



Studi Kualitas Air Sungai Sario Di Kota Manado Dengan Metode Model Dinamis

Roy A. Pakpahan^{#a}, Cindy J. Supit^{#b}, Pingkan A. K. Pratas^{#c}

^aProgram Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
[#]royarmandopakpahan26@gmail.com, ^bcindyjeanesupit@unsrat.ac.id, ^cpingkanpratas@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai sario merupakan sumber daya yang strategis bagi masyarakat yang mengalami penurunan kualitas air terutama di bagian hilir sungai sebelum mengarah ke air laut, hal ini disebabkan oleh faktor manusia dan faktor alami. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan gambaran dan menganalisis parameter yang membuat penurunan konsentrasi kualitas air serta menentukan konsentrasi optimal *Dissolved Oxygen* (DO) terhadap faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai berdasarkan model dinamis dengan melakukan simulasi pada aplikasi softwer Stella Version 9.1.4. Hasil analisis kualitas air sungai Sario di 3 titik wilayah studi yaitu segmen Wanea, Sario dan Boulevard hampir semua parameter sesuai baku mutu. Parameter yang mengalami penurunan dan peningkatan adalah pada segmen Boulevard konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD), kekeruhan, *Chemical Oxygen Demand* (COD), E. coli dan DO yang dipengaruhi oleh variable – variable penyusun kinetika DO yang telah divalidasi dengan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) berkisar 5,190 – 9,611 %. Konsentrasi DO optimal dari hasil pemodelan simulasi model dinamis pada 3 titik segmen sungai wilayah studi berkisar antara 5,06 mg/l – 5,56 mg/l, menunjukkan sungai dapat mempertahankan konsentrasi DO dengan aerasi atau produksi oksigen dari fotosintesis alga yang minimal dan sungai tidak dapat mempertahankan konsentrasi DO apabila terjadi reaerasi dan fotosintesis minimal secara bersamaan yang mengakibatkan penurunan kosentrasi DO.

Kata kunci: sungai Sario, kualitas air, model dinamis, Dissolved Oxygen (DO)

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sungai Sario merupakan sungai utama dari DAS Sario dengan panjang aliran sungai ± 15 km. Dari segi administrative DAS Sario mencakupi sebagian wilayah Kota Manado dan Kabupaten Minahasa. Kota Manado merupakan hilir dari DAS Sario yang meliputi daerah Citraland, Wanea, Tanjung Batu, Sario dan di jalan Pierre Tendean- Boulevard. DAS Sario sendiri diapit oleh beberapa desa dan kecamatan yang mempunyai aktivitas penggunaan lahan seperti pemukiman, hotel, pasar dan industri yang diduga mempengaruhi kualitas air sungai Sario.

Data hasil analisis kualitas air sungai Sario dilakukan di tiga titik lokasi pengambilan menggunakan 9 parameter yaitu; kekeruhan, suhu, pH, nitat, nitrit, BOD, COD DO dan E. coli. Pada peneliti sebelumnya hasil analisis kualitas air sungai Sario pada bagian hilir sungai di segmen Boulvard untuk parameter Dissolved Oxygen (DO) pada lokasi pembuangan air sungai ke laut menunjukkan konsentrasi sebesar 1,99 mg/L, penurunan nilai DO disebabkan terjadinya mixing air Sungai Sario dengan faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai yang mengandung kebutuhan oksigen biokimia BOD (Biochemical Oxygen Demand), kebutuhan oksigen kimiawi COD (Chemical Oxygen Demand), Nitrat, Nitrit, dan pengukuran laju oksidasi NH₃ (Nitrat) dan NO₂ (Nitrit) dan proses nitrifikasi sungai (Abidjulu, J. 2016).

Parameter DO merupakan parameter yang memiliki kandungan oksigen yang sangat penting dalam menentukan kualitas air karena komponen tersebut sangat menentukan kelangsungan makhluk hidup akuatik. Konsentrasi minimum DO adalah 3-4 mg/L dan konsentrasi optimal adalah sebesar 5-7 mg/L dimana konsentrasi ini masing-masing digunakan untuk memantau aktivitas proses respirasi algae dan proses oksidasi biokimia (Hakim, Ayu Ratri Wijayaning 2016). Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan model yang menghubungkan kualitas air sungai dengan sumber polutannya melalui proses fisika dan kimia. Pada penelitian sebelumnya, hanya menganalisis kualitas dan membandingkan kualitas air dengan baku mutu air sesuai PP No. 82 Tahun 2001. Sementara itu, pada penelitian ini menganalisis bagaimana proses penurunan DO dan faktor yang mempengaruhi kualitas air terjadi sehingga pada saat air sungai masuk ke air laut tidak mengakibatkan pencemaran pada air laut dan kelangsungan kelangsungan biota mahluk hidup air laut. Pada penelitian ini, model yang dibuat adalah sebuah pendekatan sistem model yang dinamis menggunakan sungai sebagai sumber informasi mengenai faktor yang mempengaruhi kualitas air dengan menggunakan model simulasi kualitas air. Kekurangan model ini adalah sistem pengelolaan air limbah dan air sungai.

Simulasi kualitas air sungai memerlukan data hidrogeologi, data kualitas air terhadap faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai dan data sekunder sebagai data pendukung untuk simulasi model dinamis. Sistem model dinamis dapat menghasilkan laju aktivitas faktor yang mempengaruhi spesifik pada daerah sungai untuk digunakan dalam aplikasi software Stella Version 9.1.4. Dengan menggunakan sistem model dinamis sungai Sario terkhususnya bagian hilir sungai Sario dapat menjadi alat dalam penentuan kebijakan pembuangan efluen pada sungai sebelum mengarah ke air laut.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana konsentrasi faktor yang mempengaruhi kualitas air pada pembuangan efluen air sungai?
2. Apa yang membuat penurunan konsentrasi faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai?
3. Berapa konsentrasi optimal DO terhadap faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai berdasarkan model dinamis?

1.3. Batasan Masalah

1. Objek pada penelitian ini adalah segmen sungai Sario di Kota Manado yang merupakan badan air penerima efluen limbah dari pemukiman penduduk, industri dan fasilitas umum lainnya.
2. Segmen sungai yang menjadi wilayah studi adalah:
 - a. Segmen sungai Sario di Wanae.
 - b. Segmen sungai Sario di Sario
 - c. Segmen sungai Sario di Boulevard
3. Kualitas air berdasarkan parameter fisika kimia dan mikrobiologi melalui pendekatan model dinamis.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan gambaran mengenai konsentrasi yang mempengaruhi kualitas air sungai dengan model dinamis yang menggunakan aplikasi software Stella version 9.1.4 untuk menganalisa bagaimana struktur fisika, kimia dan mikrobiologi pada pembuangan efluen air sungai.
2. Untuk menganalisa parameter yang membuat penurunan konsentrasi yang mempengaruhi kualitas air sungai pada pembuangan efluen air sungai.
3. Untuk menentukan konsentrasi optimal DO terhadap faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai berdasarkan model dinamis yang akan digunakan sebagai alat untuk penentuan kebijakan pembuangan efluen pada air sungai.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Untuk menjadi acuan penghitungan daya dukung kualitas air sungai dengan metode pemodelan sistem dinamis.

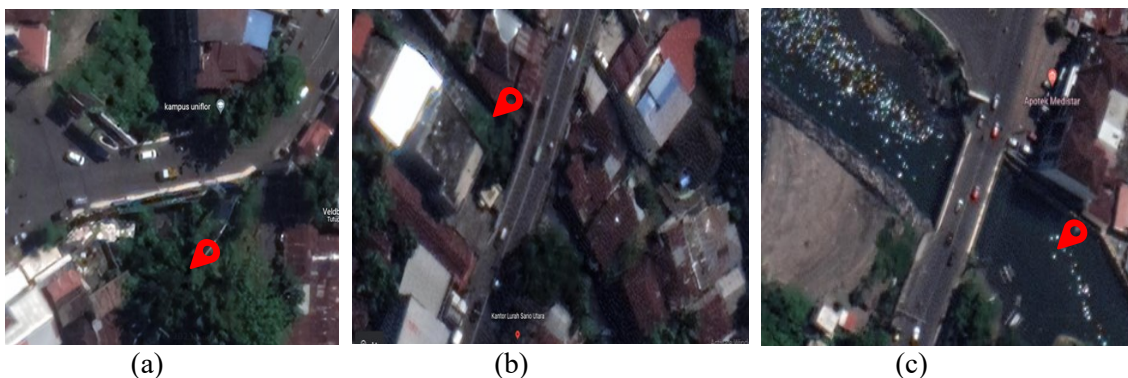
2. Untuk meminimalkan resiko penurunan kualitas air sungai dari pembuangan limbah ke sungai.
3. Untuk memberikan solusi optimal melalui pendekatan model dinamis sebagai salah satu upaya pengendalian kualitas air limbah domestik dan air sungai di Indonesia.

2. Metode

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 08 maret 2023 dan 03 maret 2023 serta dilakukan pada 3 lokasi segmen wilayah studi yang ditunjukkan pada Gambar 1.

- a. Segmen sungai Wanea dengan koordinat $1^{\circ}27'42,4''$ N, $124^{\circ}50'21,0''$ E berada di kelurahan Wanea, Kecamatan Wanea, Kota Manado, Sulawesi Utara.
- b. Segmen sungai Sario dengan koordinat $1^{\circ}28'22,7''$ N, $124^{\circ}50'10,7''$ E berada di Jl. Ahmad Yani, Titiwungen Selatan, Kecamatan Sario, Kota Manado, Sulawesi Utara.
- c. Segmen Boulevard dengan koordinat $1^{\circ}28'29,3''$ N, $124^{\circ}50'01''$ E berada di Jl. Pierre Tendean, Titiwungen Selatan, Kecamatan Sario, Kota Manado, Sulawesi Utara.



Gambar 1. (a) Segmen Wanea (b) Segmen Sario (c) Segmen Boulevard.
Sumber: Google Earth

Sungai Sario merupakan sungai utama dari daerah aliran sungai (DAS) Sario dengan panjang aliran sungai ± 15 km. Dari segi administrative DAS Sario mencakupi sebagian wilayah kota Manado dan kabupaten Minahasa. kota Manado merupakan hilir dari DAS Sario yang meliputi daerah Citraland, Wanea, Tanjung Batu, Sario dan di jalan Pierre Tendean- Boulevard.

2.2. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode model dinamis dengan menggunakan analisis simulasi aplikasi software 9.1.4. Analisis simulasi model dinamis berfungsi untuk mengetahui informasi mengenai faktor yang mempengaruhi kualitas air, dapat menghasilkan laju aktivis faktor yang mempengaruhi spesifik pada daerah sungai dan alat dalam penentuan kebijakan pembuangan efluen pada sungai sebelum mengarah ke air laut.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi/data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Data yang dimaksud adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari sampling hasil uji sampling tersebut dilakukan pada tahun maret dan mei tahun pada tahun 2023. Data sekunder didapatkan dari data pemantauan kualitas air Sungai Sario oleh data dari Dinas Lingkungan Hidup, penelitian terdahulu dan data dari referensi sungai dengan karakteristik mirip sungai Sario.

2.4. Metode Sampling

Pengambilan sampel air sungai menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan. Metode pengambilan sampel

yang digunakan adalah grab sampling method yakni metode pengambilan sampel yang diambil langsung pada suatu titik yang dianggap dapat mewakili kondisi kualitas air sungai. Untuk pengambilan sampel air sungai, siapkan wadah untuk pengambilan sampel air, yaitu botol yang disterilkan dan disegel. Pertama, bilas 3 kali dengan sampel menggunakan air. Kedua, sampel diambil langsung dari sumber air sungai menggunakan botol yang disiapkan dengan menempatkannya berlawanan dengan aliran. Ketiga, setiap botol diberi tanda/label dengan ciri pengenal

2.5. Metode Analisis Data

Data primer yang diperoleh yaitu hasil pengujian laboratorium dan data sekunder diperoleh pengambilan data dari instansi terkait dan referensi sungai. Data diolah menggunakan model dinamis dengan analisis simulasi aplikasi software Stella Version 9.1.4 dan melakukan hasil uji simulasi data melalui metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Bentuk persamaan dari metode hasil uji data sebagai berikut:

MAPE < 5% : sangat tepat 5% < MAPE < 10% : tepat

MAPE > 10% : tidak tepat

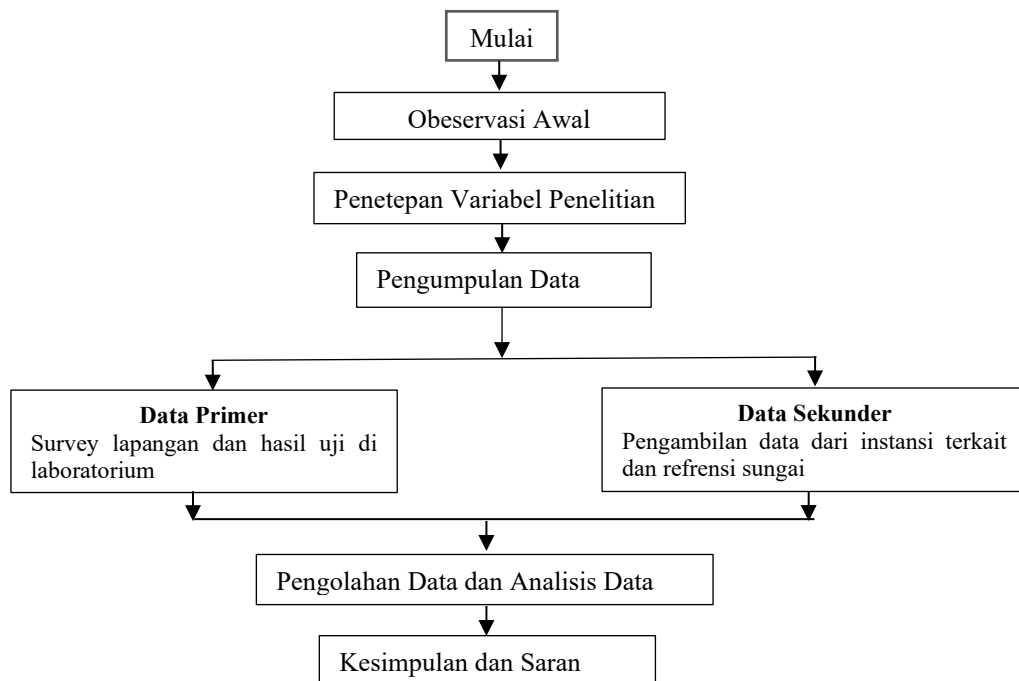
$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|X_m - X_d|}{X_d} \times 100\%$$

Dimana: X_m : Konsentrasi DO sesuai model

X_d : Konsentrasi DO sesuai data

n : jumlah data

2.6. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Diagram Alir Penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pemantauan tersebut dapat dilihat lebih jelas pada lampiran 1. Berdasarkan tersebut diketahui bahwa konsentrasi DO pada semua titik berkisar antara 6 mg/l – 7 mg/l pada bulan maret dan mei , sedangkan zat pencemar dengan parameter BOD, COD, E.coli mengalami peningkatan pada bulan maret dengan konsentrasi tertinggi pada titik 3 yaitu; BOD sebesar 13 mg/l, COD sebesar 52 mg/l dan pada bulan mei zat pencemar E. coli mengalami peningkatan konsentrasi pada

titik 3 sebesar 3500 jml /100ml. Data tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi COD dan BOD pada saat memasuki bulan penghujan akan mengalami peningkatan dan DO akan mengalami penurunan, sedangkan pada saat memasuki bulan kemarau E. coli mengalami peningkatan konsentrasi yang saat tinggi. Untuk lebih jelasnya hasil pengamatan data bisa dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil Pengamatan Data

Parameter	Satuan	Wanea		Sario		Boulevard	
		Sampling 1	Sampling 2	Sampling 1	Sampling 2	Sampling 1	Sampling 2
BOD	mg/l	2	1	2	3	13	1
COD	mg/l	2	<6	2	<6	52	<6
Kekeruhan	NTU	1,86	1	2,71	1	2,24	2
DO	mg/l	6	7	6	7	6	7
Nitrat	mg/l	0,8	0,9	1,1	<0,3635	1	<0,3635
Nitrit	mg/l	0,057	0,01	0,057	<0,0025	0,057	0,005
pH	-	6,96	6,31	6,82	6,31	6,64	6,54
Temperatur	°c	25,2	28,2	26,4	29,6	28,8	31,2
E. coli	Jml /100 ml	49	920	110	1700	350	3500

3.1. Hidrologi DAS segmen sungai Wanea, segmen sungai Sario dan segmen sungai Boulevard

1. Kondisi di sekitar segmen sungai Wanea, segmen Sario dan segmen Boulevard
Segmen Sungai Wanea, Sario dan Boulevard terletak di pemukiman padat penduduk yang merupakan wilayah industri, perkantoran, dan juga terdapat fasilitas umum seperti sekolah, gereja, masjid dan lain - lain. Segmen sungai Wanea terletak pada 1.443 m dari permukaan air laut, segmen sungai Sario terletak pada 480 m dari permukaan air laut dan segmen sungai Boulevard terletak dari pengambilan sampel pada 20 m dari permukaan air laut.
2. Hidrogeometri sungai

Tabel 2. Hidrogeometri Sungai

Lokasi	Hidrogeometri		
	Lebar	Kedalaman	Kecepatan
Wanea	7,85 m	0,97 m	0,259 m/s
Sario	7 m	0,7 m	0,196 m/s
Boulevard	5 m	0,56 m	0,112 m/s

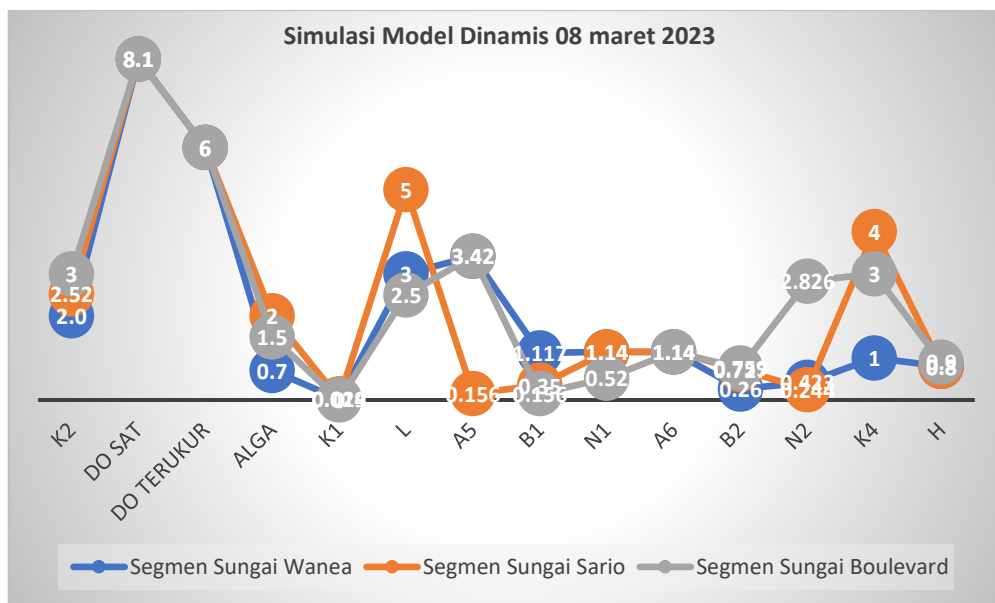
3. Kualitas air
Pada sampling I tanggal 08 maret 2023 pada lokasi segmen Wanea, segmen Sario dan segmen Boulevard beberapa parameter mengalami peningkatan dan penurunan baik dari segi parameter fisika, kimia maupun mikrobiologi yang bersumber perbedaan jumlah polutan di segmen pembuangan effluent pada air sungai. Adapun parameter yang mengalami peningkatan di ketiga wilayah segmen studi tersebut adalah BOD, COD, kekeruhan, nitrat temperatur dan E. coli, sedangkan parameter yang mengalami penurunan adalah pH. Jadi kita dapat menyimpulkan bahwa semakin aliran sungai ke arah hilir maka jumlah polutan dan konsentrasi mengalami peningkatan dan penurunan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 1.

Pada tanggal 03 mei 2023 pada lokasi segmen Wanea, segmen Sario dan segmen Boulevard beberapa parameter mengalami peningkatan dan penurunan baik dari segi parameter fisika, kimia maupun mikrobiologi yang bersumber perbedaan jumlah polutan di segmen pembuangan effluent pada air sungai. Adapun parameter yang mengalami peningkatan di ketiga segmen wilayah studi tersebut adalah kekeruhan, temperatur, pH dan E. coli sedangkan parameter yang mengalami penurunan adalah nitrat dan nitrit. Jadi kita dapat menyimpulkan bahwa semakin aliran sungai ke arah hilir maka jumlah polutan dan konsentrasi mengalami peningkatan dan penurunan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 1.

3.2 Hasil Simulasi dan Validasi Model Dinamis

Metode yang digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) berdasarkan konsentrasi efluen yang telah dianalisa dan yang diprediksi oleh model. MAPE merupakan rata-rata absolut dari kesalahan terhadap prediksi model, dihitung berdasarkan Persamaan (1). Nilai optimal parameter pada model dipilih berdasarkan nilai MAPE terendah dan hasil model yang dapat diterima. Uji ini juga digunakan untuk mengetahui kesesuaian data hasil prakiraan dengan data aktual.

1. Simulasi model dinamis pada segmen sungai Wanea, Sario dan Boulevard 8 maret 2023
 Segmen sungai Wanea, segmen sungai Sario dan segmen sungai Boulevard merupakan lokasi wilayah industri, perkantoran, dan juga terdapat fasilitas umum lainnya. Berdasarkan hasil analisis data pada ketiga lokasi segmen ini beberapa parameter mengalami peningkatan dan penurunan. Dengan didukung data tersebut baik primer dan sekunder, maka simulasi dan kalibrasi model dinamis DO pada lokasi ini dapat dilakukan. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Sario dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Simulasi DO pada segmen sungai Wanea, Sario dan Boulevard 08 Maret 2023

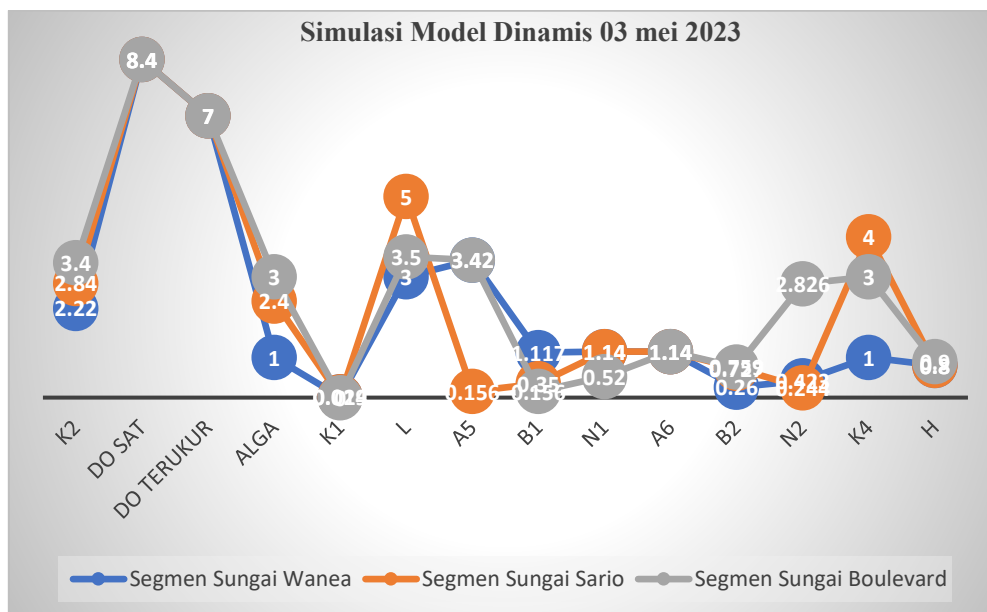
Hasil simulasi pada Gambar 3 menunjukkan dinamika konsentrasi DO pada 08 Maret 2023 beserta variable – variable penyusun kinetika DO mengalami penurunan dan peningkatan pada segmen sungai Wanea, segmen sungai Sario dan segmen sungai Boulevard. Parameter yang mengalami peningkatan penyusun kinetika DO diantaranya K2 (laju aerasi), B2 (koefisien rate oksidasi nitrit), A5 (rate pengambilan oksigen untuk oksidasi NH3), N2 (nitrit), dan H (kedalaman). sedangkan parameter yang mengalami penurunan penyusun kinetika DO diantaranya K1 (rate deoksigenasi BOD), L (kosentrasi akhir BODn), B1 (kofisien rateoksidasi amoniak) K4 (SOD) dan N1 (nitrat). Model dinamis DO pada lokasi segmen sungai Wanea, segmen sungai Sario dan segmen sungai Boulevard setelah divalidasi sesuai dengan perhitungan MAPE. Hasil validasi model dinamis DO pada lokasi segmen sungai Wanea, segmen Sario dan segmen Boulevard dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Model Dinamis DO

Bulan	Xm	Xd	Xm-Xd	(Xm-Xd)/Xd
3	6.89	6	0.89	0.148
3	6.54	6	0.54	0.090
3	6.3	6	0.3	0.05
Total				0.288
MAPE%				9.611

Berdasarkan hasil perhitungan di atas nilai MAPE yang didapatkan adalah 9,611 % dan masuk dalam kategori tepat. Nilai MAPE yang menunjukkan ketepatan kalibrasi memberikan informasi bahwa nilai konsentrasi DO model sangat akurat terhadap data konsentrasi DO data acuan.

2. Simulasi model dinamis pada segmen sungai Wanea dengan segmen Sario 03 Mei 2023
 Segmen sungai Wanea, segmen sungai Sario dan segmen sungai Boulevard merupakan lokasi wilayah industri, perkantoran, dan juga terdapat fasilitas umum lainnya. Berdasarkan hasil analisis data pada ketiga lokasi segmen ini beberapa parameter mengalami peningkatan dan penurunan. Dengan didukung data tersebut baik primer dan sekunder, maka simulasi dan kalibrasi model dinamis DO pada lokasi ini dapat dilakukan. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Sario dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Simulasi DO pada segmen sungai Wanea, Sario dan Boulevard 08 Maret 2023

Hasil simulasi pada gambar 4 menunjukkan dinamika konsentrasi DO pada 03 Mei 2023 beserta variable – variable penyusun kinetika DO mengalami penurunan dan peningkatan pada segmen sungai Wanea, segmen sungai Sario, segmen sungai Boulevard. Parameter yang mengalami peningkatan penyusun kinetika DO diantaranya K2 (laju aerasi), alga, B2 (koefisien rate oksidasi nitrit), A5 (rate pengambilan oksigen untuk oksidasi NH3), N2 (nitrit), dan H (kedalaman) sedangkan parameter yang mengalami penurunan penyusun kinetika DO diantaranya diantaranya K1 (rate deoksigenasi BOD), L (kosentrasi akhir BODn), B1 (kofisien rateoksidasi amoniak) K4 (SOD) dan N1 (nitrat). Model dinamis DO pada lokasi segmen sungai Wanea, segmen Sario dan segmen Boulevard setelah divalidasi sesuai dengan perhitungan MAPE. Hasil validasi model dinamis DO pada lokasi segmen sungai Wanea, segmen sungai Sario segmen sungai Boulevard dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Model Dinamis DO

Bulan	Xm	Xd	Xm-Xd	(Xm-Xd)/Xd
5	7.19	7	0.19	0.027
5	7.13	7	0.13	0.019
5	7.11	7	0.11	0.11
Total				0.156
MAPE%				5.190

Berdasarkan hasil perhitungan di atas nilai MAPE yang didapatkan adalah 5,190 % dan masuk dalam kategori tepat. Nilai MAPE yang menunjukkan ketepatan kalibrasi memberikan

informasi bahwa nilai konsentrasi DO model sangat akurat terhadap data konsentrasi DO data acuan.

3.3 Skenario Simulasi Model Dinamis

Simulasi diperlukan untuk melihat pengaruh suatu perlakuan atau suatu kondisi tertentu terhadap variabel-variabel pada lokasi studi. Pada pengembangan model ini akan dilakukan simulasi terhadap empat skenario, sebagai berikut.

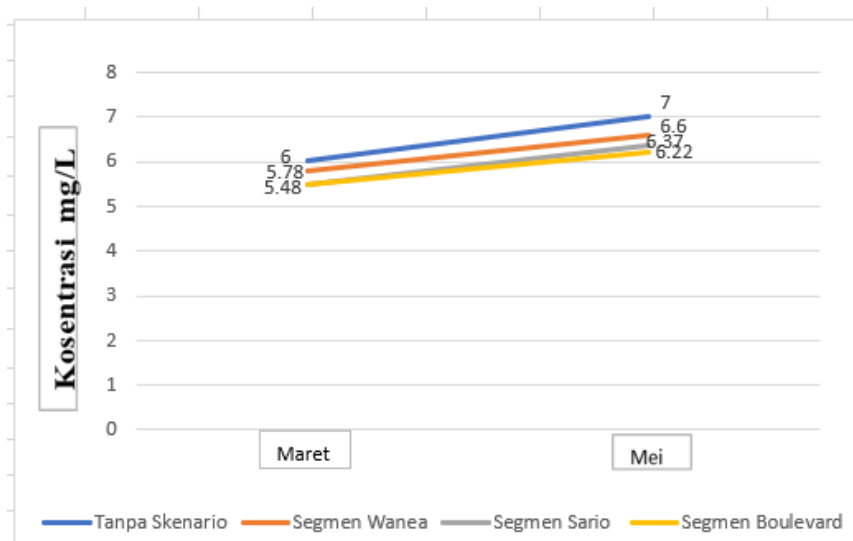
- Skenario 1: Laju reaerasi sangat rendah sesuai rentang perhitungan yang didapatkan dalam model dinamis.
- Skenario 2: Nilai selisih proses fotosintesis dan respirasi alga rendah sesuai rentang perhitungan yang didapatkan dalam model dinamis.
- Skenario 3: Skenario 1 dan 2 terjadi bersamaan.

1. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Wanea

Model dinamis DO telah disimulasikan sesuai dengan skenario yang dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Simulasi berdasarkan skenario menggunakan model yang sama. Berikut hasil simulasi model dinamis DO tanpa skenario, skenario I dengan skenario 2 dan skenario 3 pada segmen sungai Wanea dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5.

Tabel 5. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Wanea

Bulan	Perbandingan Kosentrasi DO (mg/l)			
	Tanpa Skenario	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
3	6	5.78	5.48	5.48
5	7	6.67	6.37	6.22



Gambar 5. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Wanea

Berdasarkan hasil analisis di atas, sungai tidak dapat mempertahankan konsentrasi DO bila terjadi reaerasi dan fotosintesis minimal secara bersamaan yang mengakibatkan penurunan konsentrasi DO. Berdasarkan data di atas diketahui bahwa konsentrasi DO pada bulan maret lebih rendah dari konsentrasi DO pada bulan mei. Simulasi juga memperlihatkan bahwa konsentrasi DO minimum tanpa skenario, skenario 1 dan skenario 2 bulan maret dan mei yang harus dipertahankan sebesar 5,48 mg/l.

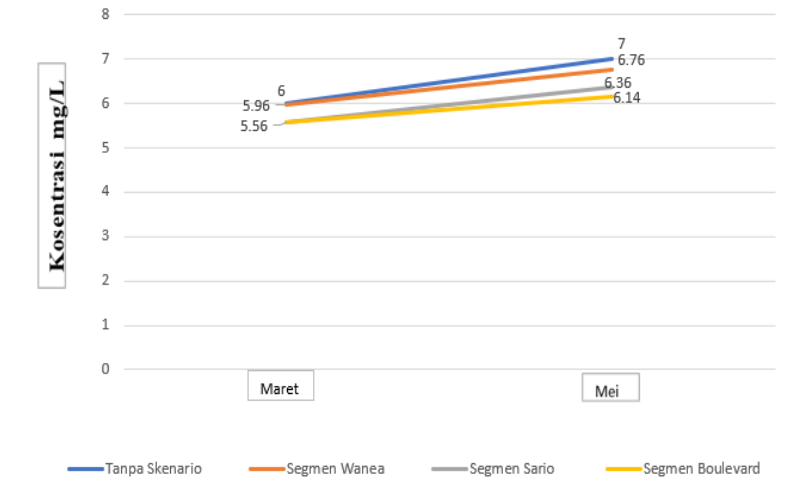
2. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Sario

Simulasi berdasarkan skenario menggunakan model yang sama, berikut hasil simulasi model dinamis DO tanpa skenario, skenario 1 dengan skenario 2 dan skenario 3 pada segmen sungai

Sario dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 6.

Tabel 6. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Sario

Bulan	Perbandingan Konsentrasi DO (mg/l)			
	Tanpa Skenario	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
3	6	5.96	5.56	5.56
5	7	6.76	6.36	6.14



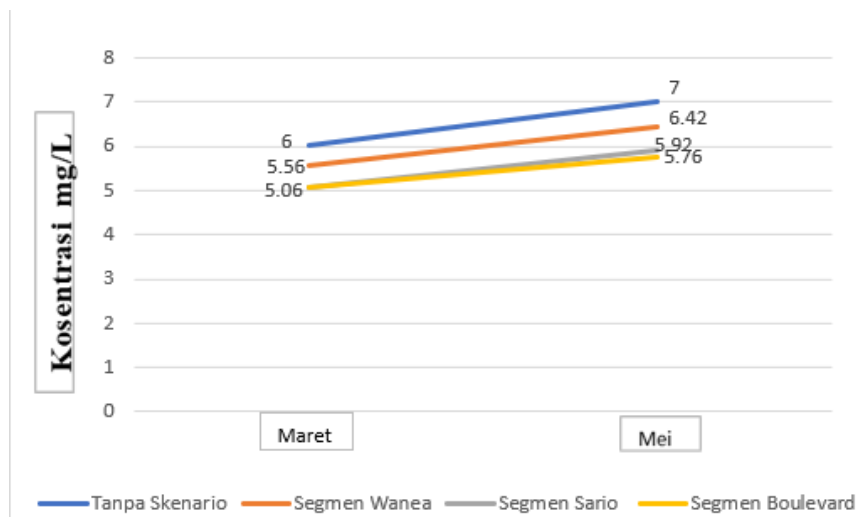
Gambar 6. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Sario

Berdasarkan hasil analisis di atas, sungai tidak dapat mempertahankan konsentrasi DO bila terjadi reaerasi dan fotosintesis minimal secara bersamaan yang mengakibatkan penurunan konsentrasi DO. Berdasarkan data di atas diketahui bahwa konsentrasi DO pada bulan maret lebih rendah dari konsentrasi DO pada bulan mei. Simulasi juga memperlihatkan bahwa konsentrasi DO minimum tanpa skenario, skenario 1 dan skenario 2 bulan maret dan mei yang harus dipertahankan sebesar 5,56 mg/l.

- Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Boulevard
Simulasi berdasarkan skenario menggunakan model yang sama. Berikut hasil simulasi model dinamis DO tanpa skenario, skenario 1 dengan skenario 2 dan skenario 3 pada segmen sungai Boulevard dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 7.

Tabel 7. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Boulevard

Bulan	Perbandingan Konsentrasi DO (mg/l)			
	Tanpa Skenario	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
3	6	5.56	5.06	5.06
5	7	6.42	5.92	5.76



Gambar 7. Hasil simulasi model dinamis DO pada segmen sungai Boulevard

Berdasarkan hasil analisis di atas, sungai tidak dapat mempertahankan konsentrasi DO bila terjadi reaerasi dan fotosintesis minimal secara bersamaan yang mengakibatkan penurunan konsentrasi DO. Berdasarkan data di atas diketahui bahwa konsentrasi DO pada bulan maret lebih rendah dari konsentrasi DO pada bulan mei. Simulasi juga memperlihatkan bahwa konsentrasi DO minimum tanpa skenario, skenario 1 dan skenario 2 bulan maret dan mei yang harus dipertahankan sebesar 5,06 mg/l.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

- Konsentrasi yang mempengaruhi kualitas air sungai dari segi parameter fisika, kimia maupun mikrobiologis, pada bulan maret dan mei konsentrasi parameter yang melebihi standar baku mutu yaitu BOD, E. coli dan kekeruhan di segmen sungai Boulevard.
- Berdasarkan hasil analisa diketahui bahwa konsentrasi parameter yang mempengaruhi penurunan kualitas air sungai bersumber dari parameter variable – variable penyusun kinetika DO, BOD, COD, E. coli, kekeruhan dan mengalami peningkatan serta intensitas cahaya matahari yang tinggi mengakibatkan proses fotosintesis alga dan kinetika DO menjadi lebih tinggi
- Konsentrasi DO optimal dari hasil simulasi model dinamis pada bulan maret dan mei berkisar antara 5,06 mg/l – 5,56 mg/l, menunjukkan sungai dapat mempertahankan konsentrasi DO dengan aerasi atau produksi oksigen dari fotosintesis alga yang minimal serta sungai tidak dapat mempertahankan konsentrasi DO apabila terjadi reaerasi dan fotosintesis secara bersamaan

Referensi

- Abidjulu, J. dkk (2016). “*Analysis of Water Quality From Tanoyan Of The Sario River, Sario Manado City Province of North Sulawesi*”. 20 Journal of Science Vol. 16 No.1. Manado, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi.
- D Madyawan dkk. (2020). “*Pemodelan Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen/DO) di Perairan Teluk Benoa*”. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 6(2), 270-280. Bali, Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bandung.
- Hakim, Ayu Ratri Wijayaning. (2016). “*Study of Water Quality Effecting to Dissolved Oxygen Concentration by Dynamic Model Simulation in Brantas River Segment*”. *Journal of the Science and Arts of Pomits*, Vol.1, No.1. Surabaya, Fakultas Sipil dan Perencanaan Insitut Teknologi Surabaya.
- Ngatilah, Y., & Kurniawan, O. (2016). “*Kebijakan Perbaikan Kualitas Air Sungai Pengirikan dengan Metode Sistem Dinamik*”. Jawa Timur, Prodi Teknik Industri FTI-UPNV.
- Noviaa, F & Febrinaa, L. (2018). “*Dinamika Konsentrasi Oksigen Terlarut Akibat Limbah Cair Domestik di Hulu Sungai Citarum Menggunakan Model Dinamik*”. *Jurnal Dampak - VOL. 15 NO. 2 (2018) 7-13*. Jakarta, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sahid Jakarta, Jalan Prof. Dr Soepomo No.84.

Xiang, N. (2014). Dynamic Modelling and Simulation of Water Environment Management with a Focus on Water Recycling. *Water*, 17-31.