

STUDI PENENTUAN STATUS MUTU KUALITAS AIR WADUK BERDASARKAN PENGARUH TATA GUNA LAHAN PADA DAERAH TANGKAPAN AIR WADUK LAHOR

Syahrizal Mufrodi¹, Rini Wahyu Sayekti²

¹Mahasiswa Program Sarjana Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

²Dosen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145 Indonesia

email: odiongkek@gmail.com

ABSTRAK: Waduk Lahor merupakan waduk yang berlokasi di Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur dan dibangun untuk suplai air baku, suplai air irigasi, pengendalian banjir, pariwisata dan budidaya perikanan. Dengan adanya berbagai aktivitas di waduk dapat menyumbang beban pencemar yang akan meningkatkan unsur hara di waduk dan menurunkan kualitas perairan waduk. Analisa kualitas air yang dilakukan meliputi penentuan status mutu kualitas air di Waduk Lahor dengan menganalisis kandungan parameter kualitas air meliputi $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, DO, BOD, TSS, dan Total P pada Waduk Lahor dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran pada Bulan Januari hingga Desember pada tahun 2017. Berdasarkan hasil analisa status mutu air waduk Lahor didapat kondisi kualitas air pada Waduk Lahor memiliki status mutu air yaitu tercemar ringan. Analisis pengaruh tata guna lahan terhadap kualitas air di Waduk Lahor menggunakan aplikasi ArcSWAT (*Arc Soil and Water Assessment Tool*), yaitu kualitas air disimulasikan dari polutan di lahan dan perubahan dari parameter kualitas air di waduk dari tahun 2009 hingga tahun 2017. Dari hasil simulasi didapat bahwa jenis tata guna yang memberi beban masukan terbesar adalah berasal dari pertanian, hal ini dikarenakan pertanian merupakan jenis tata guna lahan yang dominan, dan pada analisis tingkat pencemaran kualitas air di Waduk Lahor selama tahun 2009 – 2017 kecenderungan terus mengalami peningkatan tiap tahunnya.

Kata Kunci: mutu air, indeks pencemaran, tata guna lahan, ArcSWAT

ABSTRACT: Lahor Reservoir is located in Malang, East Java. This reservoir built for raw water supply, irrigation water supply, flood control, tourism and fishery cultivation. With the existence of various activities in the reservoir, it can contribute pollutant loads that will increase the nutrient in reservoirs and reduce the quality of reservoir waters. The water quality analysis include determining the quality status of water quality in Lahor Reservoir by analyzing the water quality parameter content including $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, DO, BOD, TSS, and Total P in Lahor Reservoir by using Pollution Index in January until December in 2017. Based on the analysis of water quality status of Lahor reservoir, water quality condition in Lahor Reservoir has water quality status that is lightly contaminated. Analysis of the effect of land use in Lahor Reservoir using ArcSWAT (*Arc Soil and Water Assessment Tool*) application, by simulated water quality from pollutants in the land and changes of water quality parameters in reservoir from 2009 to 2017. From the simulation, the results are the type of land use that gives the largest input burden is derived from agriculture, this is because agriculture is the dominant type of land use and in the analysis of water quality pollution in Lahor Reservoir during 2009 - 2017 the trend continues to increase every year.

Keyword: water quality, pollution index, land use, ArcSWAT

PENDAHULUAN

Waduk Lahor di Kecamatan Sumberpucung Kabupaten Malang merupakan salah satu waduk yang menjadi sumber mata pencaharian dari masyarakat sekitar. Namun

waduk terus menerima masukan air dan memperoleh masukan bahan organik dan anorganik yang dapat mencemari kualitas air waduk. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian untuk menganalisa kondisi kualitas

air dari segi status mutu dan tingkat pencemaran pada Waduk Lahor, mengetahui pengaruh dari tata guna lahan terhadap kualitas di Waduk Lahor dan untuk mengetahui apakah Waduk Lahor kualitas airnya masih sesuai dengan peruntukannya atau tidak. Hal ini bermanfaat untuk sebagai dasar bagi pihak pengelola dalam menciptakan upaya untuk meningkatkan kualitas air di Waduk Lahor.

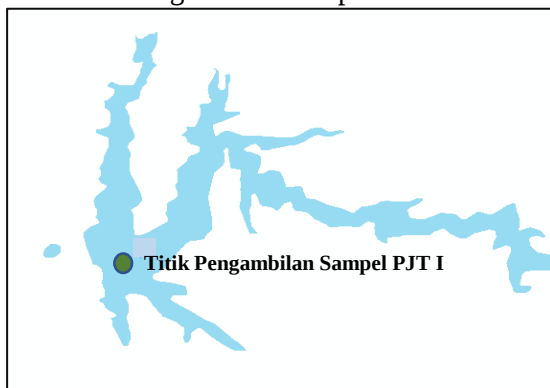
METODOLOGI

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam analisa kualitas air merupakan data sekunder (diperoleh dari instansi Perum Jasa Tirta I) meliputi $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Total-P, BOD, DO, dan TSS pada tahun 2017.

Sedangkan data yang diperlukan untuk analisis pengaruh tata guna lahan (diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Kabupaten Malang dan Badan Pengelolaan DAS) berupa data hujan, data peta tata guna lahan, data peta jenis tanah dan peta topografi DTA Waduk Lahor.

2. Titik Pengambilan Sampel



Gambar 1. Titik Pengambilan Sampel Parameter Kualitas Air

3. Langkah-Langkah Analisis

- Menguji data hujan dengan menggunakan metode uji konsistensi kurva massa ganda, uji ketidakadaan trend, dan uji stasioner
- Mengklasifikasikan musim basah dengan musim kering berdasarkan data hujan tahun 2017 yang mengacu pada klasifikasi musim oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG).
- Menganalisis kualitas air Waduk Lahor dengan membandingkan data kualitas air dari Perum Jasa Tirta I dengan baku mutu air kelas II PP RI No. 82 Tahun 2001 kelas II peruntukkan perikanan.
- Menganalisis status mutu kualitas air di Waduk Lahor dengan metode indeks

pencemaran berdasarkan baku mutu air kelas II PP RI No. 82 Tahun 2001 kelas II peruntukkan perikanan.

- Menganalisis kualitas air dan pengaruh tata guna lahan di Daerah Tangkapan Air Waduk Lahor menggunakan program (*software*) ArcSWAT.
- Menarik kesimpulan kondisi kualitas air di Waduk Lahor terhadap peruntukannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Hidrologi

Data hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi diambil dari 4 stasiun penakar hujan yaitu stasiun Sutami, Ngajum, Sumberpucung, dan Kepanjen. Data hujan yang dimaksudkan adalah data curah hujan harian dengan periode pengamatan tahun 2008 hingga tahun 2017. Rekapitulasi data hujan harian disajikan dalam bentuk data curah hujan harian maksimum tahunan yang dapat dilihat pada tabel berikut: Tabel 1. Data Curah Hujan Tahunan Total Selama 10 Tahun (2008-2017)

Th	Data Curah Hujan Tahunan (mm)			
	St. Sutami	St. Ngajum	St. S. pucung	St. Kepanjen
2008	2554	2152	1846	2587
2009	1620	1682	1295	1827
2010	3382	3540	2756	3352
2011	1795	1800	1345	1784
2012	2282	2236	1587	2084
2013	2417	2894	2608	3054
2014	1832	1774	1968	1446
2015	1822	2198	2044	2041
2016	3197	3272	3231	3541
2017	1883	2305	2475	1769

Sumber: Dinas PU Sumberdaya Air Kabupaten Malang, 2018

Uji Data Hujan

Data hujan perlu diuji terlebih dahulu sebelum dilakukan analisa selanjutnya untuk mengetahui kualitas dari data hujan tersebut. Uji data hujan meliputi uji ketidakadaan trend dan uji stasioner terhadap data hujan di DTA Waduk Lahor dan diperoleh hasil uji data hujan adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Rekapitulasi Pengujian Data Hujan

Stasiun Hujan	Jenis Pengujian		
	Ketiadaan Trend	Stasioner Uji F	Stasioner Uji t
Sutami	Diterima	Diterima	Diterima
Ngajum	Diterima	Diterima	Diterima
S. pucung	Diterima	Diterima	Diterima

Lanjutan Tabel 2 Rekapitulasi Pengujian Data Hujan

Stasiun Hujan	Jenis Pengujian		
	Ketiadaan Trend	Stasioner Uji F	Stasioner Uji t
Kepanjen	Diterima	Diterima	Diterima

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

2. Klasifikasi Musim Tahun 2017

Untuk menganalisa kualitas air perlu dilakukan pembagian musim untuk mengetahui pengaruh musim terhadap kualitas air waduk, BMKG menggunakan kriteria banyaknya curah hujan. Sedangkan untuk awal musim hujan adalah bulan pertama yang memiliki curah hujan sama atau lebih dari 50 mm. Sedangkan awal musim kemarau adalah bulan yang curah hujannya kurang dari 50 mm. (Aldriyan E., 2011)

Tabel 6. Klasifikasi Musim Wilayah Karangates

No.	Bulan	H Bulanan (mm)	Batas (mm)	Klasifikasi Musim
1	Januari	464	50	Basah
2	Februari	283	50	Basah
3	Maret	143	50	Basah
4	April	256	50	Basah
5	Mei	30	50	Kering
6	Juni	23	50	Kering
7	Juli	58	50	Kering
8	Agustus	2	50	Kering
9	September	29	50	Kering
10	Oktober	77	50	Basah
11	Novembe	328	50	Basah
12	Desember	189	50	Basah

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Keterangan:

H = Curah Hujan

3. Analisis Mutu Air Waduk Lahor Tahun 2017

Tabel 7. Rekapitulasi Prosentase Baku Mutu Kualitas Air Waduk Lahor

Parameter	H (m)	Kategori Musim			
		Basah M	Basah TM Memenuhi	Kering M	Kering TM
DO	0,3	71%	29%	80%	20%
	5	71%	29%	40%	60%
	10	43%	57%	20%	80%
BOD	0,3	0%	100%	0%	100%
	5	0%	100%	0%	100%
	10	0%	100%	0%	100%

Lanjutan Tabel 7. Rekapitulasi Prosentase Baku Mutu Kualitas Air Waduk Lahor

Parameter	H (m)	Kategori Musim			
		Basah M	Basah TM Memenuhi	Kering M	Kering TM
TSS	0,3	100%	0%	100%	0%
	5	100%	0%	100%	0%
	10	100%	0%	100%	0%
NO ₃ -N	0,3	100%	0%	100%	0%
	5	100%	0%	100%	0%
	10	100%	0%	100%	0%
NO ₂ -N	0,3	71%	29%	80%	20%
	5	43%	57%	80%	20%
	10	57%	43%	80%	20%
NH ₃ -N	0,3	14%	86%	0%	100%
	5	29%	71%	0%	100%
	10	43%	57%	0%	100%
Total-P	0,3	100%	0%	100%	0%
	5	100%	0%	100%	0%
	10	100%	0%	100%	0%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Keterangan:

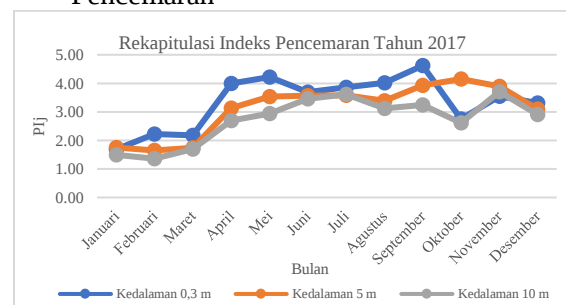
H : Kedalaman (m)

M : Memenuhi

TM : Tidak Memenuhi

Berdasarkan Tabel 7 Rekapitulasi Prosentase Baku Mutu Kualitas Air Waduk Lahor, jenis polutan yang melebihi baku mutu kelas II Waduk Lahor adalah BOD dan NH₃-N (amonia) dimana parameter ini mengalami prosentase melebihi baku mutu yang tinggi pada setiap musim sehingga akan berpotensi bahaya pada keberlangsungan fungsi waduk dan organisme pengairan khususnya pada budidaya perikanan yang ada di waduk.

4. Analisis Status Mutu Kualitas Air Waduk Lahor Tahun 2017 Metode Indeks Pencemaran



Gambar 2 Grafik Rekapitulasi Nilai Indeks Pencemaran Tahun 2017

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan Gambar. 2 Rekapitulasi Status Mutu Air dengan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran, pada tahun 2017 Waduk Lahor memiliki nilai status mutu air yaitu tercemar ringan dan apabila tiap kedalaman dibandingkan, nilai indeks pencemaran yang tertinggi terdapat pada kedalaman 0,3 m. sedangkan pada perbandingan musim, pada bulan kering lebih tinggi daripada saat bulan basah, hal ini diakibatkan peningkatan konsentrasi pada saat musim kering dimana suhu meningkat sehingga kadar oksigen dalam air terus meningkat.

5. Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Waduk

Berdasarkan peta tata guna lahan di DTA Waduk Lahor diperoleh jenis tata guna lahan dan luasan sebagai berikut:

Tabel 11 Data Tata Guna Lahan di DTA Waduk Lahor

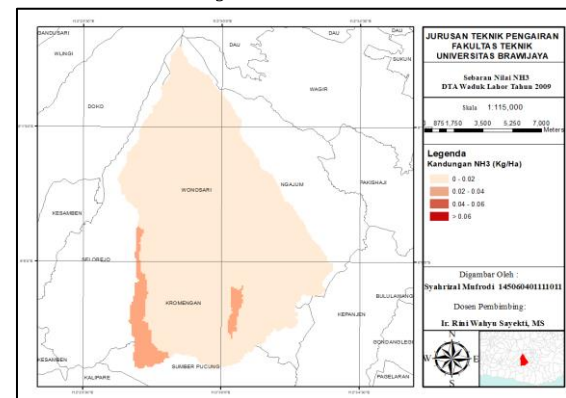
No	Tata Guna Lahan	2009		2017		+/- (%)
		Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)	
1	Hutan	1918	11.651	2116	12.854	10.324
2	Kebun	1240	7.534	1240	7.534	0.000
3	Pemukiman	996	6.049	1142	6.937	14.678
4	Pertanian	12009	72.959	11748	71.376	-2.170
5	Tubuh Air	167	1.013	168	1.023	1.042
6	Semak Belukar	131	0.794	45.402	0.276	-65.268
Total Luas		16460	100	16460	100	

Sumber : Badan Pengelolaan DAS, 2017

Jenis tata guna lahan pada Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Lahor jika ditinjau dari luasannya, yang menyumbang polutan terbesar yang ada di Waduk Lahor merupakan didominasi oleh pertanian dimana pertanian pada daerah ini mencapai 70% dari keseluruhan luasan tata guna lahan pada DTA Waduk Lahor. Kemudian hasil analisis aplikasi ArcSWAT diperoleh sebagai berikut:

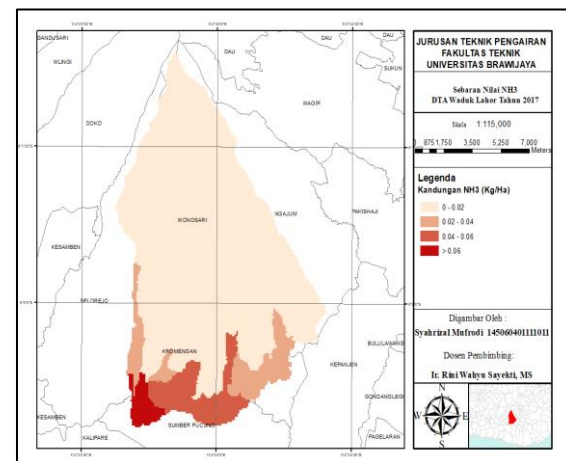
a) Fase di Lahan

• Sebaran $\text{NH}_3\text{-N}$ di Lahan



Gambar 3 Sebaran Nilai $\text{NH}_3\text{-N}$ DTA Waduk Lahor Tahun 2009

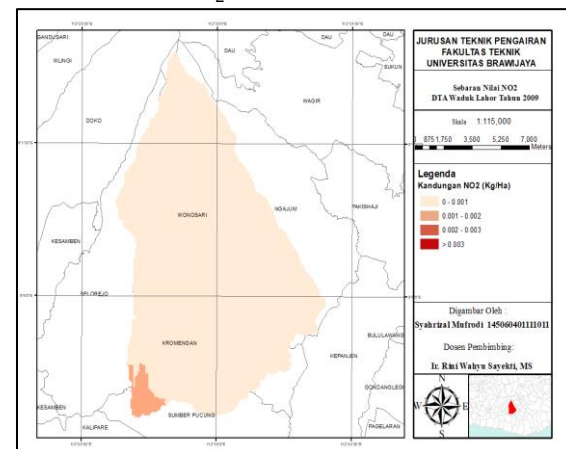
Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 4 Sebaran Nilai $\text{NH}_3\text{-N}$ DTA Waduk Lahor Tahun 2017

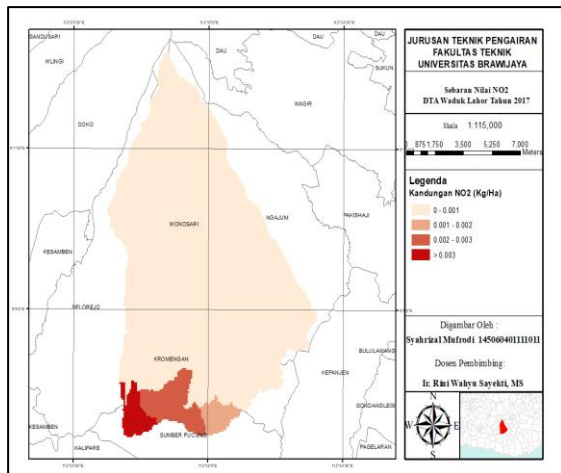
Sumber : Hasil Analisis, 2018

• Sebaran $\text{NO}_2\text{-N}$ di Lahan



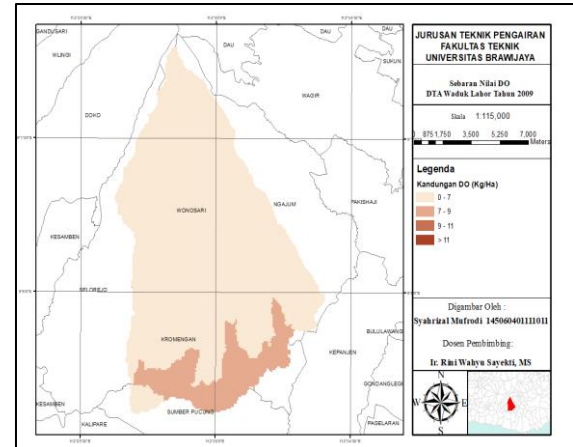
Gambar 5 Sebaran Nilai $\text{NO}_2\text{-N}$ DTA Waduk Lahor Tahun 2009

Sumber : Hasil Analisis, 2018



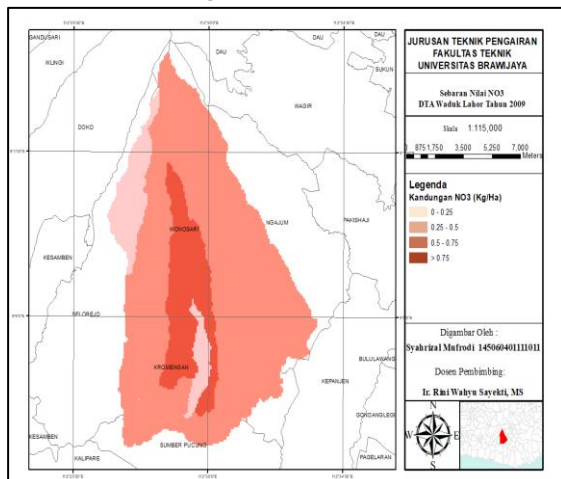
Gambar 6 Sebaran Nilai $\text{NO}_2\text{-N}$ DTA Waduk Lahor Tahun 2017
 Sumber : Hasil Analisis, 2018

- Sebaran DO di Lahan

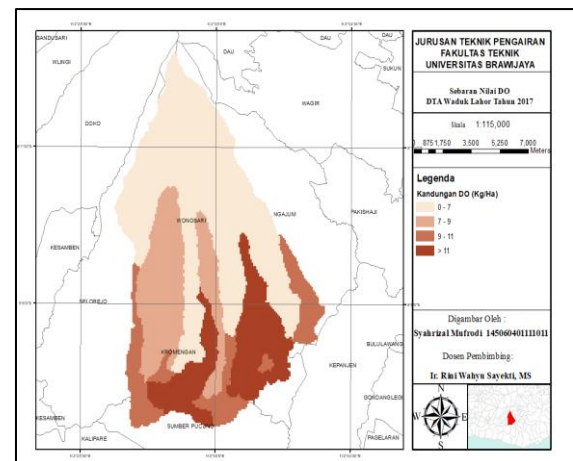


Gambar 9 Sebaran Nilai DO DTA Waduk Lahor Tahun 2009
 Sumber : Hasil Analisis, 2018

- Sebaran $\text{NO}_3\text{-N}$ di Lahan

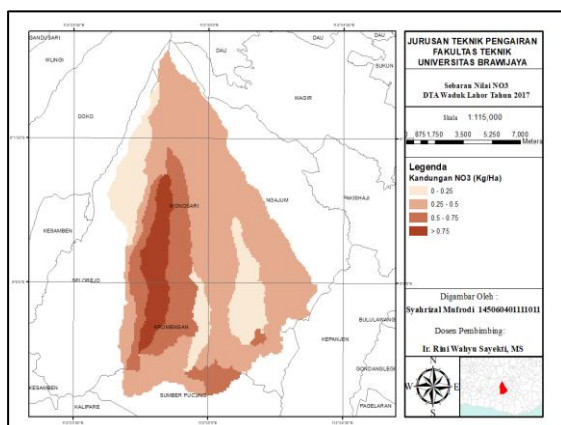


Gambar 7 Sebaran Nilai $\text{NO}_3\text{-N}$ DTA Waduk Lahor Tahun 2009
 Sumber : Hasil Analisis, 2018

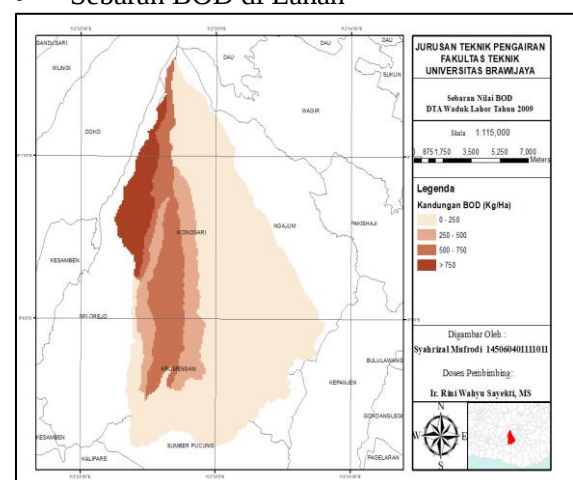


Gambar 10 Sebaran Nilai DO DTA Waduk Lahor Tahun 2017
 Sumber : Hasil Analisis, 2018

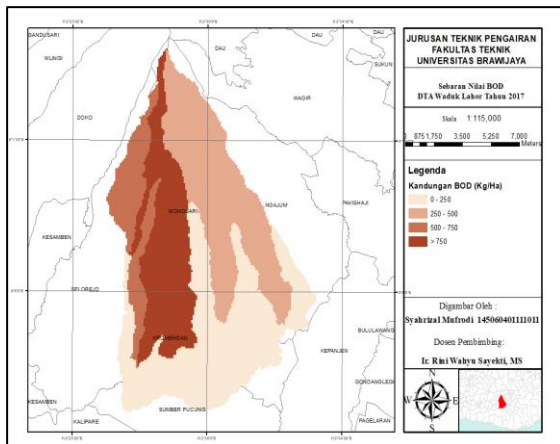
- Sebaran BOD di Lahan



Gambar 8 Sebaran Nilai $\text{NO}_3\text{-N}$ DTA Waduk Lahor Tahun 2017
 Sumber : Hasil Analisis, 2018



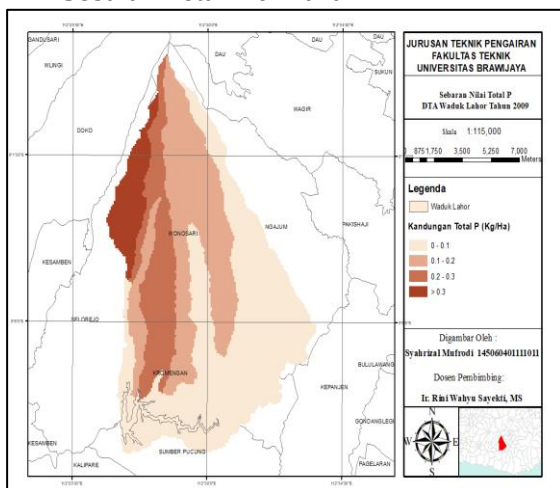
Gambar 11 Sebaran Nilai BOD DTA Waduk Lahor Tahun 2009
 Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 12 Sebaran Nilai BOD DTA Waduk Lahor Tahun 2017

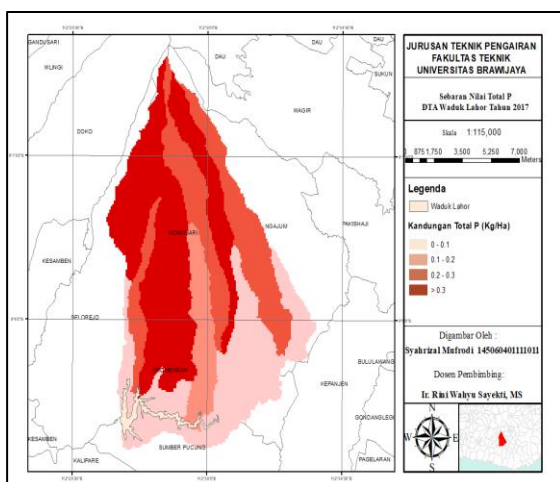
Sumber : Hasil Analisis, 2018

- Sebaran Total P di Lahan



Gambar 13 Sebaran Nilai Total P DTA Waduk Lahor Tahun 2009

Sumber : Hasil Analisis, 2018

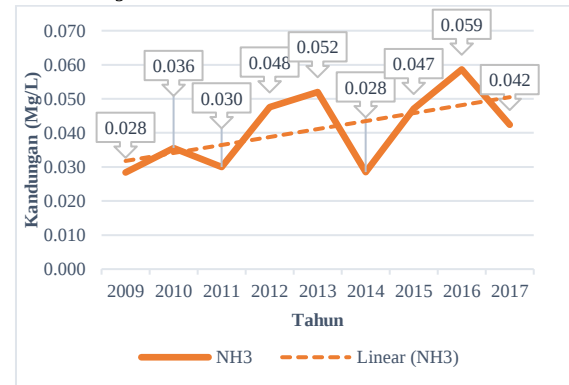


Gambar 14 Sebaran Nilai Total P DTA Waduk Lahor Tahun 2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

b) Fase di Waduk

- NH₃-N Rata-Rata Tahunan

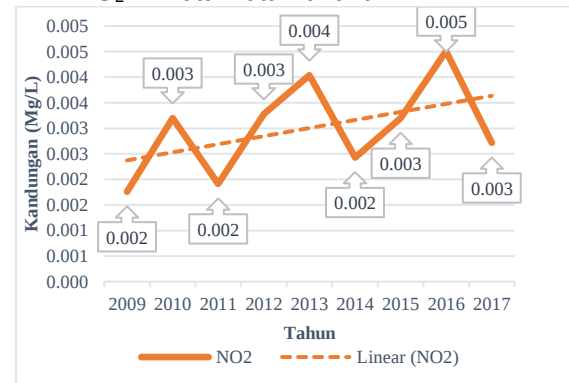


Gambar 15 Fluktuasi NH₃-N Tahunan DTA Waduk Lahor Tahun 2009-2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Gambar 15 menunjukkan pada hasil simulasi ArcSWAT kandungan NH₃-N di Waduk Lahor kecenderungan mengalami peningkatan yang dari tahun 2009 hingga tahun 2017, hal ini dipengaruhi oleh tata guna lahan di Waduk Lahor dan debit inflow yang masuk ke waduk kecenderungan mengalami peningkatan sehingga inflow polutan yang berasal dari lahan juga mengalami peningkatan yang terus menerus, hal ini akan menurunkan kondisi kualitas air di waduk apabila terus menerus mengalami peningkatan tiap tahunnya.

- NO₂-N Rata-Rata Tahunan



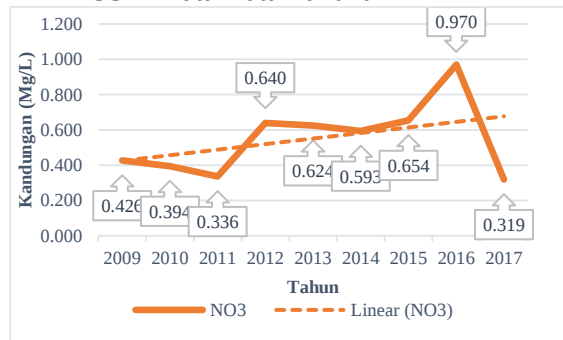
Gambar 16 Fluktuasi NO₂-N Tahunan DTA Waduk Lahor Tahun 2009-2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Gambar 16 pada hasil simulasi ArcSWAT menunjukkan bahwa selama tahun 2009 hingga tahun 2017 kandungan NO₂-N sangat fluktuatif dengan kecenderungan meningkat dari 2009 hingga

2017 hal ini dipengaruhi oleh debit inflow yang masuk ke waduk kecenderungan mengalami peningkatan dan juga diakibatkan tingginya aktivitas amonifikasi dan nitrifikasi yang berlangsung pada waduk.

- **NO₃-N Rata-Rata Tahunan**

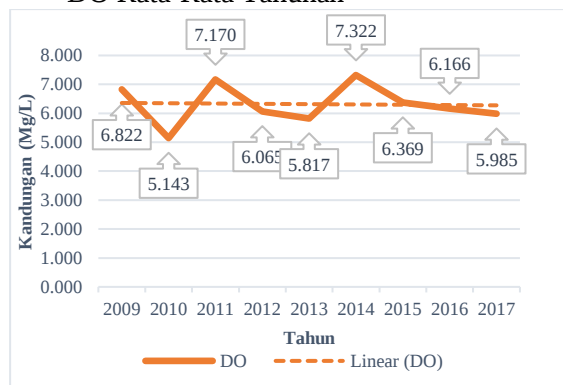


Gambar 17 Fluktuasi NO₃-N Tahunan DTA Waduk Lahor Tahun 2009-2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Gambar 17 pada hasil simulasi ArcSWAT menunjukkan bahwa selama tahun 2009 hingga tahun 2017 kandungan NO₃-N nilainya fluktuatif dan kecenderungan meningkat dimana NO₃-N tertinggi terjadi pada tahun 2016, hal ini diakibatkan debit inflow polutan yang berasal dari lahan mengalami kecenderungan peningkatan seiring peningkatan debit yang masuk ke waduk sehingga akan mempengaruhi kualitas air waduk apabila peningkatan terus terjadi.

- **DO Rata-Rata Tahunan**



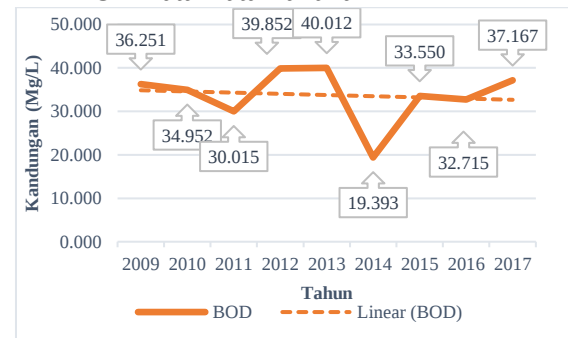
Gambar 18 Fluktuasi DO Tahunan DTA Waduk Lahor Tahun 2009-2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Gambar 18 pada hasil simulasi ArcSWAT menunjukkan bahwa

kandungan DO sangat fluktuatif namun kecenderungan terjadinya penurunan kandungan DO yang ada di Waduk Lahor, hal ini mengindikasikan menurunnya kualitas air di Waduk Lahor tiap tahunnya akibat aktivitas nitrogen dan fosfor dalam air waduk yang cenderung meningkat sehingga oksigen terlarut yang tersedia semakin menurun.

- **BOD Rata-Rata Tahunan**

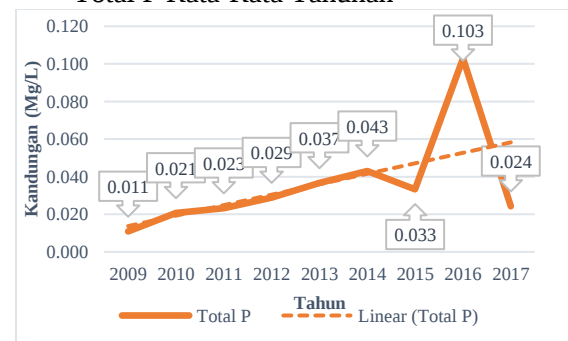


Gambar 19 Fluktuasi BOD Tahunan DTA Waduk Lahor Tahun 2009-2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Gambar 19 pada hasil simulasi ArcSWAT kandungan BOD nilainya fluktuatif namun kecenderungan terjadinya penurunan di Waduk Lahor, hal ini diakibatkan semakin menurunnya ketersediaan oksigen terlarut dari tahun 2009 hingga 2017 sehingga mengakibatkan kebutuhan akan oksigen juga akan menurun. Namun berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 kandungan BOD pada Waduk Lahor hasil pembacaan ArcSWAT tergolong sangat tinggi dan berbahaya pada organisme waduk.

- **Total P Rata-Rata Tahunan**



Gambar 20 Fluktuasi Total P Tahunan DTA Waduk Lahor Tahun 2009-2017

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan Gambar 20 pada hasil simulasi ArcSWAT menunjukkan bahwa selama tahun 2009 hingga tahun 2017 kandungan Total P mengalami fluktuasi yang kecenderungan mengalami peningkatan di Waduk Lahor, hal ini diakibatkan oleh inflow fosfor yang berasal lahan juga mengalami peningkatan yang terus menerus sehingga mempengaruhi kondisi kualitas air di waduk. Hal ini dipengaruhi terjadinya peningkatan debit air inflow yang masuk pada Waduk Lahor yang membawa lebih banyak polutan fosfor tiap tahunnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil penentuan kualitas air pada Waduk Lahor tahun 2017 yaitu diperoleh kondisi kualitas air Waduk Lahor adalah tercemar dimana parameter-parameter yang tidak memenuhi baku mutu dan berpotensi menyebabkan waduk Lahor semakin tercemar yaitu BOD dan $\text{NH}_3\text{-N}$. Tingginya kadar BOD dan $\text{NH}_3\text{-N}$ disebabkan oleh masuknya zat pencemar berupa nutrisi dari pertanian dan limbah domestik dari pemukiman penduduk, dimana kondisi ini dapat menyebabkan terganggunya fungsi waduk dan ekosistem pada perairan Waduk Lahor.
2. Hasil penentuan status mutu kualitas air waduk pada tahun 2017 diperoleh status mutu kualitas air Waduk Lahor adalah tercemar ringan pada semua kedalaman dan sepanjang bulan Januari hingga Desember pada tahun 2017 dengan rentang nilai indeks pencemaran terendah 1.360 pada kedalaman 10 m di musim basah dan tertinggi 4.619 pada kedalaman 0.3 m di musim kering.
3. Hasil analisa menggunakan simulasi pemodelan ArcSWAT terhadap pengaruh perubahan tata guna lahan tahun 2009 – 2017 pada kualitas air diperoleh jenis tata guna lahan yang memberi masukan paling dominan dengan luasan sebesar 70% adalah dari jenis pertanian. Kemudian hasil simulasi ArcSWAT menunjukkan adanya kecenderungan jumlah kandungan polutan mengalami peningkatan tahun 2009 hingga tahun pada parameter-parameter kualitas air yang diteliti yang menunjukkan semakin menurunnya kualitas air di Waduk Lahor

Saran

1. Sebaiknya perlu ditambahkan titik pengambilan sampel pada Waduk Lahor guna menambah tingkat akurasi dalam penentuan tingkat pencemaran di Waduk Lahor mengingat Waduk Lahor dimanfaatkan oleh warga.
2. Perlunya diadakan penelitian-penelitian tingkat lanjut mengenai penggunaan pupuk di pertanian serta perkebunan yang ada di Daerah Tangkapan Air Waduk Lahor dan peningkatan pengawasan dalam penggunaan pupuk oleh pemerintah dan instansi terkait dalam upaya menekan pertambahan jumlah nutrisi yang besar masuk ke badan air agar tidak mencemari suatu perairan waduk.
3. Dalam upaya pengembangan dan meningkatkan akurasi khususnya dalam penggunaan aplikasi pemodelan suatu DAS seperti ArcSWAT 2012 untuk jajarannya akademisi khususnya mahasiswa Teknik Pengairan perlu untuk melakukan survei di lapangan untuk melakukan pengukuran terhadap polutan dan sebaran polutan dilahan, pemetaan jenis tanah dan karakteristik tanah di suatu DAS

DAFTAR PUSTAKA

- Apridayanti, Eka. 2008. *Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur*. Tesis. Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2009. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2009 Tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan / Waduk. Lembaran Negara RI Tahun 2009., Sekretariat Negara. Jakarta
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Lembaran Negara RI Tahun 2009., Sekretariat Negara. Jakarta
- Soewarno. 1995. *Hydrologi – Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data* Jilid II. Bandung: NOVA.
- Suhartanto, Ery. 2008. *Panduan AVSWAT 2000 dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sumberdaya Air*. Malang: CV. Asrori