

STUDI TINGKAT PENCEMARAN DAN FLUKTUASI DEBIT SUNGAI PROGO PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) PROGO HULU

Kartika Sari Dewi¹, Muhammad Amin², Arrizka Yanuar Adipradana³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar,

Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

kartikasrdw01@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Progo pada daerah aliran sungai Progo Hulu merupakan perairan yang digunakan untuk air baku, irigasi, dan perikanan oleh masyarakat sekitar. Pada saat ini di sekitar sungai Progo Hulu masih terjadi perubahan tata guna lahan menjadi pemukiman sehingga luasan daerah resapan air menjadi berkurang signifikan. Bertambahnya aktivitas manusia memungkinkan menambah jumlah limbah yang dibuang ke sungai, sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengetahui tingkat pencemarannya. Penelitian ini melakukan pengukuran dan perhitungan indeks pencemaran, monitoring parameter kualitas air yang signifikan sebagai pencemar, dan fluktuasi debit aliran sungai Progo Hulu. Metode penelitian yang dilakukan dengan mengukur debit aliran menggunakan alat ukur *Propeller current meter* dan menguji kualitas air menggunakan *Multiparameter water monitoring sensor* pada 4 lokasi. Pengujian kualitas air sesuai dengan PP No. 82/2001 dengan parameter fisika dan kimia. Analisis regresi multivariabel untuk menentukan parameter signifikan sebagai pencemar dan analisis regresi polinomial untuk mengidentifikasi hubungan jarak lokasi dengan hasil uji. Hasil identifikasi menggunakan regresi polinomial menunjukkan bahwa jarak lokasi berpengaruh kuat dan sangat kuat terhadap hasil uji parameter kualitas air. Analisis regresi multivariabel menghasilkan persamaan $y = 12,5 + (-1,5)X_1 + (-1)X_2 + (-0,0586)X_3 + 7,5X_4 + 0,125X_5 + 5X_6$. Perhitungan menggunakan persamaan tersebut didapat 6 parameter yang signifikan menjadi pencemar yakni suhu, TSS, TDS, BOD, COD dan amonia. Hasil indeks pencemaran 4 lokasi tergolong tercemar ringan dimana luasan lahan pertanian, lahan pemukiman serta angka debit pada aliran sungai menjadi penyebab tinggi rendahnya kadar parameter kualitas air.

Kata kunci: DAS Progo Hulu, Kualitas air, Debit, Tata Guna Lahan

ABSTRACT

The Progo River in the Upper Progo Watershed is used for a fresh water, irrigation, and fisheries by the surrounding people. Currently, the upper progo catchment area there are still changes in land use into settlements so that the area of water catchment areas is significantly reduced. The increase in human activities makes it possible to increase the amount of waste discharged into the river, so it is necessary to do an analysis to determine the level of pollution. This study measures and calculates the pollution index, monitoring significant parameters as pollutant and fluctuations in the flow of the Progo Hulu river. The method is measuring the flow rate using a *Propeller current meter* and testing water quality using *Multiparameter water monitoring sensor* at 4 locations. Water quality test based on PP No. 82/2001 with physical and chemical parameters. Multivariable regression analysis to determine the most significant parameter as a pollutant and using polynomial regression analysis to determine the relationship between the location distance and the rate of each parameter. The results of the pollution index at 4 locations are classified as lightly polluted, the area of agricultural land, settlements and discharge rates are factors that cause high and low levels of water quality parameters. Identification using polynomial regression shows that location distance had a strong and very strong effect on the test results of water quality parameters. Multivariable regression analysis resulted in the equation $y = 12,5 + (-1,5)X_1 + (-1)X_2 + (-0,0586)X_3 + 7,5X_4 + 0,125X_5 + 5X_6$. The calculations using these equations obtained 6 parameters that are significant as pollutants, namely temperature, TSS, TDS, BOD, COD and ammonia.

Keywords : Upstream Progo Watershed, Water Quality, Discharge, Land used

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki jumlah DAS 17.096, dengan luasan 189.278.753 Ha. Salah satu dari jumlah DAS tersebut yaitu DAS Progo Hulu yang terletak di Kabupaten Temanggung dan Kabupaten Magelang. DAS Progo Hulu ialah perairan yang dijadikan sumber air oleh masyarakat sekitar untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, irigasi dan sebagainya. Sehingga kualitas air pada DAS tersebut harus sesuai dengan baku mutu kelas II PPRI No. 82/2001. Pada saat ini jumlah penduduk disekitar DAS Progo Hulu cukup berkembang pesat, mengakibatkan bertambahnya aktivitas yang dilakukan dan akan menghasilkan limbah yang semakin hari akan semakin bertambah menjadi faktor penyebab terjadinya pencemaran yang mengakibatkan penurunan kualitas air.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu dilakukan monitoring dan evaluasi kualitas air menggunakan metode akurat dan mudah pada DAS Progo Hulu dengan luasan 81.951 Ha. Salah satu caranya ialah menganalisis hubungan hasil indeks pencemaran dengan hasil uji laboratorium setiap parameter menggunakan metode analisis pendekatan statistik dan regresi mulvariabel guna mengetahui juga parameter yang signifikan dalam pencemaran tersebut. Serta mengetahui grafik fluktuasi debit yang terjadi pada DAS Progo Hulu.

LANDASAN TEORI

Kriteria Baku Mutu Air Sungai

Berdasarkan PPRI No. 82/2001 mengenai Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, bahwa baku mutu air sungai ialah ukuran batas makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air sungai. Kegunaan baku mutu air yakni sebagai batas standar pada pencemaran air dan juga sebagai standar untuk mengendalikan aktivitas manusia seperti membuang limbah ke aliran sungai agar memenuhi standar baku mutu sesuai dengan syarat yang ditentukan, supaya kualitas air sungai tetap aman dan terjaga. Kriteria baku mutu air berdasarkan kegunaannya dibagi

menjadi 4 kelas. Air sungai mengacu pada batas mutu kualitas air yang digunakan sesuai dengan mutu air kelas dua, dimana air dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau untuk kegunaan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Baku Mutu Air untuk Peruntukan

Penelitian ini melakukan pengujian menggunakan 9 parameter yakni parameter suhu, TSS, TDS, BOD, COD, pH, amonia, fosfat dan DO yang didasarkan pada PPRI 82/2001. Angka hasil pengujian dihitung menggunakan metode indeks pencemaran sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 115/2003 guna mengetahui angka beban dan tingkat pencemaran.

Tabel 1. Batas Persyaratan Kualitas Air

PARAMETER	SAT	KELAS				KETERANGAN
		1	2	3	4	
FISIKA						
Suhu	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alamiah
Total Suspended Solid (TSS)	Mg/l	50	50	400	400	Untuk pengolahan air minum konvensional TSS harus 5000 mg/l
FISIKA						
Total Dissolved Solid (TDS)	Mg/l	1000	1000	1000	2000	
KIMIA						
Dissolved Oxygen (DO)	Mg/l	6	4	3	0	Angka batas minimum
Biological Oxygen Demand (BOD)	Mg/l	2	3	6	12	
Chemical Oxygen Demand (COD)	Mg/l	10	25	50	100	
Fosfat	Mg/l	0,2	0,2	1	5	
Amonia	Mg/l	0,5				
Power Hydroxide (pH)		6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0	5,0-9,0	Dapat diminalkan berdasarkan kondisi alami lokasi

Karakteristik Air Sungai

Air sungai yakni salah satu bagian dari air hujan namun tidak mengalami proses infiltrasi[1]. Aliran air sungai secara umum mengalir dari sungai menuju laut. Selain itu, air sungai merupakan sumber daya alam yang dimanfaatkan guna pemenuhan kebutuhan makhluk hidup. Berdasarkan kualitas, air sungai memiliki 3 karakteristik yakni karakteristik fisika, kimia, dan biologi. Kualitas air pada penelitian ini dinyatakan dengan beberapa parameter dengan 2 karakteristik yakni karakteristik fisika meliputi suhu, TDS dan TSS dan karakteristik kimia meliputi pH, BOD, COD, Amonia, Fosfat dan DO.

1. Suhu

Faktor yang mempengaruhi suhu dalam

air ialah faktor musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan serta kedalaman air. Selain itu, air sungai ialah faktor pembatas bagi organisme perairan[2].

2. *Total suspended solid (TSS)*

Total suspended solid atau padatan tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung pada air[3]. TDS terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, sisa tanaman dan hewan, kotoran manusia dan limbah industri.

3. *Total dissolved solid (TDS)*

Tingginya kandungan TDS disebabkan oleh bahan organik maupun anorganik yang larut dalam air. Kandungan senyawa garam mengandung logam dan non logam terbentuk dari bahan organik/anorganik tersebut[4].

4. *Dissolved Oxygen (DO)*

Dissolved Oxygen disebut juga Oksigen terlarut cukup berperan penting digunakan pada proses aerobik dalam air guna menguraikan bahan-bahan organik [5]. Selain itu, oksigen terlarut juga penting untuk kelangsungan hidup organisme perairan.

5. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Parameter COD yakni jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat terurai secara kimiawi. Suatu perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak baik digunakan untuk kepentingan perikanan dan pertanian.

6. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Parameter BOD ialah karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik[6]. Secara umum, kegunaan BOD yakni guna menentukan tingkat pencemaran air buangan pada suatu perairan.

7. Amonia

Pencemaran air dapat terindikasi adanya kandungan amonia di badan air dengan jumlah yang banyak, hal tersebut disebabkan oleh limbah domestik yang dibuang ke badan air tanpa diolah ataupun sudah terolah. Adanya senyawa nitrogen dalam air tanah, terutama nitrat menunjukkan

bahwakemungkinan besar telah terjadi pencemaran terhadap air tanah.

8. Fosfat

limbah industri dan domestik, yakni fosfat yang berasal dari detergen merupakan salah satu sumber fosfat. Buangan dari lahan pertanian yang mengandung pupuk juga menjadi sumber yang cukup besar munculnya kandungan fosfat.. Kandungan fosfat memang diperlukan oleh tanaman, namun kandungan fosfat yang berlebih dalam perairan juga akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi.

9. *Potential of Hydrogen (pH)*

Sifat asam dan basa dimiliki oleh parameter pH. Sifat-sifat tersebut memiliki kemampuan yang berbeda. Sifat asam untuk menetralkan basa. Kebasaan air merupakan suatu kapasitas air untuk menetralkan asam. Syarat air untuk memenuhi suatu kehidupan yaitu harus memiliki pH 6,5 – 7,5. Besar kecilnya pH sangat berpengaruh kepada tingkat asam atau basa pada air. Air dikatakan bersifat asam apabila pH kurang dari 6,5, sedangkan air yang memiliki pH diatas 7,5 bersifat basa.

Analisis Regresi Polinomial

Metode polinomial yakni salah satu model regresi linier yang di bentuk dengan melakukan penjumlahan pada pengaruh masing-masing variabel bebas (X) yang dipangkatkan meningkat sampai orde ke-n. Model persamaan Regresi polinomial sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \varepsilon \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

Y = variabel terikat

X = variabel bebas

β_0 = intersep

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ = parameter koefisien regresi

Analisis Regresi Multivariabel

Regresi multi-variabel yakni salah satu cara analisis yang digunakan untuk menggambarkan satu variabel terikat dihubungkan dengan lebih dari 2 variabel bebas. Apabila Y merupakan variabel terikat dan X yakni variabel bebas, maka model Regresi multivariabel sebagai berikut:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + \varepsilon \dots (2)$$

Keterangan:

Y = variabel terikat
X = variabel bebas
a = Konstanta
 $b_1, b_2, \dots, b_k$ = koefisien regresi

Indeks Pencemaran

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115/2003 mengenai Penentuan Status Mutu Air dapat dihubungkan dengan nilai Indeks Pencemaran. Hubungan tersebut berupa range angka indeks pencemaran guna mengetahui status mutu air pada suatu perairan.

Tabel 2. Indeks Pencemaran dengan Mutu air

Indeks Pencemaran	Mutu Perairan
$0 \leq Pij \leq 1,0$	Kondisi Baik
$1,0 < Pij \leq 5,0$	Cemar Ringan
$5,0 < Pij \leq 10$	Cemar Sedang
$Pij > 10$	Cemar Berat

Berdasarkan Kep-MenLH No. 115/2003, perhitungan indeks pencemaran menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Pij = \sqrt{\left(\frac{Ci}{Lij}\right)^2 m + \left(\frac{Ci}{Lij}\right)^2 r} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

Ci : Konsentrasi parameter kualitas air hasil survei.

Lij : Konsentrasi parameter kualitas air (Li) bagi peruntukan (j).

Pij : Indeks pencemaran (Pi) bagi peruntukan (j).

$(Ci/Lij)m$: Nilai Ci/Lij maksimum.

$(Ci/Lij)r$: Nilai Ci/Lij rata-rata.

Teori Pengukuran Debit

Penelitian ini menggunakan rumus perhitungan untuk menghitung debit aliran sungai dengan persamaan-persamaan sesuai dengan SNI 8066 (2015) sebagai berikut:

1. Luas penampang sungai

Luas penampang sungai dapat dihitung menggunakan persamaan-persamaan berikut:

$$A_1 = \frac{1}{2}(h_1 + h_2).d \dots \dots \dots (4)$$

$$A_{tot} = A_1 + A_n + A_n \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

A_1 = Luas penampang di pias 1 (m^2)

h_1, h_2 = Kedalaman sungai di pias 1,2 (cm)

d = Jarak antar pias (cm)

2. Kecepatan aliran

Nilai kecepatan aliran pada setiap titik dapat menggunakan alat *current meter* menggunakan persamaan berikut:

$$V = a + b \times n \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

V = Kecepatan (m/s)

a = Angka kalibrasi alat

n = Jumlah putaran per detik

b = Angka konstanta alat

Untuk nilai konstanta dan kalibrasi berdasarkan jenis alat (*current meter*) yang digunakan. Sesuai dengan nilai (n) yang diperoleh maka menggunakan persamaan berikut:

$$0,00 < n < 1,98 \rightarrow V = 0,0193 + 0,3117 \times n \dots \dots (7)$$

$$1,98 < n < 10,27 \rightarrow V = 0,0019 + 0,3205 \times n \dots \dots (8)$$

$$10,27 < n < 15 \rightarrow V = -0,1409 - 0,3344 \times n \dots \dots (9)$$

3. Debit Sungai

Dalam perhitungan suatu debit aliran sungai dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Q = V \times A \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

V = Kecepatan aliran (m/s)

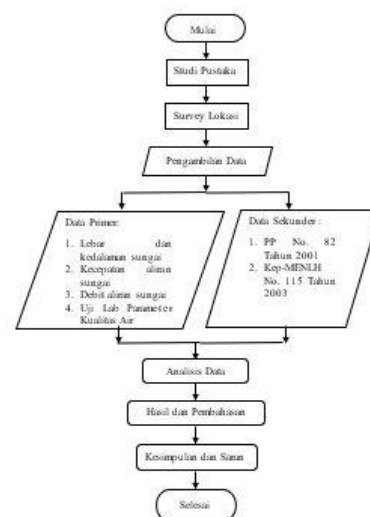
A = Luas penampang sungai (m^2)

Q = Debit seluruh penampang (m^3/s)

METODE

Bagan Alir Penelitian

Alur dalam penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat dalam bagan yang ada pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada DAS Progo Hulu yang meliputi Kabupaten Temanggung dan Kabupaten Magelang. Penelitian dilakukan pada 4 titik lokasi yaitu

Lokasi 1 Umbul Jumprit koordinat $07^{\circ}15'14,41''$ S; $110^{\circ}00'58,06''$ E, Lokasi 2 Jembatan Pelangi Jumo koordinat $07^{\circ}13'43,65''$ S dan $110^{\circ}07'16,89''$ E, Lokasi 3 Jembatan Kranggan koordinat $07^{\circ}20'25,02''$ S dan $110^{\circ}12'33,45''$ E dan Lokasi 4 Jembatan Trinil Windusari koordinat $07^{\circ}24'49,23''$ S; $110^{\circ}12'50,66''$ E. Pengukuran kecepatan aliran dilaksanakan langsung di lapangan. Pengujian sampel air dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kab. Magelang.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

HASIL PENELITIAN

Hasil Uji Lokasi Pengambilan Sampel

Data Hasil uji parameter kualitas air pada lokasi 1 sampai dengan lokasi 4 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Sampel Semua Lokasi

No	Parameter	Standar Baku Mutu Kelas 2	Hasil Uji Kualitas Air			
			Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4
1	Suhu	22-28	23,76	24,93	26,43	25,17
2	TSS	50	6,5	9,13	8,1	7,8
3	TDS	1000	283	327	352	388
4	pH	6-9	9,83	8,98	9,01	8,79
5	BOD	3	6,49	7,81	8,13	7,92
6	COD	25	21,04	23,76	23,13	22,81
7	DO	4	7,44	7,37	9,76	10,58
8	Amonia	4	0,54	0,79	0,73	0,88
9	Fosfat	0,2	0,3	0,38	0,61	0,9

Hasil Perhitungan Debit Aliran Sungai

Data Hasil perhitungan debit aliran pada lokasi 1 sampai dengan lokasi 4 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan Debit Aliran Semua Lokasi

Lokasi	Debit Aliran (Q) (m ³ /s)
1	0,0972
2	4,7561
3	22,3069
4	27,7673

Hasil Identifikasi Situasi Lokasi

1. Lokasi 1

Situasi sekitar lokasi 1 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Situasi sekitar lokasi 1

2. Lokasi 2

Situasi sekitar lokasi 2 ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Situasi sekitar Lokasi 2

3. Lokasi 3

Situasi sekitar lokasi 3 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Situasi sekitar Lokasi 3

4. Lokasi 4

Situasi sekitar lokasi 4 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Situasi sekitar Lokasi 4

Pembahasan

Sifat fisika air sungai Progo Hulu

Hasil uji laboratorium kualitas air untuk parameter suhu berkisar dari $23,76^{\circ}\text{C}$ - $26,43^{\circ}\text{C}$ yang berarti 4 lokasi tersebut masih memenuhi standar baku mutu. Parameter TSS menghasilkan angka berkisar 6,5 – 9,13 Mg/l sehingga hasil tersebut masih memenuhi batas baku mutu. Parameter TDS setelah dilakukan uji pada lokasi 1-4 menghasilkan angka 283-352 Mg/l berarti hasil tersebut memenuhi standar baku mutu.

Setelah mengetahui hasil uji parameter fisika, hasil tersebut dianalisis menggunakan regresi polinomial dengan menghubungkan lokasi pengambilan sampel. Sehingga di dapat angka korelasi sebesar 0,8672 (suhu), 0,7264 (TSS), dan 0,8889 (TDS). Angka korelasi tersebut menunjukkan bahwa jarak

lokasi pengambilan sampel memiliki hubungan yang sangat kuat dan kuat dengan hasil uji parameter fisika.

Sifat kimia air sungai Progo Hulu

Hasil uji parameter pH berkisar 8,71 sampai 9,28, nilai tertinggi ada pada lokasi 1 dengan nilai melampaui standar baku mutu air kelas 2. Untuk lokasi 2-4 nilai pH masih memenuhi standar baku mutu. Parameter BOD menunjukkan hasil antara 6,49 Mg/l – 8,13 Mg/l, hasil pada semua lokasi melampaui batas baku mutu. Untuk parameter COD hasil uji yang didapat yakni 21,04 - 23,76 Mg/l, maka hasil tersebut masih memenuhi baku mutu. Hasil uji amonia berkisar 0,54 - 0,88 Mg/l sehingga masih memenuhi batas standar mutu. Parameter fosfat menghasilkan nilai 0,3 Mg/l sampai dengan 0,9 Mg/l, nilai dari lokasi 1 sampai dengan lokasi 4 mengalami kenaikan sehingga hasil tersebut tidak sesuai dengan batas baku mutu. Serta parameter DO, hasil uji menunjukkan angka 6,76 - 8,43 Mg/l, jika dibandingkan dengan batas baku mutu hasil uji melebihi batas standar.

Indeks Pencemaran

Pada penelitian ini, dalam menghitung indeks pencemaran menggunakan parameter fisika (Suhu, TSS dan TDS) dan parameter kimia (pH, BOD, COD, Amonia, Fosfat, dan DO). Standar baku mutu kualitas air kelas 2 untuk parameter-parameter tersebut berdasarkan PPRI No. 82/2001 mengenai Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.



Gambar 7. Hasil Indeks Pencemaran

Berdasarkan perhitungan indeks pencemaran, didapat kesimpulan bahwa beban pencemaran terberat pada daerah padat penduduk yakni lokasi 2 dengan hasil 3,98. Mengacu pada PPRI No. 82/2001, maka kondisi perairan pada lokasi 1 sampai dengan lokasi 4 di aliran sungai Progo Hulu masuk dalam kategori cemar ringan. Nilai IP

tersebut menunjukkan bahwa parameter kualitas air untuk kelas 2 tidak memenuhi standar baku mutu berdasarkan PPRI No 82 tahun 2001. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa parameter yang melebihi batas standar mutu pada setiap lokasi penelitian. Parameter yang melebihi baku mutu yaitu pH, BOD, fosfat dan DO. Namun untuk suhu, TSS, TD, COD, dan amonia masih sesuai standar baku mutu.

Fluktuasi Debit Aliran Sungai

Hasil fluktuasi debit aliran pada 4 lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Fluktuasi Debit Aliran

Berdasarkan Gambar 8, debit aliran pada sungai progo hulu, dari lokasi 1-4 mengalami peningkatan. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa lebar dan arus pada setiap lokasi pengukuran menjadi faktor yang mempengaruhi besar kecilnya angka debit aliran. Angka debit tertinggi terjadi di lokasi 4 Jembatan Trinil Windusari Kabupaten Magelang pada koordinat 07°24'49,23"S; 110°12'50,66" E sebesar 27,7673 m³/s atau 27767,3 lt/s. Sedangkan angka debit terendah sebesar 0,0972 m³/s atau 97,2 lt/s terjadi pada lokasi 1 yaitu Mata Air Jumprit, Ds. Ngadirejo Kab. Temanggung.

Analisis Regresi Multivariabel

Perhitungan analisa regresi multivariabel digunakan untuk mengetahui parameter kualitas air yang dominan menjadi pencemar pada titik-titik lokasi aliran sungai di sungai Progo bagian Hulu. Dalam penelitian ini, menggunakan 2 variabel yaitu Y ialah indeks pencemaran (IP) sebagai variabel terikat dan parameter kualitas air sungai sebagai variabel bebas X. Hasil analisis deskriptif masing-masing parameter kualitas air ditunjukkan pada Tabel 18.

Tabel 6. Deskripsi Statistik Data Kualitas Air

Parameter	Minimum	Maksimum	Mean	Std. Deviation	Variance
Suhu	23,76	26,43	25,0725	1,094725993	1,198425
TSS (Mg/l)	6,5	9,13	7,8825	1,083462813	1,173891667
TDS (Mg/l)	283	388	337,5	44,12482295	1947
pH	8,79	9,83	9,1525	0,462051584	0,213491667
BOD (Mg/l)	6,49	8,13	7,5875	0,743611682	0,552958333
COD (Mg/l)	21,04	23,76	22,685	1,165318483	1,358433333
Amonia (Mg/l)	0,54	0,88	0,735	0,143874946	0,0207
Fosfat (Mg/l)	0,3	0,9	0,5475	0,269242765	0,072491667
DO (Mg/l)	7,37	10,58	8,7875	1,631346581	2,661291667

Tabel 6. menunjukkan bahwa varian terkecil yaitu Amonia sedangkan yang terbesar yaitu TDS. Besarnya angka varians, membuat data parameter bervariasi secara signifikan dari satu lokasi ke lokasi lain begitu pula sebaliknya. Nilai max pada beberapa parameter melebihi standar baku mutu air kelas 2 seperti pH, BOD, Fosfat dan DO. Hal ini menyebabkan kualitas air di lokasi tersebut mengalami penurunan.

Hasil analisis Indeks Pencemaran (IP) masing-masing lokasi berupa nilai indeks pencemaran dan tingkat pencemarannya. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 7. Parameter utama kualitas air berdasarkan hasil analisis korelasi antara Indeks Pencemaran dengan parameter kualitas air. Hasil analisis tersebut ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Korelasi Indeks Pencemaran terhadap parameter kualitas air

	IP	Suhu	TSS	pH	BOD	COD	Amonia	Fosfat	DO
IP	1,000	0,754	0,932	0,706	0,951	0,987	0,849	0,458	0,387
Suhu	0,754	1,000	0,541	0,674	0,721	0,892	0,685	0,541	0,529
TSS	0,932	0,541	1,000	0,427	0,768	0,780	0,977	0,695	0,135
TDS	0,706	0,674	0,427	1,000	0,907	0,834	0,591	0,908	0,953
pH	0,951	0,721	0,768	0,907	1,000	0,951	0,872	-0,970	-0,738
BOD	0,987	0,685	0,977	0,591	0,872	0,895	1,000	0,787	0,318
COD	0,849	0,541	0,695	0,908	0,970	0,847	0,787	1,000	0,773
Amonia	0,458	0,529	0,135	0,953	0,738	0,642	0,318	0,773	1,000
Fosfat	0,387	0,529	0,135	0,953	0,738	0,642	0,318	0,773	1,000
DO	0,387	0,529	0,135	0,953	0,738	0,642	0,318	0,773	1,000

Tabel 7. menunjukkan bahwa ada banyak parameter yang memiliki angka korelasi cukup tinggi atau lebih dari 0,50. Analisis regresi multivariabel dengan menggunakan variabel terikat indeks pencemaran dan variabel bebas parameter kualitas air memberikan hasil mengenai beberapa parameter yang berpengaruh. Pada tabel 7, terdapat korelasi positif (>0,50) antara nilai IP dengan suhu, TSS, TDS, BOD, COD dan amonia. Ditunjukkan dengan tingginya nilai korelasi suhu senilai 0,754, TSS sebesar 0,932, TDS sebesar 0,706, BOD sebesar 0,951, COD sebesar 0,987 dan amonia sebesar

0,849. Dari ke-enam parameter tersebut, bisa didapatkan persamaan analisis regresi dengan matriks, berdasarkan penelitian ini menggunakan matriks ordo 7x7 sehingga di dapatkan sebuah persamaan regresi sebagai berikut:

$$y = 12,5 + (-1,5)(X_1) + (-1)(X_2) + (-0,0586)(X_3) + 7,5(X_4) + 0,125(X_5) + 5(X_6) \dots \dots \dots (11)$$

Pada model persamaan ini membutuhkan data kualitas air untuk parameter suhu, TSS, TDS, BOD, COD dan Amonia. Penggunaan parameter tersebut sebagai variabel penduga Indeks Pencemaran pada air sungai. Parameter tersebut berperan penting dalam menjaga kualitas air, namun apabila nilai parameter tersebut melebihi baku mutu maka dapat diduga terjadi pencemaran sehingga kualitas air mengalami penurunan [7].

Hasil dari analisis regresi multivariabel tersebut, maka perlu dilakukan uji kevalidan persamaan tersebut menggunakan data kualitas air DAS di daerah lain.

Identifikasi situasi sekitar lokasi penelitian

Situasi sekitar lokasi penelitian pada lokasi 1-4 (Gambar 3-6), terlihat bahwa daerah aliran sungai Progo bagian Hulu mayoritas melintasi daerah pemukiman padat penduduk, lahan pertanian seperti sawah dan ladang, serta pepohonan di sepanjang aliran sungai. Data luasan tata guna lahan yang dilintasi aliran sungai Progo ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Luasan Tata Guna Lahan Sekitar DAS

No	Tata Guna Lahan	Luasan (Ha)			
		Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4
1	Sawah	1505	2783	5474	2510
2	Tegalan	1270	1395	6096	4443
3	Pemukiman	313	678	3089	777

Berdasarkan Tabel 8. Maka mengindikasikan cukup mempengaruhi hasil uji kualitas air pada parameter yang melampaui standar baku mutu seperti pH, BOD, DO dan fosfat (Tabel 3).

Parameter pH pada lokasi 1 serta parameter BOD, DO, fosfat pada semua lokasi menunjukkan hasil yang melampaui standar baku mutu air kelas 2. Tingginya nilai pH pada lokasi 1 dipengaruhi oleh parameter DO dan suhu. Semakin tinggi DO maka pH akan menurun, begitu pula sebaliknya. Pada Tabel 3, ditunjukkan bahwa kadar pH pada lokasi 1

tinggi hal tersebut dikarenakan tingginya kadar DO dan suhu pada lokasi tersebut sehingga hasil uji parameter pH pada lokasi 1 melampaui batas standar.

Penyebab tingginya kadar BOD yakni aktivitas manusia seperti kegiatan rumah tangga serta kegiatan pertanian yang menghasilkan limbah domestik, sehingga hasil kadar BOD tersebut sangat berhubungan dengan luasan lahan pertanian dan pemukiman pada sekitar lokasi pengambilan sampel yang ditunjukkan pada Tabel 8. Hasil Uji kadar BOD dari lokasi 1 sampai dengan lokasi 3 mengalami kenaikan disebabkan oleh luasan lahan pemukiman dan pertanian yang semakin besar pula sehingga menghasilkan limbah yang semakin banyak. Namun pada lokasi 4 mengalami penurunan hal tersebut juga disebabkan oleh luasan lahan yang semakin kecil sehingga limbah yang dihasilkan juga semakin sedikit.

Tingginya kadar DO pada semua lokasi disebabkan oleh suhu dan debit aliran. Kenaikan suhu akan membuat kadar DO semakin turun, begitulah sebaliknya. Namun, apabila suhu naik dan DO menurun bisa disebabkan karena debit aliran yang terjadi. Karena semakin tinggi debit aliran maka kadar DO akan semakin meningkat. Hasil debit aliran ditunjukkan pada Gambar 8. Hasil pengujian parameter DO menunjukkan pada lokasi 1 ke lokasi 2 mengalami penurunan, hal tersebut disebabkan oleh suhu tinggi namun debit aliran juga tinggi. Pada lokasi 2 sampai dengan lokasi 4 kadar DO mengalami kenaikan yang disebabkan oleh angka debit aliran yang semakin besar.

Kadar fosfat tinggi yang terkandung dalam air dipengaruhi oleh pupuk pada lahan pertanian, limbah domestik seperti penggunaan deterjen, kotoran makhluk hidup serta debit aliran sungai yang ditunjukkan pada Gambar 8. Hasil uji parameter fosfat pada lokasi 1 sampai dengan lokasi 4 mengalami kenaikan, hal tersebut disebabkan oleh luasan lahan yang ditunjukkan pada Tabel 8. Dimana pada lokasi 4 luasan lahan semakin kecil namun kadar fosfatnya paling tinggi, sehingga dapat diindikasikan bahwa debit aliran juga

berpengaruh karena angka debit aliran pada lokasi 4 merupakan angka debit aliran yang paling tinggi.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Hasil uji parameter kualitas air menunjukkan parameter pH, BOD, fosfat dan DO telah melampaui batas standar mutu air kelas 2 sesuai dengan PPRI No. 82/2001.
2. Hasil status mutu air sungai pada DAS Progo Hulu menggunakan metode Indeks Pencemaran yakni sesuai batas standar mutu air kelas 2 sehingga termasuk dalam kategori tercemar ringan.
3. Hasil analisis regresi multivariabel menghasilkan persamaan (Pers. 11) Persamaan regresi tersebut dapat digunakan untuk memprediksi suatu indeks pencemaran. Maka perlu dilakukan uji kevalidan dengan menggunakan data kualitas air DAS lain
4. Angka debit aliran sungai Progo, dari lokasi 1 - 4 semakin meningkat. Pada lokasi 1 sebesar 97,2 lt/dt, lokasi 2 sebesar 4756,1 lt/dt, lokasi 3 sebesar 22305 lt/dt dan lokasi 4 sebesar 27567,7 lt/dt.
5. Pencemaran disebabkan besarnya luasan lahan pemukiman dan lahan pertanian seperti ladang dan sawah yang menghasilkan limbah sebagai sumber pencemar, serta besarnya angka debit aliran juga mempengaruhi tingginya nilai kadar parameter.

Saran

1. Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai penentuan daya tampung beban pencemaran Sungai Progo pada DAS Progo Hulu.
2. Perlu memperhitungkan sedimentasi dan volume pencemaran yang masuk ke dalam aliran sungai.
3. Diperlukan penambahan titik lokasi penelitian sampai dengan aliran sungai Progo pada DAS Progo Hilir baik pada saat pengukuran debit atau pengambilan sampel air untuk menguji kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dipa, H., Fauzi, M., & Handayani, Y. L. (2021). Analisis Tingkat Laju Infiltrasi Pada

Daerah Aliran Sungai (Das) Sail. *JURNAL TEKNIK*, 15(1), 18-25. Doi: <https://doi.org/10.31849/teknik.v15i2.5011>

[2] Djoharam, V., Riani, E., & Yani, M. (2018). Analisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran sungai pesanggrahan di wilayah provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 127-133. Doi:10.29244/jpsl.8.1.127-133

[3] Lestari, A., & Samsunar, S. (2021). Analisis Kadar Padatan Tersuspensi Total (TSS) Dan Logam Krom Total (Cr) Pada Limbah Tekstil Di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo. *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 6(1), 32-41. Doi: 10.20885/ijcr.vol6.iss1.art4

[4] Maulina, S. M., Parabi, A., & Anggraini, I. M. (2022). Analisis Kualitas Air Daerah Irigasi Rawa Selakau Kompleks Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas. *Akselerasi*, 3(2). Doi:10.37058/aks.v3i2.4581

[5] Ningrum, S. O. (2018). Analysis quality of water river and quality of well water in the surrounding of Rejo Agung Baru Sugar Factory Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 1-12. Doi:10.20473/jkl.v10i1.2018.1-12

[6] Nuraini, E., Fauziah, T., & Lestari, F. (2019). Penentuan nilai BOD dan COD limbah cair inlet laboratorium pengujian fisis politeknik ATK Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*, 7(2). Doi:10.14421/ilj.2019.20197206

[7] Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) Medan. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14-22. Diakses dari: <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ/article/view/2617>