS

Limboto dalam penelitian ini, memperoleh 1701 HRU, 49 sub DAS dengan total luas area 86412 ha. Peta hasil pembentukan HRU DAS Limboto disajikan pada Gambar 1.

Tabel 2. Klasifikasi Tutupan Lahan DAS Limboto

Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Luas (%)
FRST (Hutan Lahan Kering Primer dan Sekunder)	8.550,6	9,895
ORCD (Perkebunan)	280,5	0,325
URBN (Permukiman)	2.614,5	3,026
AGRL (Pertanian Lahan Kering dan Campur Semak)	51.309,8	59,37
RICE (Sawah)	8.903,8	10,30
RNGB (Semak Belukar)	11.793,6	13,64
OAK (Tanah Terbuka)	27,1	0,031
WATR (Tubuh Air)	1.407,1	1,628
WETL (Semak Belukar Rawa)	1.479,7	1,712

Sumber: Hasil Penelitian

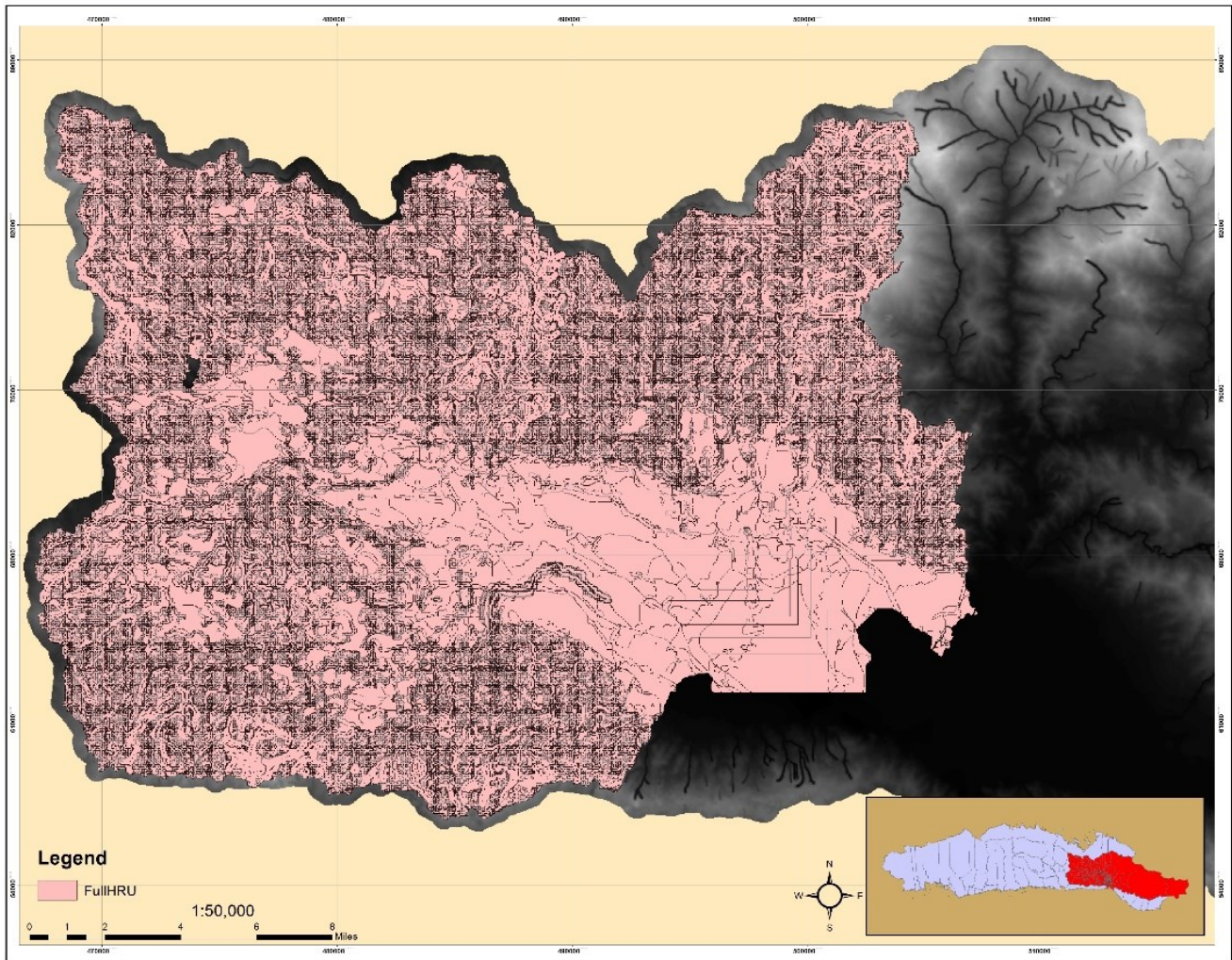
Tabel 3. Jenis Tanah DAS Limboto

Soil_Great	ID Soil	Luas (%)	Luas (ha)
Dystrpepts; Humitropepts; Tropohumults	Soil 06	10,50	9069,6
Dystropepts; Tropudalfs; Haplorthox	Soil 09	2,93	2534,2
Dystropepts; Tropudalfs; Tropudults	Soil 10	4,98	4303,7
Dystropepts; Tropudults; Paleudults	Soil 13	0,24	203,6
Dystropepts; Tropudults; Troperthents	Soil 14	36,23	31305,4
Dystropepts; Tropudults; Tropudalfs	Soil 15	4,69	4049,7
Eutropepts	Soil 18	4,31	3728,6
Eutropepts; Tropudalfs	Soil 21	3,72	3212,6
Rendolls; Eutropepts	Soil 32	9,07	7839,3
Tropaquepts; Fluvaquents	Soil 36	14,11	12196,8
Tropaquepts; Tropofluvents	Soil 39	0,77	669
Tropaquepts; Tropofluvents; Fluvaquents	Soil 40	1,88	1625,7
Tropudalfs; Tropudults; Dystropepts	Soil 48	1,12	966
Tropudults; Tropudalfs; Eutropepts	Soil 59	2,09	1807,9
Soil_Great	ID Soil	Luas (%)	Luas (ha)
Water	WATR	3,36	2900,4

Sumber: Peta RePPPport dan Hasil Penelitian

Data Iklim dan Proses Running

Pada penelitian ini, pemasukan data iklim dilakukan untuk mendapatkan keluaran berupa data bulanan hasil simulasi. Data iklim dalam Simulasi SWAT terdiri dari data curah hujan dan suhu pada stasiun yang mewakili daerah DAS,



Gambar 1. Peta HRUs DAS Limboto

serta data *Weather Generator* berupa radiasi matahari, kecepatan angin, suhu, curah hujan, dan titik embun. Setelah *Penginputan* data iklim, dilanjutkan dengan proses *running* yakni dengan memanfaatkan menu *SWAT Simulation*.

Kalibrasi dan Validasi

Pada tahap ini, penggunaan data debit hasil pengukuran lapangan yang diperoleh dari Balai Besar Sungai Sulawesi II dikalibrasi dengan data debit output model SWAT. Nilai NSE (*Nash Sutcliffe Coefficient of Efficiency*) untuk model data debit ditentukan melalui persamaan berikut ini (Nash and Sutcliffe, 1970).

$$NSE = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{Obs,i} - Q_{Mod,i})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{Obs,i} - \bar{Q}_{Mod,i})^2} \right)$$

$$NSE = 1 - \left(\frac{(1864.52 - 1.143)^2}{(1864.52 - 0.09)^2} \right)$$

$$NSE = 1 - (-0.15784)$$

$$NSE = 0.8$$

Efisiensi model NSE dikelompokkan menjadi 3 kelas yaitu “baik” jika $NSE \geq 0,75$, memuaskan jika $0,75 > NSE \geq 0,36$, dan kurang memuaskan jika $NSE < 0,36$ (Moriassi *et al* dalam

Nursahputra, 2015). Dengan kata lain nilai NSE yang diperoleh termasuk kelas “baik” atau terdapat kemiripan antara pola debit yang dihasilkan model dengan pola debit hasil observasi.

Analisis Output ArcSWAT

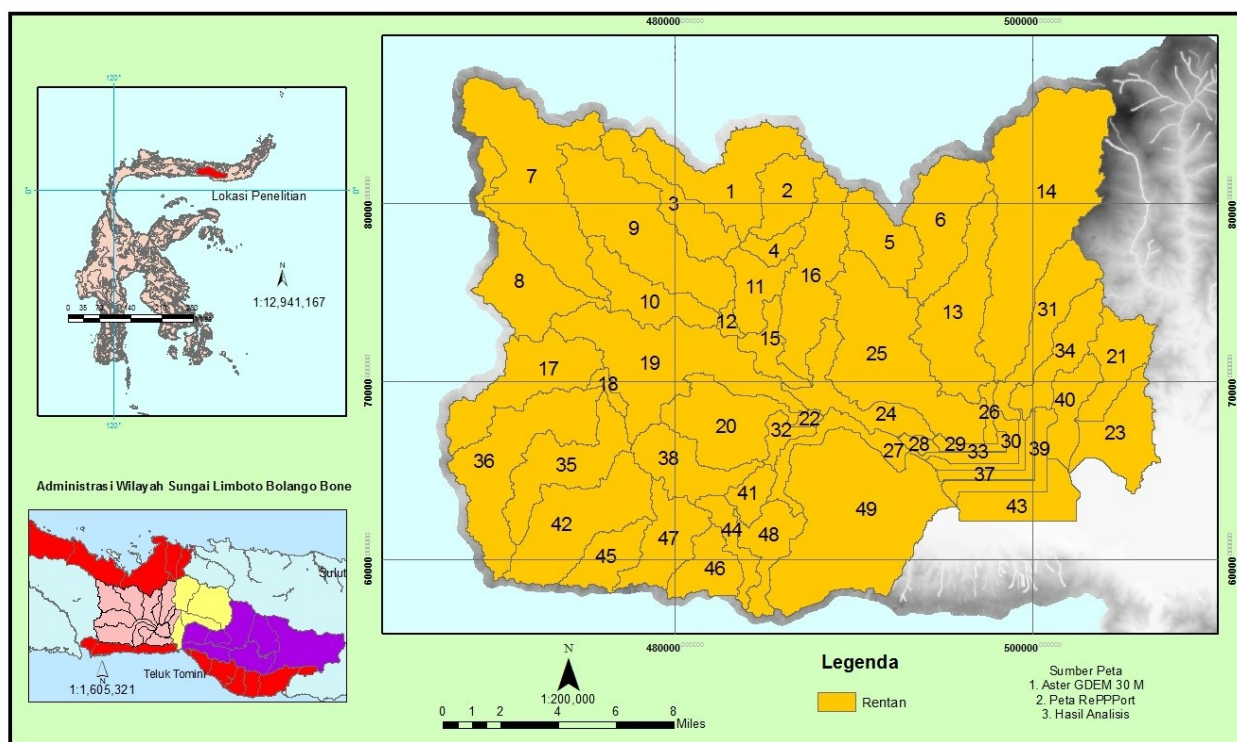
Penentuan kerentanan DAS terhadap kekeringan diperoleh melalui pengolahan output model SWAT dengan penggunaan parameter *Soil Water (SW)* dalam beberapa persamaan melalui pemanfaatan software ArcGis. Tahap ini secara berurutan menggunakan Persamaan 3 – Persamaan 5, sehingga diperoleh nilai/bobot masing-masing sub DAS.

Salah satu indikator suatu DAS telah mengalami penurunan kualitas dan fungsi DAS adalah defisit pasokan air yang mulai terjadi. Analisis yang digunakan dalam menentukan kerentanan DAS terhadap kekeringan adalah dengan menggunakan *Soil Moisture Deficit Index (SMDI)* melalui parameter *Soil Water (SW)*. Pada penelitian ini penggunaan output model SWAT melalui ArcSwat, telah mampu menggambarkan kondisi pasokan air pada DAS Limboto.

Tabel 4. Klasifikasi Kekeringan di Sub DAS Limboto

Sub DAS	Klasifikasi Kekeringan	Bobot	Sub DAS	Klasifikasi Kekeringan	Bobot
1	Rentan	2	25	Rentan	2
2	Rentan	2	26	Rentan	2
3	Rentan	2	27	Rentan	2
4	Rentan	2	28	Rentan	2
5	Rentan	2	29	Rentan	2
6	Rentan	2	30	Rentan	2
7	Rentan	2	31	Rentan	2
8	Rentan	2	32	Rentan	2
9	Rentan	2	33	Rentan	2
10	Rentan	2	34	Rentan	2
11	Rentan	2	35	Rentan	2
12	Rentan	2	36	Rentan	2
13	Rentan	2	37	Rentan	2
14	Rentan	2	38	Rentan	2
15	Rentan	2	39	Rentan	2
16	Rentan	2	40	Rentan	2
17	Rentan	2	41	Rentan	2
18	Rentan	2	42	Rentan	2
19	Rentan	2	43	Rentan	2
20	Rentan	2	44	Rentan	2
21	Rentan	2	45	Rentan	2
22	Rentan	2	46	Rentan	2
23	Rentan	2	47	Rentan	2
24	Rentan	2	48	Rentan	2
			49	Rentan	2

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 2. Peta Tingkat Kerentanan Kekeringan DAS Limboto

Tabel 5. Rekapitulasi Klasifikasi Kekeringan DAS Limboto

Nama DAS	Klasifikasi	Luas Area (Ha)	Luas Area (%)	Tersebar pada jumlah Sub DAS
Limboto	Rentan	86412,6	100	49
	Tidak Rentan	-	-	-
Total		86334,2	100	49

Sumber: Hasil Penelitian

Menurut (Narasimhan & Srinivasan, 2005), terdapat 9 klasifikasi indeks SMDI. Klasifikasi ini kemudian dikelompokkan kembali dalam 3 kelas yakni "Tidak Rentan", "Rentan", dan "Sangat Rentan". Dalam DAS Limboto, tidak terdapat kategori "Sangat Rentan". Artinya rata-rata nilai SD (*Soil Deficit*) hanya berkisar antara $\leq -1,99$ sampai ≥ 4 . Pada DAS Limboto seluruh sub DAS masuk dalam kategori "Rentan". Hal ini menunjukkan bahwa DAS Limboto telah mengalami defisit air secara menyeluruh pada seluruh area sub DAS yang ada. Dari hasil Model SWAT, nilai SMDI DAS Limboto pada Bulan Maret, Mei, dan Agustus dalam 10 Tahun adalah ≥ -2 . Nilai ini dalam klasifikasi Narasimhan & Srinivasan termasuk kategori "Rentan".

Krisis air bisa terjadi secara temporal yakni krisis air pada bulan-bulan tertentu dalam satu tahun. Terutama akibat terjadinya pergeseran iklim serta kemampuan masing-masing DAS dalam menyimpan dan melepas air (Arsyad, 2010). (Sholikhati et al., 2008) menyatakan bahwa kekeringan merupakan salah satu jenis bencana alam yang terjadi secara perlahan, berlangsung lama sampai musim hujan tiba, berdampak sangat luas dan bersifat lintas sektoral (ekonomi, sosial, kesehatan, pendidikan, dll). Guna mencegah kerusakan lingkungan yang tidak hanya menurunkan kualitasnya tapi juga menurunkan kualitas hidup masyarakat setempat, dibutuhkan penanganan efektif dan efisien khususnya pada DAS Limboto yang dalam penelitian ini mempunyai tingkat kerentanan terhadap kekeringan kategori "rentan" yang tersebar dalam 49 sub DAS

Perumusan Arahan Penggunaan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai Limboto

Pengelolaan DAS yang salah satunya adalah penyusunan arahan fungsi pemanfaatan lahan harus dilakukan secara terpadu dan disepakati oleh para pihak (stake holders) sebagai dasar dalam penyusunan rencana pembangunan wilayah (Wuryanta, 2015). Pada DAS Limboto, persentasi lahan yang masih bervegetasi adalah $>50\%$ sehingga tidak dilakukan perubahan pada lahan terbangun. Dalam penelitian ini, penyusunan arahan penggunaan lahan secara garis besar diuraikan sebagai berikut:

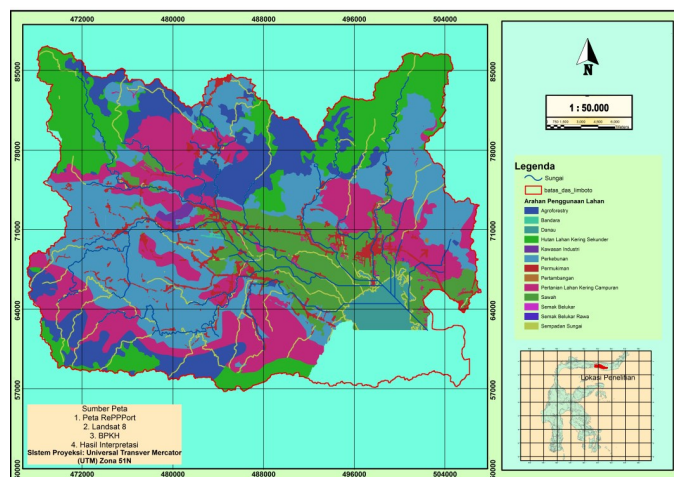
Jika tidak terjadi perbedaan peruntukkan pola ruang dan

tutupan lahan maka tutupan lahan/penggunaan lahan yang ada, dirumuskan untuk dipertahankan khususnya pada permukiman dan sawah.

Jika pola ruang adalah hutan lindung tutupan semak belukar, maka penggunaan lahan pada DAS kecil/subDAS diarahkan pada hutan lahan kering sekunder. Namun bila tutupan lahannya adalah pertanian lahan kering ataupun perkebunan maka penggunaan lahan diarahkan pada Agroforestry.

Jika pola ruang adalah kawasan peruntukkan perdesaan dan tutupan lahannya adalah pertanian lahan kering/semak belukar maka penggunaan lahan diarahkan pada Agroforestry. Hal ini berarti dalam penelitian ini terdapat perubahan pola ruang sebagai upaya dalam mengendalikan erosi, banjir, dan kekeringan.

Rumusan arahan pada umumnya disusun berdasarkan perencanaan tata ruang (pola ruang) kabupaten terkait yakni Kabupaten Gorontalo. Arahan ini secara spasial disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Peta Arahan Penggunaan Lahan DAS Limboto

Simulasi Arahan Penggunaan Lahan

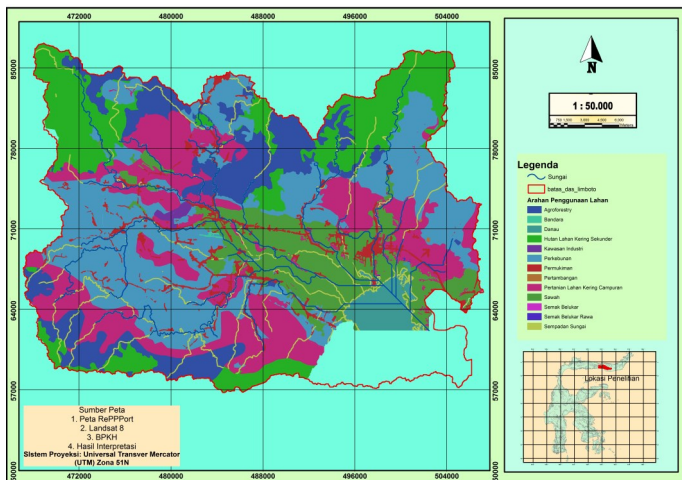
Arahan penggunaan lahan yang dihasilkan, pada tahap selanjutnya dilakukan *Running* atau disimulasikan kembali untuk mengetahui efektivitas arahan yang telah disusun. Dalam tahap ini, peneliti memprioritaskan proses simulasi arahan pada DAS yang termasuk dalam kategori Prioritas I yakni DAS Limboto. Tahapan dalam proses simulasi ini pada umumnya sama dengan proses analisis model *Soil and Water Assessment Tools* menggunakan software ArcSwat yakni mulai dari proses delineasi hingga pengolahan output ArcSwat. Untuk membandingkan nilai kekeringan yang diperoleh berikut diuraikan rekapitulasi masing-masing nilai pada DAS Limboto sebelum dilakukan simulasi arahan penggunaan lahan.

Rekapitulasi nilai kekeringan berdasarkan hasil simulasi arahan pada DAS Prioritas I. Hasil rekapitulasi ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai Kekeringan DAS Limboto setelah simulasi arahan

DAS Limboto	Klasifikasi	Luas Area (Ha)	Luas Area (%)
Kekeringan	Rentan	48821,2	56,6
	Tidak Rentan	37441,7	43,37

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4. Klasifikasi Kekeringan DAS Limboto Setelah Simulasi

Dengan membandingkan luas area yang mengalami kekeringan pada sebelum dan setelah dilakukan simulasi/running arahan penggunaan lahan maka dapat disimpulkan bahwa selisih luas area DAS yang mengalami kerentanan terhadap kekeringan dengan klasifikasi "Rentan", selisih yang diperoleh adalah 37513,1 Ha atau secara persentasi mengalami penurunan sebesar 43,4 %. Kendala utama yang dihadapi dalam perencanaan kekeringan di seluruh dunia adalah kurang adanya pengertian mengenai kekeringan di antara pengambil kebijakan, staf teknik, peneliti, dan masyarakat pada umumnya (Wilhite, 2000 dalam Adidarma dkk, 2011) untuk itu pemerintah Kabupaten Gorontalo diharapkan mampu meminimalisir kekeringan yang ada melalui pengintegrasian kebijakan antar pengelola DAS.

KESIMPULAN

Penggunaan lahan eksisting pada DAS Limboto telah mengindikasikan klasifikasi rentan kekeringan terhadap DAS Limboto, yang tersebar dalam keseluruhan Sub DAS/ DAS Kecil. Hal ini kemudian yang mendasari perlu dilakukan simulasi arahan yang telah disusun. Diperoleh penurunan persentasi luas DAS yang mengalami kekeringan, yakni sebesar 43,4 %. Pada sub DAS yang masih mengalami klasifikasi rentan kekeringan, diperlukan penanganan intensif khususnya pada jenis tanah yang rentan terhadap kekeringan. Misalnya terkait penerapan cara bercocok tanam

yang mengedepankan asas konservasi tanah dan air, mengingat penggunaan lahan yang bukan merupakan penyebab utama terjadinya tinggi kekeringan. Berdasarkan hal ini maka diperlukan berbagai penerapan model dalam skenario-skenario dengan penggunaan variabel jenis tanah dan jenis tutupan lahan. Hal ini dapat dilakukan pada penelitian lanjutan yang insyaAllah akan saya teliti lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Jazakumullah khoir DIKTI yang telah mendanai dan UM -Go (Universitas Muhammadiyah Gorontalo) yang telah memfasilitasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adidarma, W. K., Martawati, L., & Subrata, O. (2011). MODEL MONITORING KEKERINGAN DALAM KERANGKA MANAJEMEN TEMPORAL, 2(2), 113-124.
- Arnold, J. J., Kiniry, J., Srinivasan, R., Williams, J. R. R., Haney, E. B. B., & Neitsch, S. L. L. (2011). Soil and water assessment tool: Input/output file documentation version 2009. *Texas A~ M University ...*, 662. Diambil dari <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:SOIL+AND+WATER+A+SSESSMENT+T+OOL+I+INPUT+O+UTPUT+FILE+D+OCUMENTATION#2%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Soil+and+Water+Assessment+Tool+Input/Output+File+Docume>
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air* (II). Bogor: IPB.
- Ferijal, T. (2013). Aplikasi Model SWAT Untuk Mensimulasikan Debit Sub DAS Krueng Meulesong Menggunakan Data Klimatologi Aktual dan Data Klimatologi Hasil Perkiraan. *Rona Teknik Pertanian*, 6(1).
- Kodoatie, R. J. dan R. S. (2010). *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: ANDI.
- Meilianda, E. (2017). Analisis Kekeringan Menggunakan Metode Theory of Run di DAS Krueng Aceh, 24(2), 167-172. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.2.8>
- Narasimhan, B., & Srinivasan, R. (2005). Development and evaluation of Soil Moisture Deficit Index (SMDI) and Evapotranspiration Deficit Index (ETDI) for agricultural drought monitoring. *Agricultural and Forest Meteorology*, 133(1-4), 69-88. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2005.07.012>
- Sandi Cahyono, Imam Suprayogi, M. F. (2016). Analisis Indeks Kekeringan Menggunakan Metode Thornthwaite Mather Pada Das Siak, (September 2015), 1-15.
- Sholikhati, I., Harisuseno, D., Suhartanto, E., Program, M., Teknik, M., & Universitas, P. (2008). STUDI IDENTIFIKASI INDEKS KEKERINGAN HIDROLOGIS PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG).
- Tarigan, S., & Junaidi, E. (2015). ACCURACY OF MAPWINDOW AND SWAT WATERSHED MODEL IN SIMULATING HYDROLOGIC CHARACTERISTICS OF CISADANE WATERSHED , ACCURACY OF MAPWINDOW AND SWAT WATERSHED

MODEL IN SIMULATING HYDROLOGIC CHARACTERISTICS OF CISADANE WATERSHED , WEST JAVA INDONESIA, (February 2015).

Wuryanta, A. (2015). Arahan Fungsi Pemanfaatan Lahan Berbasis Daerah Aliran Sungai Sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan (Studi Kasus di Sub DAS Saminds). In *Prosiding Seminar Nasional Innovation in Environmental Management* (hal. V-1-V-5).