

Penggunaan Model Regresi Linier untuk Menyatakan Hubungan Fungsional Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut terhadap Parameter Fisika-kimia Air Sungai Secang Kulon Progo

The Application of Linear Regression Model to Express Functional Relationship Dissolved Oxygen Concentration Changes on the Physico-chemical parameters of Kulon Progos Secang river water

Mukti Ali Imran, Eko Sugiharto, Dwi Siswanta
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Abstrak

Analisis regresi linier berganda (MLRA) telah dilakukan yang melibatkan variabel dependen DO, dan tiga variabel independen, yaitu T, TSS, dan kedalaman (Dh). Penyusunan kerangka model dilakukan dengan menggunakan Enter (E), Stepwise (S), dan Beckward (B), serta kombinasi dari tiga metode. Jumlah model regresi yang diperoleh adalah sepuluh, delapan model ARLB tahap satu, dan masing-masing model ARLB tahap dua dan tiga. Setelah tes simultan, uji parsial, dan multikolinieritas asumsi klasik untuk penerimaan dan kelayakan model, disimpulkan bahawa model regresi linier berganda dalam tahap dua dan tahap tiga dinyatakan sebagai model regresi linier yang tidak DO Bias. Model ini mencerminkan hubungan fungsional antara variabel yang terlibat dalam bentuk hubungan kausal. Dapat disimpulkan bahwa analisis dan model regresi linier berganda dapat digunakan untuk mengekspresikan suatu perubahan hubungan fungsional dalam konsentrasi oksigen terlarut-DO terhadap perubahan parameter fisiko-kimia dari T, TSS, dan Dh, sungai Secang.

Kata Kunci: Analisis regresi linier, Model regresi linear, Hubungan fungsional, Oksigen terlarut, Parameter fisiko-kimia

Abstract

The application of linear regression models (LRM) has been performed to express functional relationships change of dissolved oxygen concentration on the physicochemical parameters of Kulon Progo Secang river water. LRM derived from linear regression analysis using software tools package SPSS 17.0. Changes in water quality watershed/river Secang by changes in the physicochemical parameters mainly due to the erosion and sedimentation processes of sloping land activities in the upstream area. The concentration of Dissolved Oxygen (DO), is one of the physicochemical parameters of water importantly, as an indicator of water quality. The abundance of suspended material primarily from sedimentation processes, one of which will result in an increase in the surface temperature of the water, and, therefore, will decrease the concentration of dissolved oxygen. Various attempts of scientific approach have been made to predict changes in DO concentration, one of which is the mathematical modeling of multiple linear regression analysis techniques. This study aims to determine whether analysis and multiple regression models can be used to express functional relationships DO concentration changes to changes in the physicochemical parameters T, TSS, and Dh, of Secang River.

Multiple linear regression analysis (MLRA) has been done involving the dependent variable is the DO, and three independent variables, namely T, TSS, and depth (Dh).

Preparation of model framework was conducted using the Enter (E), Stepwise (S), and Backward (B), as well as combinations of the three methods. Total regression models obtained are ten, eight models of ARLB stage one, and each one of the models ARLB stage two and three. After a simultaneous test, partial test, and assumption classical multicollinearity for acceptance and feasibility of the model, it was concluded that multiple linear regression models in stage two and stage three is expressed as a linear regression model that does not DO bias. The model reflects the functional relationship between the variables involved in the form of a causal relationship. It can be concluded that analysis, and multiple linear regression models can be used to express a functional relationship changes in the concentration of dissolved oxygen-DO to changes of physical-chemical parameters of T, TSS, and Dh, of Secang River.

Keywords: linear regression analysis, linear regression models, functional relationship, dissolved oxygen, physic-chemical parameters

1. Pendahuluan

Daerah Aliran Sungai (DAS) Secang adalah DAS terpenting di wilayah Kabupaten Kulon Progo D.I. Yogyakarta. Tingkat bahaya erosi di DAS Secang karena aktivitas pemanfaatan lahan miring berada pada tingkat berat dan sangat berat mencapai 86,196/ton/ha/tahun, (Dibyosaputro, 2009). Bahan erosi yang terbawa dan masuk kedalam aliran sungai terutama berdampak pada sedimentasi, melimpahnya bahan tersuspensi, dan penipisan sumberdaya air. Data rasio erosi dan sedimen (*Sedimen Delivery Ratio* SDR) menunjukkan bahwa masing-masing sub DAS Secang menyumbangkan material erosi yang terbawa masuk kedalam aliran sungai sebesar 17,7%, 0,7%, 46, 9%, dan 30,6%, sedangkan sisanya masih tertahan pada sub-DAS tersebut, (Darmanto, 2009).

Jika proses ini terus berlangsung, dikhawatirkan kualitas dan fungsi ekologis air Sungai Secang dan Waduk Sermo sebagai muara, terutama untuk sumber bahan baku air bersih akan berkurang atau bahkan punah, (Dirjen pengairan, 1996, dalam Rustadi, 2009). Darmanto (2009) mengatakan dengan membagi volume waduk dengan rata-rata laju sedimentasi DAS Secang ke-Waduk Sermo, maka dengan volume waduk yang tinggal 19.442.600 m³ umur Waduk Sermo diperkirakan kurang lebih dapat bertahan sampai 32 tahun kedepan, dengan asumsi bahwa kegiatan yang ada di daerah hulu tidak mengalami perubahan yang signifikan. Oleh karena itu menjaga mutu dan kelestarian sumberdaya air DAS Secang dan Waduk Sermo adalah isu krusial yang harus ditindak lanjuti.

Pengukuran parameter fisika-kimia air seperti Konsentrasi oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen-DO*), temperatur (T), dan total padatan tersuspensi (*total suspended solid-TSS*), adalah beberapa parameter yang paling banyak mendapat perhatian karena mencerminkan kualitas air dan kesehatan ekosistem perairan. Batas konsentrasi minimum serta peran DO bagi ekosistem perairan telah dijelaskan secara rinci oleh Doudoroff dan Shumway, 1967; Nebekar, 1972; Gaufin, 1973, dalam Chambers *et al*, 1993; Gower (1980); Butts *et al* (1970); Odum (1973), dan EPA (*Environmental Protection Agency*).

Butts *et al* (1970) menyebutkan bahwa konsentrasi DO mencerminkan kemampuan badan air dalam mengasimilasi (menyesuaikan diri dengan) kehadiran beban pencemar. Temperatur air memegang peranan penting pada proses biologis dan kimia

organisme perairan seperti metabolisme, perkembang biakan, dan reaksi-reaksi tertentu dalam perairan, (Shelford, 1929 dalam Odum, 1973; Butner *et al*, 1993), sedangkan TSS bertanggung jawab pada kehadiran bahan-bahan tersuspensi yang dapat mempengaruhi kejernihan perairan, (Carr dan Neary, 2006).

Ketiga parameter fisika-kimia tersebut memiliki hubungan satu sama lain dalam mencerminkan kualitas air. Karena DO adalah syarat bagi ketersediaan pangan dalam ekosistem perairan, para ahli ekologi kemudian menempatkan DO sebagai faktor pembatas/pengatur utama bagi kesehatan dan keberlangsungan hidup organisme perairan, (Odum, 1973).

Berbagai upaya pendekatan ilmiah telah dilakukan untuk memprediksi perubahan konsentrasi DO, salah satunya adalah dengan pemodelan matematika dengan teknik analisis regresi linier, (Butts et al, 1970; Canter, 1996). Butts *et al.* (1970) menggunakan prosedur analisis regresi linier berganda untuk memprediksi konsentrasi DO sungai Illionis. Chambers *et al.* (1993) menggunakan persamaan regresi linier sederhana untuk monitoring konsentrasi DO sungai Athbasca Hinton Kanada. Morill *et al.* (2011) menggunakan analisis regresi linier sederhana untuk mengevaluasi perubahan DO sungai sebagai fungsi temperatur. Mwegoha *et al* (2010) mengembangkan model matematika dengan teknik analisis regresi linier sederhana untuk memprediksi konsentrasi DO kolam/tambak ikan.

Mengacu pada model matematika yang dikembangkan Streeter dan Phelps (1925) dalam Canter (1996), konsentrasi DO cenderung bersifat sebagai respon kualitas air, sedangkan parameter lain seperti T, bersifat sebagai penduga atau prediktor. Jika perubahan prediktor bersifat alamiah (terutama oleh siklus hidrologi), maka perubahan konsentrasi DO (respon) akan bersifat alamiah begitu juga sebaliknya, (Carr dan Neary, 2006).

Pada obyek studi DAS Secang, kehadiran bahan tersuspensi di sungai Secang akibat erosi-antropogenik (campur tangan manusia) adalah sumber pencemar non-alamiah, dan karenanya perlu mendapatkan perhatian dan penanganan khusus terkait dampaknya terhadap kualitas dan kelestarian air sungai Secang dan Waduk Sermo. Dari sisi ilmiah, penggunaan teknik analisis regresi linier adalah salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk melihat seberapa besar dampak kehadiran bahan tersuspensi DAS Secang terhadap perubahan konsentrasi DO (kualitas air).

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan matematika perubahan konsentrasi oksigen terlarut-DO, dengan teknik analisis regresi linier berganda menggunakan tiga prediktor yaitu Temperatur (T), TSS, dan kedalaman (Dh). Penambahan parameter T dan Dh berdasarkan asumsi bahwa bahan tersuspensi yang terbawa pada proses sedimentasi dalam aliran air sungai Secang dalam jumlah yang melimpah dapat meningkatkan temperatur air, temperatur air juga akan bervariasi tergantung pada kedalaman sungai. Kombinasi efek dari ketiga parameter tersebut akan berdampak pada penurunan konsentrasi oksigen terlarut, dan karenanya akan berdampak pada penurunan kualitas air.

Mengacu pada Streeter dan Phelps (1925) dalam Canter (1996) dalam hal sifat respon DO, Mendenhall dan Sincich (1995) dalam hal analisis regresi linier, maka pada penelitian ini DO bertindak sebagai respon, sedangkan parameter fisika-kimia T, TSS, dan Dh, bertindak sebagai prediktor. Pokok permasalahan yang ingin diketahui jawabannya dalam penelitian ini adalah: Apakah analisis dan model regresi linier

berganda dapat digunakan untuk menyatakan hubungan fungsional perubahan konsentrasi oksigen terlarut-DO terhadap perubahan parameter fisika-kimia T, TSS, dan Dh, DAS Secang?

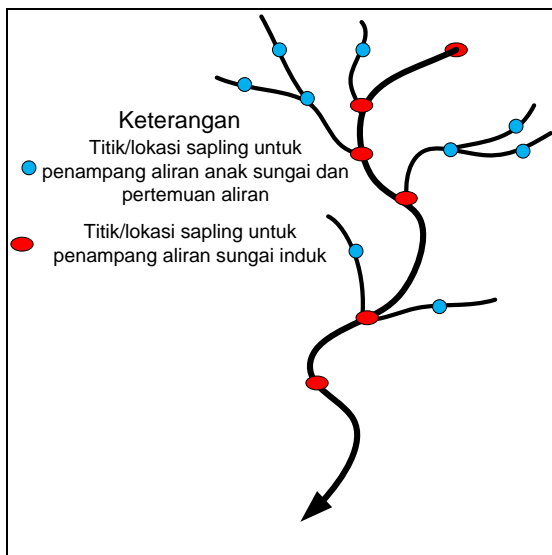
Desain penelitian yang dirancang untuk menjawab pokok permasalahan tersebut meliputi studi pendahuluan, mengumpulkan data hasil studi pendahuluan, desain sampling dan sampling, analisis dan penyusunan model regresi linier berganda DO, uji penerimaan dan kelayakan model, interpretasi model, serta menarik kesimpulan mengenai penggunaan model regresi linier berganda untuk menyatakan hubungan fungsional perubahan konsentrasi DO terhadap perubahan parameter prediktornya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah analisis dan model regresi linier berganda dapat digunakan untuk menyatakan hubungan fungsional perubahan konsentrasi DO terhadap perubahan parameter fisika-kimia T, TSS, dan Dh, DAS Secang.

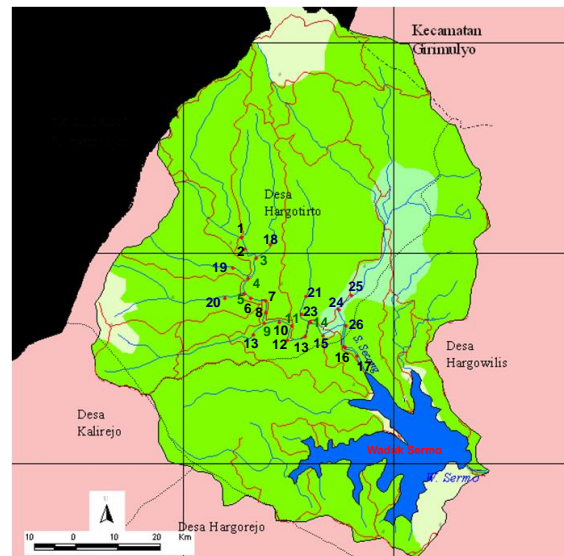
2. Metode Penelitian

Data diperoleh dari pengukuran *insitu* pada titik/lokasi sampling berdasarkan pada sifat "perwakilannya" terhadap titik lain yang relatif homogeny, kecuali untuk TSS. Titik/lokasi sampling dilakukan terutama pada penampang aliran sungai induk, daerah pertemuan aliran, dan penampang aliran anak-anak sungai, seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Konsentrasi oksigen terlarut diukur dengan alat DO meter *portable* merk Hanna (HI9142). Temperatur air diukur dengan termometer air raksa berskala 0 – 100 °C, dan kedalaman (Dh) diukur menggunakan tongkat ukur berskala 0 – 100 cm. konsentrasi TSS dan TDS diperoleh dari analisis gravimetri sampel air di Laboratorium.

Data hasil pengukuran DO, T, TSS, dan Dh, digunakan untuk melakukan pemodelan perubahan konsentrasi DO. Deteksi korelasi antar variabel dilakukan melalui uji korelasi bivariat dan uji korelasi parsial. Analisis dan penyusunan model regresi linier berganda dilakuakn dengan alat bantu *software* SPSS 17.0, dengan metode *Enter*, *Stepwise*, *Backward* (B) dan kombinasi dari ketiga metode tersebut.



Gambar 1. Ilustrasi desain sampling



Gambar 2. DAS Secang

3. Hasil Penelitian

Hasil studi pendahuluan/pengamatan awal menunjukkan bahwa aliran Sungai Secang mengalami banyak pencampuran aliran dari anak-anak sungai di sekitarnya, seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Titik-titik berwarna merah pada peta adalah titik lokasi sampling. Angka berwarna hitam adalah titik sampling pada penampang aliran sungai utama, angka berwarna biru adalah titik sampling pada penampang aliran anak sungai, sedangkan titik berwarna hijau adalah titik sampling pada pertemuan aliran sungai. Berdasarkan skala peta, jarak antara satu titik lokasi dengan titik lokasi sampling lainnya adalah sejauh 250 m. Dengan metode ini diharapkan sampel atau hasil pengukuran yang diperoleh mampu menggambarkan kualitas air sepanjang aliran sungai Secang dari hulu kehilir.

Anak-anak sungai tersebut mengalir melewati bukit-bukit atau dataran tinggi yang sangat memungkinkan terjadinya berbagai macam proses pelarutan (*leaching*) material organik dan anorganik yang akhirnya turut masuk kedalam aliran Sungai Secang. Di samping proses pelarutan, *urban run off* dari permukiman penduduk dengan kompleksitas aktiviatasnya pada daerah tepi aliran sungai juga akan berperan dalam menyumbangkan berbagai bahan pencemar yang dapat mengubah sifat fisika-kimia dan biologis air secara mendasar.

Dari hasil studi pendahuluan diperoleh empat informasi pokok mengenai kondisi DAS Secang. **Pertama**, kondisi daerah tepi aliran sungai yang bersifat heterogen seperti topografi, peruntukan lahan, pemukiman penduduk, dapat memicu dampak tertentu secara random sepanjang aliran sungai. **Kedua**, dengan kondisi yang heterogen tersebut, maka karakteristik dampak untuk titik lokasi tertentu sangat mungkin akan berbeda dengan titik lokasi lainnya. **Ketiga**, karena sampling dilakukan pada musim hujan, tentu strata/tingkat/level dampaknya akan berbeda dengan musim lainnya. **Keempat**, peneliti yakin bahwa proses erosi-sedimentasi adalah sumber pencemar potensial terhadap kualitas air DAS Secang dan Waduk Sermo.

Hasil uji korelasi bivariat dan parsial menunjukkan bahwa antara variabel terikat DO dengan variabel bebas T, TSS, dan Dh, saling berkorelasi, seperti diperlihatkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Korelasi bivariat DO pada parameter T, TSS, dan Dh

		DO	TSS	1/T (Invers)	Dh
DO	Pearson Correlation	1	-.287	-.459	.572
TSS	Pearson Correlation	-.287	1	.356	.017
1/T	Pearson Correlation	-.459	.356	1	-.460
Dh	Pearson Correlation	.572	.017	-.460	1

Tabel 2 Korelasi parsial DO pada parameter T, TSS, dan Dh

	TSS	1/T (Invers)	Dh
DO	0,013	-0,270	-0,141

Nilai korelasi dalam Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan arah dan kekuatan hubungan antar variabel yang terlibat dalam korelasi. Jika korelasi bernilai positif maka korelasi

atau hubungan antar variabel bergerak searah, begitu juga sebaliknya jika bernilai negatif maka korelasi atau hubungan antar variabel bergerak berlawanan arah, dan jika korelasi = 0 maka tidak terjadi korelasi atau tidak terdapat hubungan antar variabel. Nilai korelasi berkisar antara 0 – 1.

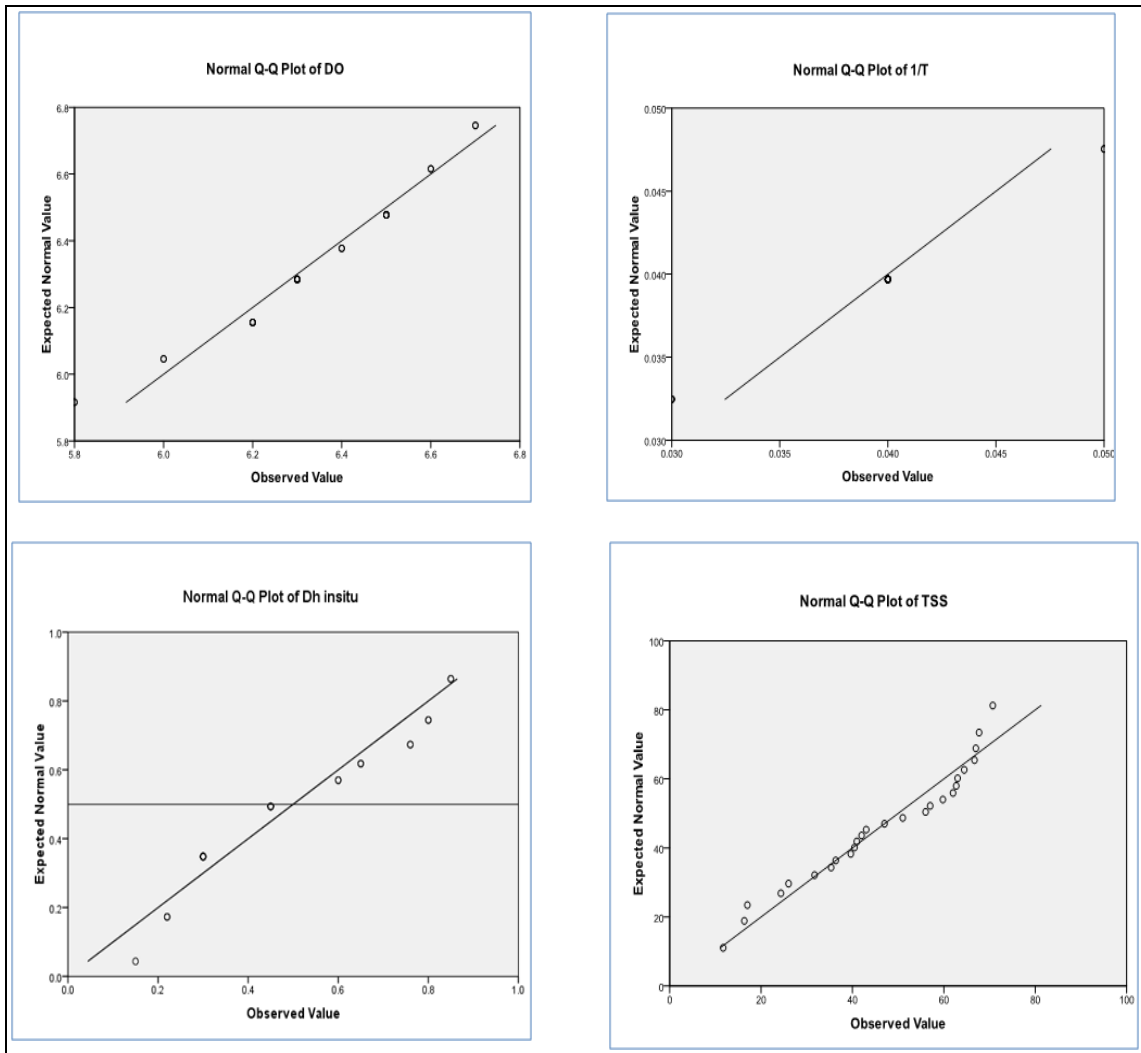
Pada korelasi bivariat Tabel 1, korelasi variabel bebas terhadap DO terjadi tanpa mengontrol efek variabel bebas lain dalam korelasi tersebut, sedangkan pada korelasi parsial, korelasi antar variabel bebas dengan variabel terikat berlangsung dengan mengontrol efek variabel lain dalam korelasi tersebut. Dengan kata lain, korelasi parsial bersifat independen sedangkan korelasi bivariat bersifat non-independen (multi interaksi).

Angka berwarna merah pada Tabel 1 adalah nilai korelasi bivariat variabel bebas T, TSS, dan Dh, terhadap variabel terikat DO yang berkisar antara $|-0,287 - 0,572|$, sedangkan angka berwarna biru adalah korelasi antar sesama variabel bebas yang berkisar antara $|0,017 - (-0,460|$. Dari tabel 1.1 dapat dilihat bahwa nilai korelasi bivariat TSS-DO = $|-0,287|$, T-DO = $|-0,459|$, dan Dh-DO = $|0,572|$. Bandingkan dengan nilai korelasi parsial TSS-DO = $|0,013|$, T-DO = $|-0,270|$, dan Dh-DO = $|-0,141|$.

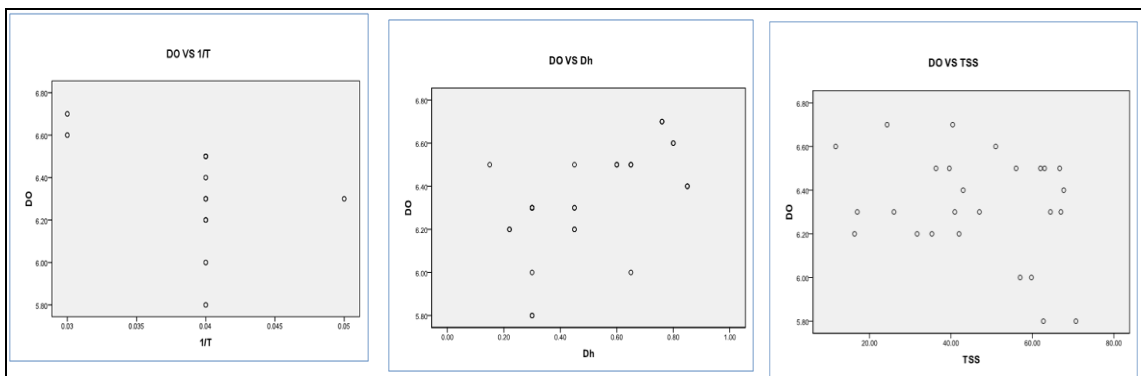
Perbedaan nilai dan arah korelasi dalam Table 1 dan Tabel 2 disebabkan oleh perbedaan cara interaksi yang terjadi. Dalam ekosistem perairan khususnya sungai (air mengalir) sudah diketahui secara umum bahwa T, TSS, dan kedalaman berbanding terbalik dengan konsentrasi DO. hal ini sesuai dengan nilai korelasi TSS-DO = $|-0,287|$, T-DO = $|-0,459|$ dalam Tabel 1 dan Dh-DO = $|-0,141|$ dalam Tabel 2.

Laju alir, bentuk penampang aliran sungai, dan jenis perairan sungai (dalam atau dangkal), volume aliran, juga berperan dalam hal difusi oksigen udara-air, waktu angkut sedimen, dan stratifikasi temperatur, dan karenanya mempengaruhi konsentrasi DO. Perbedaan nilai korelasi Dh-DO dan TSS-DO pada Tabel 1 dan Tabel 2, kemungkinan sejalan dengan konsep tersebut, karena dalam rentang data yang diberikan atau pada titik tertentu dari titik sampling, terjadi kombinasi yang mutual antara laju alir, bentuk penampang aliran sungai, kedalaman perairan, dan stratifikasi temperatur, sebaran sedimen, sehingga difusi oksigen sedemikian rupa sehingga berjalan normal, dan karenanya nilai korelasi Dh-DO = $|0,572|$ pada Tabel 1 dan TSS-DO = $|0,013|$ pada Tabel 2 berkorelasi positif, bertentangan dengan konsep teoritis yang seharusnya berkorelasi negatif.

Meskipun secara kuantitatif data korelasi bivariat dan korelasi parsial menunjukkan adanya hubungan antar variabel bebas dengan variabel terikat, namun sifat hubungan tersebut belum diketahui. Data visual *Q-Q plot* dan *scatter plot* DO, T, TSS, dan Dh, pada Gambar 3 dan Gambar 4, dapat digunakan untuk menyimpulkan secara kasar bahwa data yang berkorelasi tersebut berhubungan secara linier.



Gambar 3. Data visual *Q-Q plot* DO, T, TSS, dan Dh



Gambar 4. Data visual *scatter plot* DO versus T, TSS, dan Dh

Berdasarkan 3 jenis analisis pada tahap praanalisis regresi linier ini yaitu Analisis korelasi bivariat dan parsial, cek visual sifat distribusi variabel menggunakan *Q-Q plot*, serta cek visual *Scatter plot*, maka untuk sementara dapat dikatakan bahwa data T, TSS,

dan Dh, berhubungan secara linier terhadap DO. Informasi ini menjadi acuan untuk melakukan analisis regresi linier.

Analisis regresi linier yang telah dilakukan total menghasilkan 10 model regresi, delapan model dari analisis tahap satu dan masing satu model dari analisis tahap dua dan tiga. Masing-masing model kemudian diuji penerimaan dan kelayakannya melalui uji simultan, uji parsial, dan uji asumsi klasik multikolinieritas. Hasil lengkap terhadap ketiga uji penerimaan dan kelayakan model-model tersebut diberikan dalam Tabel 4.

Hipotesis yang berlaku untuk uji simultan adalah;

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 \dots = \beta_k = 0$; H_1 : tidak semua $\beta_i = 0$
 $k =$ banyaknya variabel bebas X; $\beta_i =$ koefisien ke- i model regresi linier
 Statistik Uji : Uji F atau dibandingkan dengan taraf nyata α 0,05
 Daerah kritis : Jika Signifikansi $< \alpha$ atau F-hitung $>$ F-tabel, maka
 H_0 ditolak
 Jika Signifikansi $> \alpha$ atau F-hitung $<$ F-tabel, maka
 H_0 diterima

Kesimpulan karena nilai signifikansi model 1,2,3 tahap satu $> \alpha$, maka H_0 diterima (secara simultan/bersama-sama variabel bebas tidak memberikan kontribusi terhadap variabel terikat) model tidak layak diinterpretasi, sedangkan nilai signifikansi model lain $< \alpha$, maka tolak H_0 (secara simultan/bersama-sama variabel bebas memberikan kontribusi terhadap variabel terikat), model layak diinterpretasi.

Uji parsial model regresi dilakukan dengan memeriksa tabel koefisien pada tiap-tiap keluaran analisis regresi untuk masing-masing model. Dua kolom terpenting yang dijadikan rujukan dalam uji parsial model regresi adalah kolom t dan Sig (*p-value*). Jika nilai Sig. koef. beta $< \alpha$ atau t-hitung $>$ t-tabel, maka dikatakan bahwa sebuah atau seluruh individu variabel bebas X secara parsial atau terpisah benar-benar memberikan kontribusi terhadap variabel terikat Y dalam model.

Hipotesis yang berlaku untuk ujia ini adalah;

H_0 : $\beta_j = 0$ dan H_1 : $\beta_j \neq 0$
 $j = 0, 1, \dots, k$, dan $k =$ banyaknya variabel bebas X
 Statistik uji : uji t, atau *p-value* dibandingkan dengan taraf nyata α
 Daerah kritis : jika *p-value* $< \alpha$ atau t-hitung $>$ t-tabel, maka H_0
 ditolak
 : jika *p-value* $> \alpha$ atau t-hitung $<$ t-tabel, maka H_0
 diterima

Kesimpulan : selengkapnya diberikan pada tabel 1.3

Dari hasil uji parsial diperoleh bahwa: **Model satu ARLB tahap dua, yaitu**

$DO = 7,080 - 7818E-5TSS^2 - 17.123(1/T) + 0.106 (1/T^2 * TSS^2 * Dh^2)$, dan Model satu ARLB tahap tiga, yaitu $DO = 6,454 + 0,116 (1/T^2 * TSS^2 * Dh^2)$, dinyatakan sebagai model dengan koefisien regresi yang masih memberikan kontribusi terhadap variabel bebas dalam keadaan parsial/terpisah:

Tabel 3 Hasil uji parsial model regresi

Model	Tahap	Uji parsial			Uji Asumsi klasik multikolinieritas			
		Sig. Koef beta (p-value)	tolak Ho	terima Ho	Nilai VIF	Multikolinieritas		Status model
			p-value < α	p-value > α		ya	tidak	
4	1	0	< α					
		0.216		> α	7.842		tidak	Bias
		0.642		> α	28.203	ya		
		0.463		> α	26.553	ya		
		0.088		> α	10.036	ya		
		0.204		> α	5.716		tidak	
		0.863		> α	199.199	ya		
		0.553		> α	587.601	ya		
5	1	0	< α					
		0.071		> α	4.433		tidak	Bias
		0.656		> α	22.54	ya		
		0.461		> α	26.007	ya		
		0.079		> α	10.036	ya		
		0.195		> α	5.542		tidak	
		0.228		> α	77.976	ya		
		0.341		> α	45.546	ya		
6	1	0	< α					
		0.039	< α		3.977		tidak	
		0.515		> α	9.507		tidak	Bias
		0.081		> α	9.595		tidak	
		0.21		> α	5.051		tidak	
		0.074		> α	51.82	ya		
7	1	0	< α					
		0.026	< α		2.259		tidak	Bias
		0.062	< α		4.786		tidak	
		0.261		> α	4.456		tidak	
		0.054		> α	25.698	ya		
		0.133		> α	21.358	ya		
8	1	0	< α					
		0.007	< α		1.986		tidak	
		0.064		> α	1.149		tidak	Bias
		0.02	< α		23.11	ya		
		0.073	< α		20.116	ya		
1	2	0	< α					
		0.029	< α		1.739		tidak	
		0.062		> α	1.145		tidak	Bias <<<
1	3	0.017	< α		1.56		tidak	
		0	< α					
		0.001	< α		1.825		tidak	tidak Bias
		0.003	< α		1.825		tidak	

Interpretasi Model

Tabel 4 adalah rangkuman penerimaan dan penolakan model regresi beserta deskripsi masing-masing model, sedangkan Tabel 5 adalah urutan pembuangan variabel bebas dari model hingga ditemukan model regresi terbaik. Deskripsi model diperoleh dari tabel model *summary* dan ANOVA, sedangkan urutan pembuanagn variabel bebas dalam model diperoleh dari tabel *model summary* atau tabel koefisien.

Dari Tabel 1.4 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi untuk semua model lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ kecuali untuk model 1, 2, 3 ARLB tahap satu. Dengan demikian model regresi yang dihasilkan dapat dinyatakan layak untuk diinterpretasi lebih lanjut.

Tabel 4 Ringkasan penerimaan dan penolakan model

Model	Tahap	R	R ²	Sig.(SM)	Status Model		
					U.S	U.P	U.A.K
1	1	0.767 ^a	0.588	0.147	Tidak layak diuji	tolak	bias
2	1	0.760 ^b	0.578	0.101	Tidak layak diuji	tolak	bias
3	1	0.750 ^c	0.562	0.072	Tidak layak diuji	tolak	bias
4	1	0.739 ^d	0.546	0.049	layak diuji	tolak	bias
5	1	0.739 ^e	0.546	0.025	layak diuji	tolak	bias
6	1	0.735 ^f	0.54	0.013	layak diuji	tolak	bias
7	1	0.728 ^g	0.53	0.007	layak diuji	tolak	bias
8	1	0.706 ^h	0.498	0.004	layak diuji	tolak	bias
1	2	0.643	0.414	0.007	layak diuji	terima	Tidak bias
1	3	0.624	0.39	0.003	layak diuji	terima	Tidak bias

Ket: U.S = Uji Signifikansi; U.P = Uji Parsial; U.A.K = Uji Asumsi Klasik

Tabel 5 Urutan eliminasi variabel bebas dari model

a. Predictors: (Constant), 1/T ³ *TSS ³ *Dh ³ , 1/T, TSS ³ , Dh, 1/T ³ , TSS, Dh ³ , 1/T*TSS*Dh, 1/T ² , 1/T ² *TSS ² *Dh ² , TSS ² tahap 1
b. Predictors: (Constant), 1/T ³ *TSS ³ *Dh ³ , 1/T, TSS ³ , Dh, TSS, Dh ³ , 1/T*TSS*Dh, 1/T ² , 1/T ² *TSS ² *Dh ² , TSS ² tahap 1
c. Predictors: (Constant), 1/T ³ *TSS ³ *Dh ³ , 1/T, Dh, TSS, Dh ³ , 1/T*TSS*Dh, 1/T ² , 1/T ² *TSS ² *Dh ² , TSS ² tahap 1
d. Predictors: (Constant), 1/T ³ *TSS ³ *Dh ³ , 1/T, Dh, Dh ³ , 1/T*TSS*Dh, 1/T ² , 1/T ² *TSS ² *Dh ² , TSS ² tahap 1
e. Predictors: (Constant), 1/T ³ *TSS ³ *Dh ³ , 1/T, Dh, Dh ³ , 1/T ² , 1/T ² *TSS ² *Dh ² , TSS ² tahap 1
f. Predictors: (Constant), 1/T ³ *TSS ³ *Dh ³ , 1/T, Dh ³ , 1/T ² , 1/T ² *TSS ² *Dh ² , TSS ² tahap 1
g. Predictors: (Constant), 1/T ³ *TSS ³ *Dh ³ , 1/T, 1/T ² , 1/T ² *TSS ² *Dh ² , TSS ² tahap 1
h. Predictors: (Constant), 1/T ³ *TSS ³ *Dh ³ , 1/T, 1/T ² *TSS ² *Dh ² , TSS ² tahap 1
a. Predictors: (Constant), 1/T ² *TSS ² *Dh ² , 1/T, TSS ² tahap 2
a. Predictors: (Constant), 1/T ² *TSS ² *Dh ² , TSS ² tahap 3

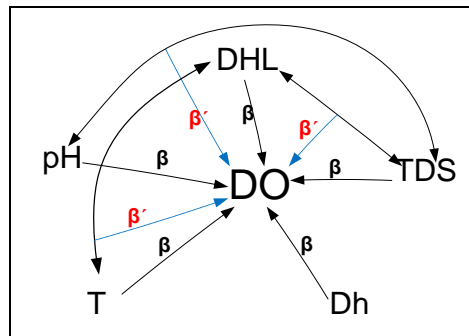
Pada uji simultan model regresi, semua model secara simultan/serentak dinyatakan bahwa semua variabel bebas atau salah satu dari variabel bebas T, TSS, dan Dh, benar-benar memiliki hubungan terhadap variabel terikat DO di dalam model. Karena sifat pengujiannya yang menyeluruh/simultan, dalam uji ini tidak diperifikasi secara detail apakah tiap-tiap variabel bebas benar-benar memberikan kontribusi secara nyata atau tidak.

Pada uji parsial (terpisah), masing-masing variabel bebas kemudian diperifikasi signifikansi kontribusinya terhadap variabel terikat, apakah benar-benar memberikan kontribusi secara nyata atau tidak. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa secara terpisah atau parsial atau independen variabel bebas T dan TSS dianggap sebagai variabel yang tidak memberikan kontribusi secara nyata di dalam model, seperti diberikan dalam Tabel 4.

SPSS membangun asumsi atau kesimpulan bahwa T dan TSS tidak memberikan kontribusi secara nyata di dalam model berdasarkan nilai korelasi variabel tersebut terhadap variabel bebas lain. Tabel 3 menunjukkan bahwa korelasi T-TSS dan T-Dh masing-masing memiliki nilai r sebesar $|0,3658|$ dan $|-0,460|$, hamper mendekati nilai korelasi T-DO= $|-0,496|$ dan T-TSS = $|0,356|$.

Korelasi yang kuat antar variabel bebas ini akan melemahkan kemampuan prediksi independen T dan TSS terhadap DO, karena T dan TSS akan lebih cenderung menduga nilai antar sesama variabel bebas. Dengan kata lain-menurut SPSS-apabila T dan TSS dipertahankan di dalam model, maka model yang dihasilkan akan sangat bias, banyak mengandung ketidak pastian. Oleh karena itu SPSS kemudian menyimpulkan bahwa kedua variabel tersebut dianggap tidak memberikan kontribusi secara nyata di dalam model.

Ditinjau dari sudut pandang teoritis dan dalam rentang data yang diberikan pada penelitian ini, keimpulan SPSS menolak T dan TSS dari model satu hingga delapan pada pemodelan tahap satu dapat dijelaskan dari pendekatan kejadian alam yang sebenarnya: "Meningkatnya temperatur perairan di DAS Secang, awalnya dipicu oleh hadirnya bahan tersuspensi yang sangat melimpah (TSS^3) oleh kombinasi proses erosi, sedimentasi, dan transport sedimen dalam aliran sungai. Bahan tersuspensi yang melimpah (TSS^3) kemudian akan memicu peningkatan temperatur perairan secara ekstrim (T^3). Kedalaman perairan yang ekstrim (Dh^3) juga akan menyebabkan terjadinya stratifikasi temperature secara ekstrim. Adanya multi interaksi atau kombinasi interaksi antra TSS, T, dan Dh, dalam memprediksi perubahan konsentrasi DO, kemudian menjadi alasan bagi SPP untuk membuang variabel-variabel tersebut dari dalam model, karena nilai prediksi yang menjadi acuan SPSS adalah nilai prediksi independen sebesar β , maka β' (beta aksen), seperti diperlihatkan pada Gambar 5."



Gambar 5 Ilustrasi konsep prediksi independen variabel bebas T, TSS, dan Dh, terhadap variabel terikat DO

Pada model regresi satu, tahap dua dan tahap tiga, kombinasi variabel bebas $1/T^3 * TSS^3 * Dh^3$ kemudian dikeluarkan dari model, dan lebih mempertahankan kombinasi variabel bebas $1/T^2 * TSS^2 * Dh^2$, karena kombinasi bentuk kubik masih memberikan efek multikolinieritas terhadap variabel lain, dalam menduga perubahan konsentrasi DO.

Jika ditinjau dari konsep siklus materi di alam terutama siklus hidrologi (siklus distribusi air), maka konsep prediksi independen yang dipersyaratkan dalam model regresi linier DO akan bertentangan satu sama lain. Jika demikian, apakah konsep regresi kemudian harus ditolak, dan karenanya model regresi juga tertolak?

Poin yang harus digaris bawahi adalah bahwa model prediktif regresi linier yang diperoleh dari analisis regresi linier bersifat peramalan atau tiruan atau penyederhanaan atas kejadian di alam berdasarkan jumlah variabel bebas dan rentang data yang diberikan. Asumsi independensi yang dibungan hanyalah satu pendekatan yang digunakan untuk menyederhanakan kompleksitas interaksi materi di alam, karena tidak mungkin semua komponen akan terwakilkan dalam satu pemodelan. Dengan demikian nilai prediktif yang dihasilkan hanya terbatas dan dibatasi oleh asumsi dan rentang data yang diberikan, atau hanya mencapai sekian persen dari yang seharusnya, sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diikuti sertakan di dalam model.

Oleh karena itu berangkat dari argumen tersebut dan berdasarkan rentang data yang diberikan, *software* SPSS kemudian melakukan verifikasi terhadap rancangan model awal yang diberikan oleh peneliti, yaitu:

$$Y(\text{DO}) = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 \text{TSS} + \beta_3 \text{Dh} + \beta_4 T * \text{TSS} * \text{Dh} + \beta_5 T^2 + \beta_6 \text{TSS}^2 + \beta_7 \text{Dh}^2 + \beta_8 T^2 * \text{TSS}^2 * \text{Dh}^2 + \beta_9 T^3 + \beta_{10} \text{TSS}^3 + \beta_{11} \text{Dh}^3 + \beta_{12} T^3 * \text{TSS}^3 * \text{Dh}^3$$

dan setelah melalui rangkaian uji asumsi yaitu parsial dan uji asumsi klasik-multikolinieritas (deteksi adanya efek bersama variabel bebas terhadap variabel terikat), 5 dari 7 model regresi linier berganda dengan nilai Sig. model $< \alpha$ dinyatakan bias, sedangkan dua sisanya disimpulkan sebagai model tiruan yang paling mendekati kenyataan di alam, yaitu:

Model satu ARLB tahap dua, yaitu

$$\text{DO} = 7,080 - 7818\text{E}-5\text{TSS}^2 - 17.123(1/T) + 0.106 (1/T^2 * \text{TSS}^2 * \text{Dh}^2), \text{ dan}$$

Model satu ARLB tahap tiga, yaitu

$$\text{DO} = 6,454 + 0,116 (1/T^2 * \text{TSS}^2 * \text{Dh}^2)$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada tujuan penelitian dan hipotesis, dapat disimpulkan bahwa: Analisis dan model regresi linier berganda dapat digunakan untuk menyatakan hubungan fungsional perubahan konsentrasi DO terhadap perubahan parameter fisika-imia T, TSS, dan Dh, DAS Secang.

Daftar Pustaka

- Butts, T.A., Schnepfer, D.H., and Evans, R.L., 1970. *Dissolved Oxygen Resources and Waste Assimilative Capacity of the La Grange Pool, Illinois River*, Report of Investigation 64, State of Illinois, Department of Registration and Education.
- Canter, L.W., Barry S., 1997, *A Tool Kit for Effective EIA Practice — Review of Methods and Perspectives on their Application*, A Supplementary Report of the International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment, Environmental and Ground Water Institute, University of Oklahoma, Institute of Environmental Assessment, UK and the International Association for Impact Assessment.
- Carr, G.M., dan Neary, J. P., 2066, *Water Quality For Ecosystem and Human Health*, United Nations Environmental Program Global Environmental Monitoring System Water Program (UNEP-GEMS). Burlington, Ontario, L7R 4A6 CANADA. <http://gemswater.org>

- Chambers, P.A., Scrimgeour, G.J., Pletroniro, A., Culp, J.M., Loughran, I., 1993, Oxygen Modelling Under River Ice Covers, Nasional Hydrology Research Institute, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.*
- Darmanto, 2009, Transportasi Sedimen di DAS Secang, Dalam "Pemanfaatan lahan miring kaitannya dengan degradasi lahan akibat Erosi di DAS Secang Kabupaten Kulonprogo," Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM, 2009. Hal. 91-103.
- Dibyosaputro, S., 2009, Efek pemanfaatan lahan miring terhadap tingkat bahanya erosi DAS Secang, Dalam "Pemanfaatan lahan miring kaitannya dengan degradasi lahan akibat Erosi di DAS Secang Kabupaten Kulonprogo," Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM, 2009.
- Gower, A.M. 1980, *Water Quality in Catchment Ecosystems*. JohnWiley & Sons, NewYork.
- Mendenhall, W., dan Sincich, T., 1995, *Statistic For Engineering and the Sciences*, Fourth Edition, Prentice-Hall International Edition, ISBN 0-13-1810170. Hal. 532-586.
- Morrill, B.J.C., Bales, Conklin, Martha., 2011, *Estimating Stream Temperature from Air Temperature: Implications for Future Water Quality*. Download pada tanggal 19 November 2011
- Mwegoha, W.J.S., Kaseva, M. E., dan Sabai, S.M.M., 2010, Mathematical modeling of Dissolved Oxygen in Fish Ponds, *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 4(9), pp. 625-638.
- Odum, E.P., 1973, *Fundamentals of Ecology. Third Edition*. Diindonesiakan oleh Samigan Tjahyono tahun 1993 dengan judul Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ketiga: 137-146. Gadjah Mada University Press. Hal.18, 20, 30-32, 132-133, 368-372judul Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ketiga: 137-146. Gadjah Mada University.