STUDI PERAMALAN PADA PENCEMARAN SUNGAI CODE AKIBAT LIMBAH KOTA YOGYAKARTA

SKRIPSI

Disusun oleh :

Amri Dwi Sucahya

No Mhs. : 95411005

NIRM : 961051013206120001

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2001

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI BERJUDUL

STUDI PERAMALAN PADA PENCEMARAN SUNGAI CODE AKIBAT LIMBAH KOTA YOGYAKARTA

Disusun oleh :
Amri Dwi Sucahya
No Mhs. : 95411005
NIRM : 961051013206120001

Telah dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan LULUS
pada tanggal 12 Mei 2001

Tim penguji

Drs. Supriyono, M.Sc .....

Jaka Nugraha, M.Si .....

Edy Widodo, M.Si .....

Yuni Suwitaningsih, S.Si .....

Mengetahui
Dekan Fakultas MIPA
Universitas Islam Indonesia

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA FAKULTAS MIPA

Jaka Nugraha, M.Si

MOTTO

Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum, kecuali kaum itu sendiri yang merubahnya.

(Q.s Ar Rad : 11)

إنّ الجنة تحت ظلال السيوف

Ingatlah
(Sesungguhnya surga itu berada di bawah ayunan pedang)
(Riwayat Bukhari dan muslim)

Kupersembahkan karya ini untuk

Keluarga besar Ngadimin

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Pertama yang dapat penulis lakukan adalah bersyukur kepada Allah, yang pasti karena-Nya lah, semua yang sepertinya tidak mungkin menjadi mungkin dan semua yang sepertinya tidak akan selesai dapat penulis selesaikan. selanjutnya salawat dan salam saya tujukan kepada Nabi Muhammad SAW dan penerus-penerusnya, yang telah membawa Islam kepada seluruh manusia, khususnya kepada penulis.

Skripsi yang mengambil judul, STUDI PERAMALAN PADA PENCEMARAN SUNGAI CODE AKIBAT LIMBAH KOTA YOGYAKARTA ini, merupakan pelengkap dari penelitian masalah lingkungan. Sesuai dengan judulnya, permasalahan yang dibahas adalah seputar model peramalan di sepanjang sungai Code. Meskipun mengambil kekhususan di sungai Code, namun cara yang digunakan bersifat umum, maksudnya berlaku untuk kasus di sungai sejenis.

Terselesaikannya skripsi ini, tidak akan lepas dari andil berbagai pihak. Maka pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu dan Bapak tercinta atas segalanya.
2. Bapak Drs. Supriyono M.Sc, selaku pembimbing I
3. Bapak Jaka Nugraha M.Si, selaku pembimbing II .
4. Kakak dan Adik tersayang atas dorongan dan bantuannya
5. Rekan-rekan di IRM, Safinatunnajah, dan FORMASI atas dorongan semangat.
6. Rekan seperjuangan FMIPA STATISTIKA '95, kapan luluse

7. Semua rekan-rekan yang telah memberi masukan dan dorongannya.

Penulis menyadari dalam laporan ini masih dijumpai banyak kekurangan, maka penulis sangat mengharapkan masukan dari berbagai pihak demi lebih baiknya laporan ini.

Akhirnya dengan segala kekurangan yang ada, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak peneliti lingkungan khususnya dan pihak-pihak lain yang membutuhkan.

Yogyakarta, April 2001

Penulis

DAFTAR ISI

		Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN		i
HALAMAN PENGESAHAN		ii
HALAMAN MOTTO		iii
PERSEMBAHAN		iv
KATA PENGANTAR		v
DAFTAR ISI		vii
DAFTAR TABEL		x
DAFTAR GAMBAR		xii
DAFTAR LAMPIRAN		xiii
ABSTRAK		xiv
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar Belakang Masalah	1
	1.2. Rumusan Masalah	5
	1.3. Batasan Masalah	5
	1.4. Tujuan Penelitan	6
	1.5. Manfaat penelitian	6
	1.6. Sistematika Penulisan	7
BAB II	DISKRIPSI TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS	9
	2.1. Penyebab Pencemaran	9
	2.2. Parameter Pencemaran	10
	2.2.1. Parameter Fisik	10
	2.2.2. Parameter Kimia	12
	2.2.3. Parameter Biologi	14
	2.3. Pencemaran Sungai Code	15
	2.4. Analisis Regresi	16
	2.4.1. Mengetahui Model Data	16
	2.4.2. Uji Keeratan Data	20

2.5. Uji Hipotesis Untuk Regresi Liniar 25
2.6. Mengetahui Keterandalan Model 28
2.7. Garis Regresi Yang Tidak Signifikan 29
2.8. Uji Ekstrapolasi 30
2.9. Kerangka Pikir 34
2.10 Hipotesis 34

BAB III PENGOLAHAN DATA DAN TEKNIK KOMPUTASI 36
3.1. Pendekatan Penelitian 36
3.2. Variabel Data 36
3.3. Populasi Dan Sampel 37
3.4. Jarak Pengambilan Sampel 39
3.5. Pembagian Sampel Berdasarkan Jenis Unsurnya 40
3.6. Mengetahui Besarnya Keeratan Data 42
3.7. Mengetahui Keandalan Model 43
3.8. Mencari Model Terbaik 45
3.9. Peramalan Untuk Daerah Tidak Berdata 48
3.9.1. Perkiraan Model Unsur A_s di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata) 49
3.9.2. Perkiraan Model Unsur C_r di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata) 51
3.9.3. Perkiraan Model Unsur C_u di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata) 52
3.9.4. Perkiraan Model Unsur Z_n di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata) 53
3.9.5. Perkiraan Model Unsur H_g di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata) 54

BAB IV 56

4.1. Model Garis Untuk Daerah Berdata 56

4.1.1. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur A_s 57

4.1.2. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur C_r 58

4.1.3. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur C_u 59

4.1.4. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur Z_n 60

4.1.5. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur H_g 62

4.2. Ekstrapolasi Untuk Daerah Tidak Berdata 63

BAB V PENUTUP 65

5.1. Kesimpulan 65

5.2. Saran 68

DAFTAR PUSTAKA 69

LAMPIRAN-LAMPIRAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 : Transformasi untuk melinierkan fungsi nonlinier 20

Tabel 2.2 : Pengujian keterandalan model 27

Tabel 2.3 : Data hasil pembangkitan dengan teknik ekstrapolasi 33

Tabel 3.1 : Kandungan unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, di sungai Code, lokasi pengambilan dari Mlati sampai Sewon 41

Tabel 3.2 : Korelasi unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g di sedimen dengan jarak pengambilannya 42

Tabel 3.3 Korelasi unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g di kangkung dengan jarak pengambilannya 43

Tabel 3.4 Korelasi unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g di wader dengan jarak pengambilannya 43

Tabel 3.5 Korelasi unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g di air dengan jarak pengambilannya 43

Tabel 3.6 : F hitung Pengujian model untuk unsur As 44

Tabel 3.7 : F hitung Pengujian model untuk unsur Cr 44

Tabel 3.8 : F hitung Pengujian model untuk unsur Cu yang terdapat pada sedimen 45

Tabel 3.9 : F hitung Pengujian model untuk unsur Zn yang terdapat pada sedimen 45

Tabel 3.10 : F hitung Pengujian model untuk unsur Hg yang terdapat pada sedimen 45

Tabel 3.11.A : Perbandingan nilai korelasi, determinasi, dan tingkat kesalahan unsur A_s pada sedimen, dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial 46

Tabel 3.11.B Nilai koefisien pengujian unsur A_s pada sedimen dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial .. 47

Tabel 3.12 : Pengelompokan model regresi unsur toksis yang terdapat di air .. 49

Tabel 3.13 : Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur A_s di air .. 50

Tabel 3.14 : Perbandingan pengujian unsur A_s pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial 51

Tabel 3.15 : Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur C_r di air ... 52

Tabel 3.16 : Perbandingan pengujian unsur C_r pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial 53

Tabel 3.17 : Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur C_u di air .. 53

Tabel 3.18 : Perbandingan pengujian unsur C_u pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial 53

Tabel 3.19 : Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur Z_n di air ... 53

Tabel 3.20 : Perbandingan pengujian unsur Z_n pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial 54

Tabel 3.21 : Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur H_g di air .. 54

Tabel 3.22 : Perbandingan pengujian unsur H_g pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial 55

Tabel 4.1 : Model data hasil ekstrapolasi 61

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 :hubungan linier positif x dan y 17

Gambar 2.2 :hubungan linier negatif x dan y 18

Gambar 2.3 :hubungan x dan y berbentuk garis lengkung 18

Gambar 2.4 :x dan y tidak berbentuk/ tidak mempunyai hubungan 19

Gambar 2.5 :Nilai Kesalahan pengganggu 24

Gambar 2.6 :Membandingkan Nilai ε dengan e 25

Gambar 2.7 :Perkiraan garis regresi baru yang mengalami penurunan kualitas 32

Gambar 2.8 :Proses pembangkitan data dengan penurunan slope 32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. :Hasil penelitian Wisnu Arya Wardana dan kawan-kawan. Lokasi di sepanjang sungai Code (Daerah Mlati sampai dengan daerah Sewon)

Lampiran 2. :Peta Pengambilan sampel di sungai Code

Lampiran 3.A:Nilai Korelasi antara peningkatan unsur toksis dengan panjang jarak pengambilan sampel pada unsur toksis

Lampiran 3.E:Output uji hipotesis tentang ρ

Lampiran 4. :Output uji keandalan model

Lampiran 5. :Perbandingan pengujian model unsur A_s pada wader dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Lampiran 6. :Pengujian model unsur A_s di air (data perkiraan dengan ekstrapolasi) dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Lampiran 7. :Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi, untuk unsur-unsur toksis yang terdapat di air.

Lampiran 8. :Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi, untuk unsur-unsur toksis yang terdapat di kangkung, sedimen, dan di wader.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model terbaik dari kadar pencemaran yang terjadi di sungai code. Model pencemaran tersebut dicukupkan hanya pada model pencemaran yang terdapat pada unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, yang kesemuanya terdapat pada sedimen, kangkung, wader, dan air.

Sampel penelitian diambil dari penelitian Wisnu Arya Wardhana dan kawan-kawan, dengan lokasi penelitian di daerah Mlati sampai dengan Sewon. Model yang dapat memberikan gambaran kadar unsur toksis di daerah tersebut, untuk unsur A_s yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y}_{11} = 24.9 + 0.600$ x, di kangkung adalah $\hat{y}_{12} = 0.306 + 0.0110$ x, di wader adalah $\hat{y}_{13} = 1.13 + 0.0324$ x, di air adalah $\hat{y}_{14} = 0{,}00988 + 0.000163$ x. Unsur C_r yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y}_{21} = 102 + 0.814$ x, di kangkung adalah $\hat{y}_{22} = 0.747 + 0.122$ x, di wader adalah $\hat{y}_{23} = 2.37 + 0.0973$ x, di air adalah $\hat{y}_{24} = 0.00939 + 0.000115$ x. Unsur C_u yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y}_{31} = 29.2 + 0.373$ x, di kangkung adalah $\hat{y}_{32} = 7.44 + 0.201$ x, di wader adalah $\hat{y}_{33} = 2.50 + 0.0727$ x, di air adalah $\hat{y}_{34} = 0.0104 + 0.000068$ x. Unsur Z_n yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y}_{41} = 222 + 1.47$ x, di kangkung adalah $\hat{y}_{42} = 37.0 + 0.317$ x, di wader adalah $\hat{y}_{43} = 2.80 + 0.0751$ x, di air adalah $\hat{y}_{44} = 0.0101 + 0.000089$ x. Unsur H_g yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y}_{51} = 1.05 + 0.0399$ x, di kangkung $\hat{y}_{52} = 0.0869 + 0.00711$ x, di wader $\hat{y}_{53} = 1.10 + 0.0855$ x, di air $\hat{y}_{54} = 0.00925 + 0.000187$ x

Untuk daerah yang tidak diteliti, data pencemaran, diperkirakan dengan teknik ektrapolasi. Model terbaik, yang menggambarkan, kandungan unsur toksis di daerah tersebut adalah, untuk unsur A_s yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y} = 35{,}8789 + {,}2004\ x + {,}0521\ x^2 - {,}0057\ x^3$, di kangkung adalah $\hat{y} = {,}5062 + {,}0049\ x + {,}0012\ x^2 - {,}0001\ x^3$, di wader adalah $\hat{y} = 1{,}6300 + {,}0519\ x + {,}0130\ x^2 - {,}0014\ x^3$, di air adalah $\hat{y}_{11} = {,}0103 + 1{,}5E\text{-}05\ x + 3{,}7E\text{-}06\ x^2 - 4{,}E\text{-}07\ x^3$. Unsur C_r yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y} = 116{,}263 + {,}3067\ x + {,}0878\ x^2 - {,}0094\ x^3$, di kangkung adalah $\hat{y} = 3{,}0156 - {,}0348\ x + {,}0231\ x^2 - {,}0017\ x^3$, di wader adalah $\hat{y} = 3{,}7400 + {,}0353\ x + {,}0088\ x^2 - {,}0010\ x^3$, di air adalah $\hat{y} = {,}0108 + {,}0001\ x + 3{,}0E\text{-}05\ x^2 - 3{,}E\text{-}06\ x^3$. Unsur C_u yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y} = 36{,}0506 + {,}1418\ x + {,}0364\ x^2 - {,}0040\ x^3$, di kangkung $\hat{y} = 11{,}1529 + {,}1025\ x + {,}0260\ x^2 - {,}0029\ x^3$, di wader $\hat{y} = 3{,}7400 + {,}0353\ x + {,}0088\ x^2 - {,}0010\ x^3$, di air adalah $\hat{y} = {,}0124 + {,}0002\ x + 4{,}9E\text{-}05\ x^2 - 5{,}E\text{-}06\ x^3$. Unsur H_g yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y} = 1{,}1523 + {,}0038\ x + {,}0009\ x^2 - {,}0001\ x^3$, di kangkung adalah $\hat{y} = {,}2163 + {,}0032\ x + {,}0008\ x^2 - 9{,}E\text{-}05\ x^3$, di wader adalah $\hat{y} = 2{,}7584 - {,}0227\ x + {,}0194\ x^2 - {,}0014\ x^3$, di air adalah $\hat{y} = {,}0127 + 6{,}5E\text{-}05\ x + 3{,}2E\text{-}05\ x^2 - 3{,}E\text{-}06\ x^3$. Unsur Z_n yang terdapat di sedimen adalah $\hat{y} = 248{,}770 + {,}5251\ x + {,}2693\ x^2 - {,}0260\ x^3$, di kangkung adalah $\hat{y} = 1{,}1E\text{-}05 + 6{,}9E\text{-}08\ x + 3{,}2E\text{-}08\ x^2 - 3{,}E\text{-}09\ x^3$, di wader adalah $\hat{y} = 4{,}1826 + {,}0386\ x + {,}0097\ x^2 - {,}0011\ x^3$, di air adalah $\hat{y} = {,}0141 + {,}0004\ x + 8{,}9E\text{-}05\ x^2 - 1{,}E\text{-}05\ x^3$.

Dilihat dari nilai F_{hitimg} yang lebih jauh lebih bersar dari nilai F_{tabel}, juga berdasar nilai determinasi, nilai korelasi yang besar dan nilai kesalahan pengganggu yang kecil, maka dapat disimpulkan bahwa semua model di atas dapat di andalkan untuk memperkirakan nilai kandungan unsur toksis di sungai Code untuk tahun 1998.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Persoalan pencemaran lingkungan merupakan permasalahan yang selalu muncul di negara yang sedang berkembang, hal ini nampaknya terjadi pula di Indonesia. Permasalahan tersebut terjadi sebagai dampak pergeseran pola kehidupan masyarakat, dari negara agraris menuju negara industri. Negara yang sedang melakukan pembangunan di segala bidang, mengalami kesulitan untuk membuat aturan yang baku, kendala tersebut menyebabkan kontrol terhadap kelestarian lingkungan, belum dapat dijalankan dengan sempurna. Kekurang sempurnaan itu, memungkinkan orang–orang yang tidak perduli terhadap kelestarian lingkungan mudah melakukan perusakan terhadap kelestarian alam.

Dampak negatif yang tidak dapat dihindari dari kemajuan industri adalah munculnya limbah. Limbah yang belum didaur ulang, sebelum dibuang ke alam akan membuat pencemaran di lingkungan tersebut. Jika permasalahan limbah sebelum dibuang kelingkungan dapat diselesaikan, tentunya tidak akan terjadi kerusakan-kerusakan lingkungan. Kerusakan tersebut semakin diperparah oleh kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya hidup bersih. Untuk melestarikan lingkungan memerlukan peran serta masyarakat untuk ikut melakukan pengawasan terhadap upaya pemberitahuan bahaya

limbah, pengawasan pembuangan limbah, dan pelestarian lingkungan yang bersih.

Permasalahan lingkungan di atas terjadi pula di Yogyakarta. Salah satunya adalah permasalahan pencemaran air di sungai Code. Untuk mengetahui apakah kondisi lingkungan sungai tersebut mengalami pencemaran atau tidak, dapat diketahui dari beberapa sifat yang bisa diamati. Air yang mengalami pencemaran mempunyai sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian diantaranya (Sugiharto 1987) :

1. Sifat fisik
2. Sifat kimiawi
3. Sifat biologis

Sifat fisik air dapat diketahui dari warna, bau, endapan, dan temperatur. Sebelum memasuki kota Yogya, kondisi air sungai Code relatih jernih, hal ini dikarenakan air sungai yang berasal dari lereng gunung Merapi tersebut hanya melewati daerah persawahan. Dapat diperkirakan air sungai tersebut belum tercemari, namun jika ternyata air mengandung unsur racun, penyebabnya adalah karena pemakaian pupuk-pupuk kimia.

Setelah memasuki daerah perkotaan, kondisi fisik air sedikit demi sedikit mengalami perubahan, semakin lama warna air yang tadinya jernih, berubah menjadi kehitam-hitaman, disamping itu mulai timbul bau yang busuk. Penyebab perubahan itu secara sepintas dapat dikatakan, karena limbah kota. Limbah kota, dapat berupa limbah rumah tangga maupun limbah industri. Limbah rumah tangga meliputi limbah dari pelayanan umum, perumahan,

hotel, dan sebagainya. Dari tempat-tempat tersebutlah, air buangan bekas keperluan pembersihan, masak, minum, mandi, dan keperluan lainnya dibuang ke sungai. Air buangan tersebut biasanya langsung dibuang ke sungai, tanpa melalui penetralan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan penduduk sekitar sungai sulit untuk menyediakan tempat penampungan air buangan, mengingat kondisi lingkungan yang sudah sangat padat. Sedangkan pencemaran yang disebabkan oleh sektor industri adalah karena pembuangan limbah cair sisa kegiatan produksinya. Limbah cair tersebut menimbulkan perubahan kualitas air dalam hal komposisi, warna, kadar garam, dan sifat-sifat khas yang mengandung racun (Sugiharto, 1987).

Kondisi air sungai Code setelah melewati daerah parkotaan, menunjukkan kecenderungan yang semakin membaik. Perubahan perairan yang berangsur netral, dapat diamati dari kondisi air yang semakin jernih dan bau busuk yang ditimbulkan semakin hilang. Di daerah Sewon, Bantul, kondisi fisik air kembali seperti waktu masuk kota Yogyakarta. Daerah sungai Code di Sewon, adalah kawasan persawahan yang subur. Di daerah inilah pencemaran yang disebabkan karena limbah kota menjadi netral.

Berdasarkan gambaran kondisi fisik di atas, sungai dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian. Bagian I adalah bagian yang terus menerus mengalami peningkatan kekeruhan dan bau, bagian ini adalah daerah sungai sebelum memasuki perkotaan, sampai daerah di dalam perkotaan. Sedangkan Bagian II adalah, bagian yang berangsur-angsur mengalami

penurunan kadar kekeruhan dan bau, bagian ini mencakup daerah sesudah meninggalkan perkotaan.

Meskipun di daerah II secara fisik, air sungai Code menunjukkan kondisi yang semakin membaik, namun hal itu belum dapat diarti bahwa, air di daerah tersebut sehat untuk dikonsumsi. Secara kimia, permasalahan tersebut perlu diteliti lebih lanjut. Namun harus disadari bahwa, penelitian secara kimia tidak dapat dilakukan semudah penelitian fisik. Dibanding penelitian fisika, penelitian kimia membutuhkan waktu yang lebih lama, dan biaya yang dikeluarkan juga lebih besar, bahkan tidak jarang, untuk mendapatkan penelitian yang lebih akurat digunakan alat radiasi.

Berdasarkan uraian di atas, perlu diupayakan suatu cara untuk menghemat waktu penelitian dan pengeluaran biaya, namun memberi hasil yang maksimal. Salah satu yang dapat kita lakukan adalah dengan, meminimalkan pengambilan sampel penelitian, namun sampel tersebut harus menunjukkan sampel yang representatif. Sampel representatif adalah, sampel yang dapat menunjukkan segala karakteristik populasi dari bagian yang telah diambil (Sudjana, 1992). Dengan sampel tersebut, kondisi obyek secara keseluruhan dapat diperkirakan. Untuk memperkirakan suatu keadaan, dapat dilakukan dengan suatu analisis yang biasa disebut sebagai analisis regresi. Analisi regresi memenuhi dua tugas utama, yaitu (Sutrisno Hadi, 1995) :

a. Memberi dasar untuk mengadakan prediksi
b. memberi dasar untuk pembicaran mengenai analisis kovariansi.

Dari uraian di atas, penelitian yang dilakukan oleh Wisnu Arya Wardhana dan kawan-kawan dapat lebih disempurnakan, penelitian tersebut berisi tentang, Evaluasi Penyebaran Unsur Toksis Dalam Cuplikan Lingkungan Di Sungai Code Yogyakarta, Dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN). Dari data penelitian yang ada, dapat dilakukan penyempurnaan dengan analisis yang disebutkan di atas. Namun karena data yang ada, hanya mencakup sekitar daerah perkotaan, maka teknik pertama hanya digunakan sejauh daerah tersebut. Sedangkan untuk daerah sesudah meninggalkan perkotaan, yang tidak memiliki data, akan diramalkan dengan cara ekstrapolasi. Untuk memperkirakan daerah yang tidak berdata, digunakan ekstrapolasi (Sudjana, 1992).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, selanjutnya dapat dikemukakan suatu perumusan masalah sebagai berikut.

1. Apakah analisis regresi linier, dapat digunakan untuk meramalkan daerah sebelum kota, sampai di dalam perkotaan,
2. Apakah penggunaan teknik ekstrapolasi, dapat menunjukkan kondisi sungai Code, di luar perkotaan.

1.3. Batasan Masalah

Memperhatikan apa yang ada pada latar belakang masalah dan identifikasi masalah, dapat diketahui bahwa masalah yang muncul dalam

penelititan ini cukup bervariasi. Agar penelitan ini efektif dan sesuai dengan sasaran, penulis membatasi masalah pada pencemaran yang terjadi di perairan sungai code, dengan membagi tingkat pencemaran yang ada berdasarkan lokasi

1. Perairan sungai Code sebelum masuk perkotaan sampai di dalam kota. Untuk lokasi pertama teknik peramalan yang akan kita gunakan adalah teknik analisis regresi inier, pengolahan didasarkan pada data yang ada.
2. Daerah perairan sungai Code sesudah meninggalkan perkotaan. Untuk lokasi kedua yang tidak memiliki data, teknik yang akan digunakan untuk memperkirakan besarnya pencemaraan adalah teknik ekstrapolasi

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah, dihasilkannya peramalan tingkat pencemaran lingkungan, berupa unsur-unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, di sepanjang sungai Code, untuk kurun waktu tertentu.

1.5. Manfaat penelitian

1. Secara Teoritis

   Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang analisis yang lebih lengkap kepada peneliti dalam bidang lingkungan, jika menemukan kasus yang sama.

2. Secara Praktis

Masukan kepada masyarakat dan pemerintah daerah tentang bahaya membuang limbah yang belum dinetralkan secara sembarangan, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam melakukan pembahasan, maka penulisan kami bagi menjadi lima bab, yang secara garis besar adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Berisi tentang uraian singkat tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, pembatasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, kegunaan penelitian dan sistematika penulisan laporan.

BAB II. DISKRIPSI TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

Diskripsi teori memuat penjelasan tentang konsep dan prinsip dasar serta teori-teori yang mendasari penelitian untuk memecahkan masalah yang dihadapi. Selanjutnya diajukan sebuah hipotesiss.

BAB III. PENGOLAHAN DATA DAN TEKNIK KOMPUTASI

Membahas tentang kerangka dalam memecahkan suatu masalah dan hasil-hasil pengolahan data yang dimiliki juga menjelaskan secara garis besar.

BAB IV. PEMBAHASAN

Bagian pembahasan menyajikan data-data yang diperoleh penulis dari pengolahan data dan analisis terhadap hasil-hasil yang diperoleh.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Mengambil kesimpulan dari seluruh uraian yang ada di atas dan selanjutnya dapat memberikan saran dari kekurangan-kekurangan yang didapatkan dalam penelitian.

BAB II

DISKRIPSI TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

Pada bagian ini diuraikan teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk melakukan pembatasan penelitian. Uraian-uraian ini tentunya tidak terlepas dari hal-hal yang berhubungan dengan judul penelitian

2.1. Penyebab Pencemaran

Pada umumnya, sumber utama penyebab pencemaran perairan di daerah perkotaan adalah limbah kota. Limbah kota tersebut bersumber dari limbah rumah tangga dan limbah industri. Yang dikategorikan sebagai limbah rumah tangga adalah air buangan dari daerah perdagangan, lapangan terbang, pusat perbaikan kendaraan, bar, hotel, gedung perusahaan, tempat pencucian, kantor, rumah makan, toko, dan pusat perbelanjaan. Sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran seperti rumah sakit medis, rumah sakit jiwa, rumah penjara, rumah peristirahatan, sekolah, dan asrama (Sugiharto, 1987)

Limbah dari berbagai tempat tersebut dapat membayakan lingkungan, limbah yang membahayakan lingkungan dikarenakan sebelum dibuang limbah tersebut tidak mengalami pengolahan terlebih dahulu, disamping itu diakibatkan juga oleh sistem sanitasi lingkungan yang kurang baik (Martopo, 1986).

2.2. Parameter Pencemaran

Ada beberapa hal yang dapat dijadikan ukuran tercemar atau tidak suatu perairan. Jika perairan tersebut sudah tercemar, seberapa besar kadar pencemarannya? Apakah membahayakan jika apa yang terdapat di perairan tersebut tetap dikonsumsi manusia. Seperti ditulis pada bab dua (halaman 2), parameter terebut terdiri dari parameter fisik, kimia, dan biologis.

2.2.1. Parameter Fisik

Beberapa komponen fisik perairan yang dapat menunjukkan ada tidaknya pencemaran adalah :

1. Suhu

   Pada umumnya suhu air sangat berpengaruh terhadap sifat kimia, fisika dan biologis perairan. Kenaikan suhu akan berpengaruh terhadap kandungan oksigen terlarut. Kehidupan ikan mas sangat berhubungan dengan suhu perairan. Pertumbuhan ikan mas pada suhu 30^0C sekitar setengah kali dari pada suhu 20^0C, disamping itu ikan Mas hanya akan memijah pada suhu 20^0C-22^0C (Soepomo Wardono, 1987).

   Penyebab dari kenaikan suhu ini adalah air panas yang di buang ke saluran dari rumah maupun dari industri, disamping dapat disebabkan pula oleh kondisi udara di sekitar perairan tersebut.

2. kekeruhan

Tingkat kekeruhan suatu perairan dapat diamati langsung dari hal yang nampak atau terlihat. Untuk jenis-jenis ikan tertentu terutama ikan air tawar, kekeruhan dapat menyebabkan ikan mati lemas. Keruhnya perairan ini menyebabkan terpantulnya sinar matahari yang dibutuhkan oleh tanaman. Berkurangnya sinar matahari yang sampai ketanaman menyebabkan produksi oksigen menjadi berkurang (Sugiharto, 1987).

Penyebab dari kekeruhan ini diantaranya karena air dari selokan, benda-benda yang tercampur seperti limbah padat, garam tanah liat, bahan organik dan organisme kecil.

3. Warna

Air dalam keadaan biasa tidak berwarna (bening). Jika air tersebut mengalami perubahan wujud menjadi tidak bening lagi, berarti air tersebut mengalami pencemaran. Meskipun biasanya warna ini tidak mempunyai pengaruh yang membahayakan, namun pencemaran tersebut minimal akan mempengaruhi keindahan.

Perubahan warna ini dikarenakan benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman, atau dapat pula dikarenakan buangan industri (Sugiharto, 1987).

4. Bau

Air pada keadaan netral tidak berbau, namun karena mengalami pencemaran, air tersebut dapat berbau sangat busuk. Bau busuk tadi menunjukkan adanya pembusukan air limbah.

Penyebab dari pembusukan tersebut adalah karena bahan volatile, gas terlarut. Pembusukan bahan organik, dapat pula disebabkan karena minyak utama dari mikroorganisme.

2.2.2. Parameter Kimia

Penelitian secara kimia memberikan hasil yang lebih sempurna dibandingkan penelitian secara fisika. Hal ini karena tingkat ketelitian alat pada penelitian kimia jauh lebih tinggi dari pengamatan indra. Kandungan racun yang sering tidak teramati oleh penglihatan mata, dapat diketahui dengan penelitian kimia. Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran adalah :

1. Derajad Keasaman (pH)

Derajad keasaman mempunyai pengaruh besar terhadap tumbuhan dan hewan aquatis, sehingga sering digunakan untuk menyatakan baik buruknya keadaan perairan bagi lingkungan hidup. PH yang baik untuk kehidupan ikan adalah sebesar 6 - 8,7 (Suhailli, 1983).

2. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

BOD adalah sejumlah oksigen dalam perairan yang di butuhkan oleh bakteri untuk merombak bahan-bahan sampah organik dalam air melalui proses oksidasi (Riyadi, 1984). Nilai BOD yang tinggi dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut, sedangkan syarat BOD perairan yang diijinkan adalah tidak lebih dari 5 satuan BOD.

3. Oksigen Terlarut (*Disolved Oxygen*)

Oksigen sangat penting dalam pernafasan dan merupakan komponen utama bagi metabolisme ikan dan organisme pada umumnya. Kematian ikan yang mendadak dapat terjadi pada kondisi kehabisan oksigen terlarut, oleh karena itu agar ikan dapat hidup yang baik maka kandungan oksigen terlarut tidak boleh kurang dari 5 ppm (Brown, 1957). Jika air kekurangan oksigen, maka akan menyebabkan berkurangnya jumlah telur yang dihasilkan dan mengakibatkan terhambatnya ikan berkembangbiak.

4. Logam-Logam Terlarut

Berdasarkan daya toksisitasnya, logam dapat digolongkan menjadi dua yaitu, golongan logam berat dan golongan logam dengan daya toksisitas rendah. Golongan logam berat yaitu golongan logam yang dalam konsentrasi sedikit saja sudah merupakan racun bagi

organisme. Sedangkan yang kedua adalah golongan logam yang tidak menimbulkan toksisitas dalam jumlah yang relatif banyak. Seringkali logam ini dibutuhkan dalam konsentrasi yang bervariasi oleh organisme untuk pertumbuhannya. Cadmium, Perak, Mercuri, Tembaga, Seng, Aluminium, Nikel dan Chromium termasuk dalam logam dengan daya toksisitas tinggi dan berpengaruh buruk terhadap proses-proses biologis (Brown, 1957).

5. Bahan Beracun Non Logam

Hal yang paling sering kita jumpai adalah penggunaan pestisida, konsentrasi DDT 5 ppm dalam telur ikan air tawar telah menyebabkan kegagalan 100% pada perkembangan ikan tersebut. Dampak lain yang disebabkan karena penggunaan DDT adalah dengan timbulnya penyakit-penyakit ikan, meskipun pertumbuhan penyakit itu tidak secara langsung.

Yang kedua yang juga sering kita jumpai adalah diterjen, deterjen sintesis merupakan racun akut pada beberapa ikan air tawar dalam konsentrasi di bawah 10 ppm (Invasta, 1988).

2.2.3. Parameter Biologi

Organisme yang secara garis besar terdiri atas golongan tumbuhan, hewan dan protista, hampir semuanya dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan tingkat pencemaran perairan, hal ini dikarenakan

kehidupan biologis di tempat tersebut sangat dipengaruhi oleh lingkungan tinggalnya. Kelompok organisme ini antara lain adalah alga, mikro ibertebrata, bakteri dan ikan.

Ikan merupakan jenis organisme aquatik yang sering digunakan sebagai indikator pencemaran air (Taras, 1971).

2.3. Pencemaran Sungai Code

Kota Yogyakarta dialiri oleh tiga buah sungai besar, yaitu sungai Gajahwong, sungai Code dan sungai Winongo. Sungai Code merupakan sungai yang melintas pusat kota Yogyakarta. Sungai Code dan sungai Gajahwong mengalami tingkat pencemaran yang relatif lebih tingi dari sungai yang lainnya, hal ini disebabkan oleh banyaknya limbah rumah tangga yang dibuang ke kedua sungai tersebut (Dradjat, 1988). Perairan sungai di dalam kota, memiliki konsentrasi bahan kimia yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan sungai yang lain.

Industri yang ada di Yogyakarta kebanyakan adalah industri-industri kecil semacam industri tas, batik, kulit, tempe tahu dan sebagainya. Jadi jika di dalam kota sungai mengalami pencemaran, dapat di perkirakan penyebab terbesarnya adalah karena limbah rumah tangga. Pencemaran yang ditimbulkannya jika tidak segera dicari penyelesaiannya akan membahayakan kelestarian lingkungan.

Pabrik kulit dan pabrik batik menghasilkan bahan beracun berbahaya yang tergolong sangat beracun (*very toxict*), yaitu bahan-bahan dan penyediaannya yang apabila melalui pernafasan atau pencernaan atau kontak dengan kulit dapat menimbulkan keracunan (PPLH UGM, 1992). Kedua industri ini terdapat di lokasi

yang dekat dengan sungai Code, sehingga kemungkinan masuknya limbah kedua macam industri tersebut ke sungai Code cukup beralasan.

2.4. Analisis Regresi

Suatu variabel sering berelasi atau berasosiasi dalam beberapa cara atau tingkatan. Seperti hubungan panjang sungai yang sedang tercemar dan peningkatan pencemaran di sepanjang sungai tersebut, atau tingkat pencemaran air sungai dengan kepadatan penduduk yang tinggal di sekitar sungai tersebut. Jika ingin mengetahui atau menganalisis bentuk hubungan antara dua kejadian itu, maka cara yang tepat adalah dengan menggunakan analisis regresi. Analisis regresi merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih (Supramono, 1993).

Variabel dalam analisis regresi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu variabel bebas (independent variabel) atau variabel prediktor dan variabel tak bebas (dependent variabel) atau variabel respon. Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi dan mendahului variabel tak bebas, sedangkan variabel tak bebas adalah variabel yang dipengaruhi. Variabel bebas biasa dilambangkan dengan x dan variabel terikat biasa dilambangkan dengan y.

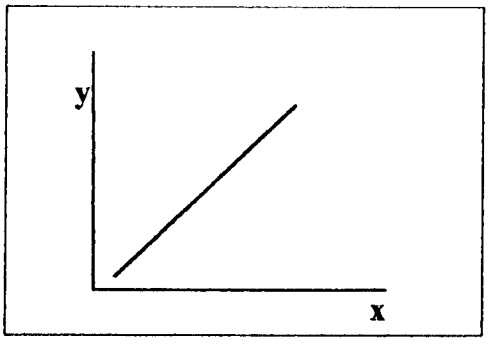
2.4.1. Mengetahui Model Data

Adalah tidak mungkin, memperkirakan hubungan antara dua variabel, tanpa membuat asumsi terlebih dahulu, mengenai bentuk hubungan, yang dapat dinyatakan dalam fungi tertentu. Langkah yang

dapat dilakukan, untuk mengetahui bentuk persamaan regresi adalah, dengan menggunakan diagram pancar, berdasarkan hasil pengamatan (Sudjana, 1992). Dengan diagram pancar, dapat ditunjukkan gambaran data, dalam sebuah grafik. Dalam diagram tersebut, sumbu datar atau apsis, dilambangkan sebagai sumbu x (variabel bebas) dan sumbu tegak atau ordinat, dilambangkan sebagai sumbu y (variabel tak bebas). Bila disusun dalam grafik, pertemuan antara absis x dan ordinat y, berbentuk titik-titik yang berpencar, maka grafik tersebut disebut diagram pancar. Dengan diagram semacam ini dapat diketahui model hubungan antara dua variabel. Melihat hubungan yang ditimbulkan, akan dijumpai empat macam hubungan yang ada yaitu (Bambang, 1984):

1. Linier positif

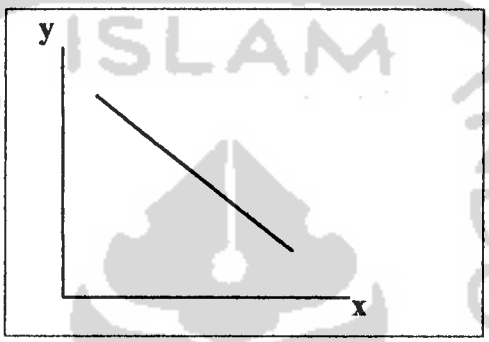
   Hubungan dua variabel dikatakan memiliki hubungan linier positif karena pertemuan antara absis dan ordinatnya berada disekitar garis lurus dan dan garis tersebut cenderung naik, seperti diperlihatkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 hubungan linier positif x dan y

2. Linier Negatif

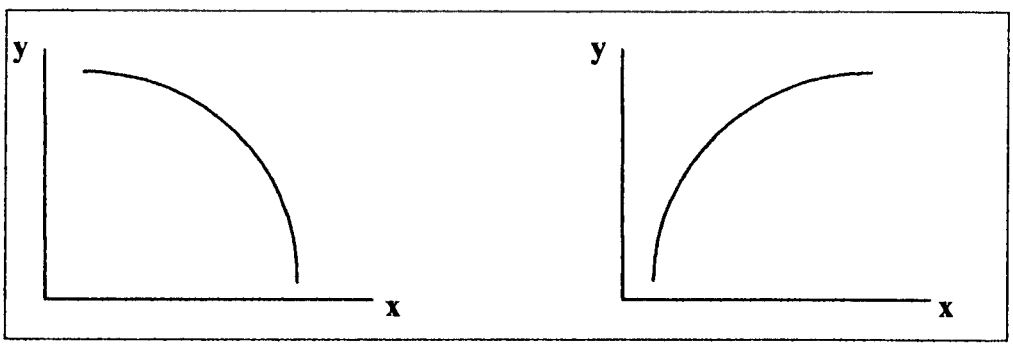
Hubungan dua variabel dikatakan memiliki hubungan linier negatif karena pertemuan antara absis dan ordinatnya berada disekitar garis lurus dan dan garis tersebut cenderung turun, seperti diperlihatkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 hubungan linier negatif x dan y

3. Garis lengkung

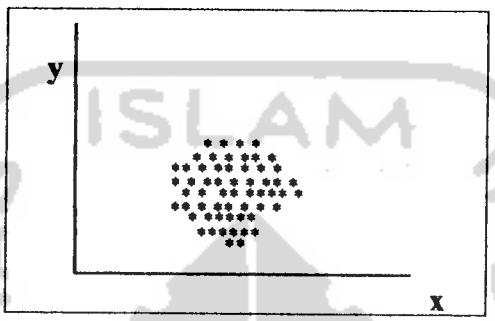
Hubungan dua variabel dikatakan memiliki hubungan berbentuk garis lengkung karena pertemuan antara absis dan ordinatnya berada disekitar garis lengkung tersebut, seperti diperlihatkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 hubungan x dan y berbentuk garis lengkung

4. Tidak ada hubungan.

Dua variabel dikatakan tidak memiliki hubungan karena pertemuan antara absis dan ordinatnya tidak beraturan, seperti diperlihatkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. x dan y tidak berbentuk/ tidak mempunyai hubungan

Jika letak titik-titik itu sekitar garis lurus, maka cukup beralasan untuk menduganya sebagai regresi linier. Sedangkan jika letak titik-titik sekitar garis lengkung, wajarlah untuk menduga regresi nonlinier (Sudjana, 1992).

Jika data yang ditemui mempunyai bentuk hubungan nonlinier, data tersebut perlu untuk ditransformasikan (Ronald dan Raymond, 1995). Jika x dan y telah ditransformasikan maka model nonlinier tadi dapat dianggap sebagai model linier. Masih menurut Ronald dan Raymond Model regresi dikatakan linier bila parameternya dalam bentuk linier.

Persamaan sebagai hasil dari transformasi persamaan nonlinier akan berbentuk seperti persaman 2.1 berikut :

$$y^* = \alpha + \beta x^* + E, \quad \text{..... 2.1}$$

y^* dan x^* merupakan pemisalan dari persamaan model nonlinier yang ada. Persamaan 2.5 tersebut adalah persamaan linier karena parameter α dan β dalam bentuk linier. Contoh lain adalah seperti persamaan 2.2 :

$$\log y = \alpha + \beta \log x + \varepsilon \quad \text{..... 2.2}$$

Meskipun model ini tidaklah linier dalam x dan y, tapi linier dalam parameternya sehingga diperlakukan sebagai model linier.

Contoh selengkapnya transformasi dari fungsi nonlinier ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1.

Transformasi untuk melinierkan fungsi nonlinier

Bentuk fungsi yang menghubungkan y dan x	Transformasi yang sesuai	Bentuk regresi liniar sederhana
Eksponen : $Y = \alpha e^{\beta x}$	$y^* = \ln y$	Regresikan y^* terhadap x
Kuasa : $Y = \alpha x^{\beta}$	$y^* = \log y$ $x^* = \log x$	Regresikan y^* terhadap x^*
Kebalikan : $\alpha + \beta (\frac{1}{x})$	$x^* = \frac{1}{x}$	Regresikan y terhadap x^*
Fungsi hiperbola : $y = \frac{x}{\alpha + \beta x}$	$y^* = \frac{1}{y}$, $x^* = \frac{1}{x}$	Regresikan y^* terhadap x^*

Transformasi dari fungsi kuasa, $y = \alpha x^{\beta}$, ke fungsi linier, adalah sebagai berikut, $\log y = \log \alpha + \beta \log x$, dengan pemisalan di atas ($y^* = \log y$), maka persamaan baru fungsi kuasa adalah, $y_0 = \alpha + \beta x_0$.

2.4.2. Uji Keeratan Data

Untuk mengetahui erat atau tidak hubungan antar variabel, sering digunakan analisis korelasi. Apabila ternyata hasil analisis menunjukkan

hubungan yang cukup erat, maka analisis dilanjutkan ke analisis regresi sebagai alat meramalkan (forecasting). Analisis korelasi yang mencakup dua variabel x dan y disebut analisi korelasi linear sederhana (simple linear correlation), sedangkan yang mencakup lebih dari dua variabel disebut analisi korelasi linear ganda (multiple linear corelation).

Interpretasi koefisien korelasi (nilai untuk mengukur kuatnya hubungan antar variabel) tergantung pada asumsi yang kita buat terhadap variabel x dan y. Koefisien korelasi sebenarnya (populasi) antara x dan y biasa dilambangkan dengan ρ (Supranto, 1997)

$$\rho = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad \text{..... 2.3}$$

Dengan

$E(x) = \mu_x = \Sigma\, x.f(x)$,

$E(y) = \mu_y = \Sigma\, y.\, g(y)$

$\mathbf{Var\ (x) = \sigma_x^2 = E\ (x - \mu_x)^2}$

$\mathbf{Var\ (Y) = \sigma_y^2 = E\ (y - \mu_y)^2}$

$\mathbf{E\ (x - \mu_x)\ (y - \mu_y) = Cov\ (X,Y) = \sigma_{xy}}$

Hasil dari ρ mempunyai interval antara –1 sampai dengan 1,

ρ = 1, berarti bahwa hubungan antara X dan Y adalah sempurna dan positif.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FMIPA

$\rho = -1$, berarti bahwa hubungan antara X dan Y adalah sempurna dan negatif.

$\rho = 0$, berarti bahwa hubungan antara X dan Y lemah sekali (dianggap tidak ada hubungan.

Didalam prakteknya nilai ρ diestimasi berdasarkan data sampel dengan **r** .

$$r = \frac{n\left[\Sigma x_i y_i - \Sigma x_i \Sigma y_i\right]}{\sqrt{n\left[\Sigma x^2_i - (\Sigma x_i)\right]}\ \sqrt{n\left[\Sigma y^2_i - (\Sigma y_i)^2\right]}} \quad \text{.....2.4}$$

Untuk mengetahui apakah terdapat korelasi yang signifikan antara variabel-variabel tersebut dapat diuji dengan uji hipotesis tentang ρ, hipotesis tersebut adalah sebagai berkut :

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada hubungan antara x dan y)

$H_a : \rho > 0$ (ada hubungan positif antara x dan y)

$H_a : \rho < 0$ (ada hubungan negatif antara x dan y)

$H_a : \rho \neq 0$ (ada hubungan antara x dan y)

Dengan mengetahui nilai $t_{tabel\ (0,05\ ;\ n-2)}$, selanjutnya dapat kita ketahui daerah penerimaan dan daerah penolakan untuk hipotesis di atas (Djarwanto, 1996).

H_0 diterima apabila : $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$

H_0 diterima apabila : $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan $t_{hitung} < -t_{tabel}$

Nilai t_{hitung} adalah

$$t = r\sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad \text{.....2.5}$$

Untuk mempermudah perhitungan ini, digunakan program pengolahan data dengan SPSS 10.0 for windows. Langkah-langkah dalam menjalankan progam tersebut sebagi berikut :

1. Masukkan data dalam data editor
2. Pilih analyze – correlate – bivariate

2.5. Uji Hipotesis Untuk Regresi Liniar

Apabila dua bariabel X dan Y mempunyai hubungan (korelasi), maka perubahan nilai variabel yang satu akan mempengaruhi nilai variabel lainnya. Hubungan variabel dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi, apabila bentuk fungsi sudah diketahui, maka dengan mengetahui nilai dari satu variabel (X), nilai variabel lainnya (Y), dapat diperkirakan/ diramalkan. Jika perpotongan data mendekati garis lurus (gambar 2.1 dan 2.2) maka persamaan fungsinya dapat disebut sebagai fungsi linier. Fungsi liniar mempunyai persamaan garis sebagi berikut (Supranto, 1997):

$Y = \alpha + \beta X$ 2.6

α adalah jarak titik asal 0 dengan perpotongan antara sumbu tegak Y dan garis fungsi liniar atau besanya nilai Y kalau X = 0. Sering disebut "*intercept coefficient*."

β adalah koefisien arah = koefisien regresi = besarnya pengaruh X terhadap Y, kalau X naik 1 unit. Sering disebut "*slope coefficient*"

Hubungan antara X dan Y merupakan hubungan matematis. Secara teoretis, jika X = 2, Y harus $\alpha + 2.\beta$, tetapi dalam prakteknya tidak demikian, sebab yang

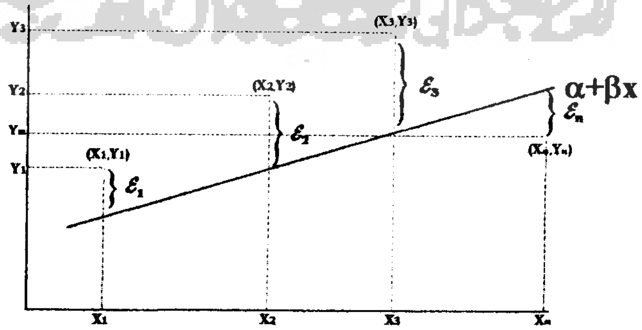
mempengaruhi Y bukan hanya X saja, melainkan masih ada faktor lain yang tidak dimasukkan dalam persamaan. Faktor tersebut disebut kesalahan pengganggu. Kesalahan ini menyebabkan suatu ramalan sering tidak tepat. Akibat kesalahan peramalan ini adalah perencanaan yang dibuat menjadi tidak akurat. Di dalam membuat keputusan, selalu ada risiko betapa pun kecilnya selalu ada. Resiko ini hanya dapat diperkecil dengan memperkecil kesalahan (*minimized error*). Kesalahan pengganggu dilambangkan dengan ε. Dengan memperhitungkan nilai ε, maka bentuk persamaan fungsi linier diatas menjadi sebagai berikut :

$$\mathbf{Y = \alpha+\beta X+ \varepsilon} \quad \text{.......} \quad 2.7$$

Apabila dimiliki data berpasangan (X,Y) sebagai berikut :

X_1	X_2	X_3	. . .	X_n
Y_1	Y_2	Y_3	. . .	Y_n

(X_i, Y_i) = observasi variabel X dan Y yang memiliki kesalahan penggangu ε_i, jika digambarkan dalam diagram seperti gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.5

Nilai Kesalahan pengganggu

Apabila populasi dari seluruh pasangan nilai (X_i, Y_i) diketahui, dapat dihitung nilai sebenarnya dari parameter α dan β. Dalam prakteknya, nilai parameter tersebut

tidak diketahui, maka untuk mengetahui nilai α dan β diperkirakan dengan menggunakan data empiris, yakni hasil observasi berdasarkan sampel yang ditarik dari populasi yang tidak terbatas (*infinite population*). Untuk memperkirakan atau menaksir nilai α dan β, dipergunakan metode kuadrat terkecil. Bila taksiran untuk kedua parameter itu masing-masing dinyatakan dengan a dan b, maka model taksirannya adalah

$$y = a + bx + e \quad \text{..... 2.8}$$

Motode kuadrat terkecil ialah metode untuk menghitung a dan b sebagai perkiraan α dan β, sedemikian rupa sehingga jumlah kesalahan kuadrat memiliki nilai terkecil (Supranto, 1997). Secara matematik, dapat dituliskan sebagai berikut :

$y_i = a + bx_i + e_i$; $i = 1,2,3, \ldots, n$

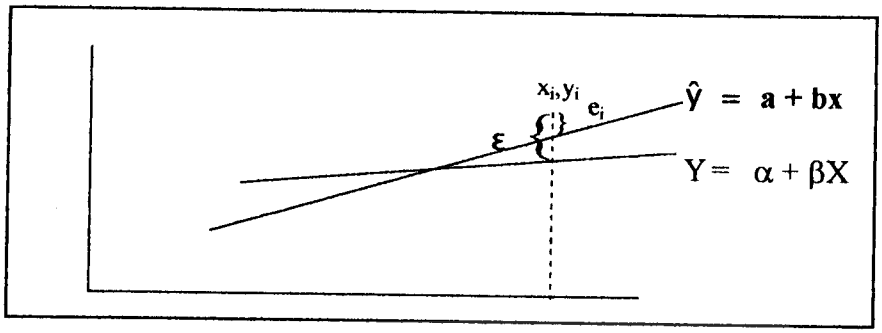
$e_i = y_i - (a + bx_i)$ = kesalahan i

Nilai $a + bx_i$ merupakan persamaan garis regresi linier (Supranto, 1997). persamaan tersebut biasa dilambangkan dengan $\hat{y}$, atau dapat ditulis :

$$\hat{y} = a + bx \quad \text{..... 2.9}$$

Lambang $\hat{y}$ digunakan di sini untuk membedakan antara, taksiran atau nilai prediksi yang diberikan oleh garis regresi dan nilai y amatan percobaan yang sesungguhnya untuk suatu nilai x.

$e = y - \hat{y}$, disebut sisa dan memerikan galat dalam kecocokan model pada titik data (Walpole dan Myers, 1995). perbedaan antara e dengan ε terlihat pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6. Membandingkan Nilai ε dengan e

Taksiran kuadrat terkecil a dan b dari koefisien regresi α dan β dihitung menggunakan rumus

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} (xy) - \sum_{i=1}^{n} x_1 \sum_{i=1}^{n} y}{n \sum_{i=1}^{n} (x_i)^2 \sum_{i=1}^{n} (y_i)^2} \quad \text{..... 2.10}$$

dan

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i - b \sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad \text{..... 2.11}$$

Pengujian model, dengan menggunakan sidik ragam regresi pada dasarnya merupakan pengujian terhadap nilai-nilai koefisien regresi. Apakah nilai koefisien regresi dari model penduga tersebut, dapat diandalkan untuk meramalkan besarnya hasil (nilai y) ataukah tidak? Dalam pengujian tersebut terdapat kemungkinan hasil sebagai berikut :

1. Koefisien regresi tidak dapat diandalkan ($\beta_1 = 0$)

2. Koefisien regresi dapat diandalkan ($\beta_1 \neq 0$)

Untuk itu hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini dirumuskan sebagai :

$H_0 : \beta_1 = 0$ lawan $H_1 : \beta_1 \neq 0$ 2.12

Cara pengujian untuk mengetahui keterandalan model seperti ditulis pada tabel 2.2

Tabel 2.2. Pengujian keterandalan model

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rataan kuadrat	f hitung
Regresi	JKR	p – 1	JKR	$\frac{JKR}{s^2}$
Sisa	JKS	n – p	$s^2 = \frac{JKS}{n-p}$	
Total	JKT	n - 1		

Keterangan :

n = Jumlah sampel

p = Jumlah variabel

JKT (Jumlah Kuadrat Total) $= \sum_{i=1}^{n} y^2 - \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^{n} y\right)^2}{n}\right]$ 2.13

JKR = Jumlah Kuadrat Regresi $= b \sum_{i=1}^{n} yx - \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^{n} y\right)\left(\sum_{i=1}^{n} x\right)}{n}\right]$ ... 2.14

JKS = Jumlah Kuadrat Sisa = JKT – JKR

KTR = Kuadrat Tengah Regresi $= \frac{JKR}{p-1}$

KTS = Kuadrat Tengah Sisa $= \frac{JKS}{n-p}$

Nilai F_{hitung} digunakan untuk menguji hipotesis,

jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Apabila H_0 diterima dan H_1 ditolak maka hal itu berati β_1 tidak sama dengan nol dan model dapat di andalkan.

Analisis regresi dapat dilakukan dengan bantuan program minitab 11 for windows. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan tersebut adalah :

1. Masukkan data dalam kolon data
2. Pilih stat - regression – regression
3. Masukkan variabel Y pada kolom response dan variabel X pada kolom perdictors
4. Pilih Ok

2.6. Mengetahui Keterandalan Model

Untuk melihat seberapa handal model-model yang ada, dapat diketahui dengan melihat nilai determinasi. Besarnya koefisien determinasi merupakan akar dari **r**. Nilai tersebut menyatakan besarnya variasi y yang dapat diterangkan oleh **x** menurut persamaan yang diperoleh (Retno dan Mustadjab, 1992).

Besarnya nilai determinasi berkisar antara 1 sampai dengan 0. Jika nilai koefisien determinasi semakin mendekati angka 1 maka model yang digunakan semakin tinggi keterandalannya. Jika mendekati 0 berarti semakin rendah derajat keterandalannya

Faktor lain yang mempengaruhi kehandalan model adalah nilai kesalahan pengganggu. Kesalahan pengganggu tersebutlah yang menyebabkan suatu ramalan sering tidak tepat (Supranto : 1997). Maka dalam mencari model terbaik, nilai kesalahan (error) harus yang paling kecil.

2.7. Garis Regresi Yang Tidak Signifikan

Jika dalam pengujian model dengan fungsi linier didapatkan harga F regresi yang tidak signifikan, maka dapat diartikan bahwa garis regresi yang dianalisis tidak baik untuk dijadikan landasan prediksi, karena antara kriterium dan prediktor tidak terdapat korelasi yang signifikan.

Tidak signifikakannya suatu garis regresi, dapat disebabkankan karena beberapa hal :

1. Antara kriterium dan prediktornya tidak terdapat korelasi yang signifikan
2. Sebenarnya antara kriterium dan prediktor terdapat korelasi yang signifikan, akan tetapi karena jumlah kasus yang diselidiki tidak cukup banyak, maka korelasi itu tidak dapat dikemukakan dalam perhitungan.
3. Terdapat kesalahan dalam memilih model.

Dalam penelitian ini data tidak mungkin untuk dihilangkan, nilai korelasi yang kecil dapat dimungkinkan karena kesalahan dalam menentukan model data, untuk itu perlu diadakan pengujian dengan uji perbandingan model. Dengan perbandingan model ini diharapkan model data yang sesuai dapat diketahui.

Data diuji dengan model logaritma, kuadratik, kubik, dan exponensial. Fungsi logaritma mempunyai persamaan :

$$y = \beta_0 + \beta_1 \log x \quad \text{..... 2.15}$$

Fungsi kuadratik mempunyai persamaan :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 \quad \text{..... 2.16}$$

Fungsi kubik mempunyai persamaan :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3 \quad \text{..... 2.17}$$

Fungsi exponensial mempunyai persamaan :

$$y = \alpha e^{\beta x} \quad \text{..... 2.18}$$

Dari perbandingan model tersebut, kemudian dicari nilai signifikansinya yang paling kecil.

Pengujian dapat dilakukan dengan program bantu SPSS 10.0 for windows. Langkah-langkah yang ditemput adalah :

1. Masukkan data pada data editor
2. Pilih analyze – regression – curve estimation.
3. Masukkan nilai y pada kolom dependent dan nilai x pada kolom independent
4. pilih jenis model yang akan dibandingkan (pilih logaritmic, Quadratic, cubic, Exponential)
5. Ok

Hasil perhitungan komputer tersebut kemudian dicari mana yang mempunyai nilai kesalahan pengganggu yang paling kecil, sesuai dengan keterangan pada model terbaik di atas, nilai kesalahan terkecil menunjukkan kecilnya penyimpangan dari model yang sebenarnya. Disamping nilai kesalahan, harus dilihat juga besarnya nilai determinasi dan nilai korelasi. Dari nilai determinasi, dapat ditunjukkan sejauh mana variasi y dapat diterangkan oleh x menurut persamaan yang ada, sedangkan nilai

korelasi menunjukkan kuat tidaknya hubungan antara x dan y. Selanjutnya perlu dicari juga nilai signifikan yang paling kecil. Nilai terkecil tersebut menandakan bahwa model tersebut memiliki tingkat kepercayaan yang paling besar. Atau dengan kata lain model tersebut adalah model yang paling baik.

2.8. Uji Ekstrapolasi

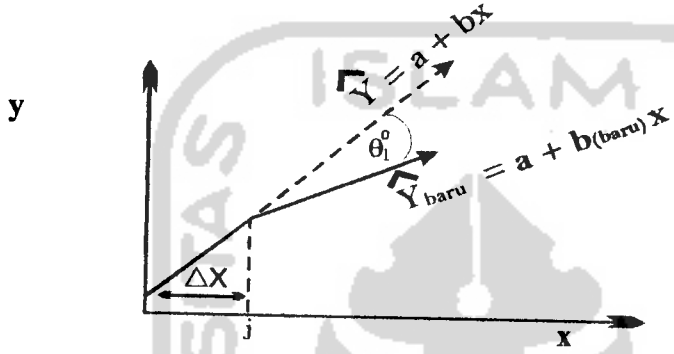
Peramalan biasanya dilakukan dengan memasukkan data ke dalam persamaan dari data yang kita dapat. Jika harga-harga x yang dimasukkan ke dalam persamaan regresi terletak di dalam daerah ruang gerak x hasil pengamatan, proses tersebut dinamakan interpolasi. Sedangkan jika yang di masukkan adalah harga-harga x di luar batas daerah ruang gerak pengamatan, maka cara tersebut disebut ekstrapolasi (Sudjana, 1992). Untuk memperkecil nilai kesalahan, maka pengujian dengan cara ekstrapolasi harus dilakukan dengan hati-hati dan penuh pertimbangan.

Salah satu cara untuk memperkecil nilai kesalahan dalam ekstrapolasi adalah dengan dilakukannya perbandingkan kondisi di setiap lokasi pengambilan sampel. Jika dimisalkan dalam penelitian, bahwa *j* adalah lokasi pengambilan sampel yang memiliki jarak sejauh Δx, maka Δx memiliki jarak sejauh nol sampai dengan lokasi j.

Dari perbandingan kondisi di setiap lokasi (lokasi pertama dan lokasi kedua), akan dijumpai tiga kemungkinan garis regresi baru, yaitu menjauhi sumbu x, sejajar sumbu x dan mendekati sumbu x. Ketiga kemungkinan itu memiliki arti sebagai berikut :

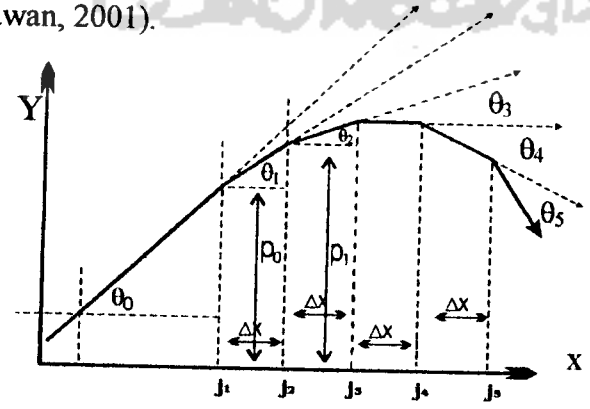
1. Jika garis regresi menjauhi sumbu x, berarti kondisi obyek kedua mengalami peningkatan kualitas dibandingkan kondisi obyek pertama.

2. Jika garis regresi sejajar dengan sumbu x, berarti kondisi obyek kedua tidak mengalami perubahan kualitas dibandingkan kondisi obyek pertama.
3. Jika garis regresi mendekati sumbu x, berarti kondisi obyek kedua mengalami penurunan kualitas dibandingkan kondisi obyek pertama. Penurunan kualitas garis regresi baru ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.7. Perkiraan garis regresi baru yang mengalami penurunan kualitas.

Jika pengambilan sampel dilakukan di beberapa lokasi *J* yang berurutan sebanyak n tempat atau j_1, j_2, j_3, ... j_n, dengan jarak tetap (**Δx**), maka untuk memperkecil nilai kesalahan, perubahan slope harus dilakukan di setiap j_i. Proses perubahan slope garis regresi seperti ditunjukkan dalam gambar 2.7 (Supriyono dan kawan-kawan, 2001).



Gambar 2.8. Proses pembangkitan data dengan penurunan slope.

Dengan melihat uraian di atas dapat dikatakan bahwa teknik ekstrapolasi dilakukan dengan mengubah slope garis regresi secara bertahap. Dari gambar 2.7, secara numeris dapat dihasilkan persamaan sudut sebagai berikut:

$$\theta_{n+1} = \theta_n - \frac{\theta_0}{m} \quad \text{..... 2.19}$$

dimana θ_0 = slope garis regresi $\hat{y}$

n = banyak data yang akan dibangkitkan

m = faktor pengurang sudut (dilakukan dengan coba-coba)

Dari gambar 2.7 dapat dikatakan bahwa nilai

P_0 = merupakan data awal yang didapat dari $\hat{y}$ ($x_{terakhir}$)

$$tg\,\theta_1 = \frac{P_1 - P_0}{\Delta x} \quad \text{..... 2. 20}$$

Selanjutnya dapat dihitung nilai P_1 dengan persamaan

$$P_1 = P_0 + (\Delta x)\, tg(\theta_1) \quad \text{..... 2. 21}$$

Jika pengambilan titik dilakukan sebanyak i maka persamaan 2.26 berubah menjadi:

$$P_{1+n} = P_n + (\Delta x)\, tg(|\theta_{1+n}|), (n = 1,2,3, \ldots i) \quad \text{..... 2. 22}$$

Sedangkan untuk daerah yang arah garisnya mulai menurun, maka persaman yang digunakan adalah :

$$P_{1+n} = P_n - (\Delta x)\, tg(|\theta_{1+n}|), (n = 1,2,3, \ldots i) \quad \text{..... 2. 23}$$

Dengan menganggap bahwa Δx adalah konstan, maka dapat dihasilkan pasangan data y dan x baru, sebagai hasil pembangkitan data, melalui persamaan 2.22 dan 2.23 seperti diperlihatkan dalam tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3

Data hasil pembangkitan dengan teknik ekstrapolasi

y_{baru}	p_1	p_2	p_3	p_4	...	$p_{(n+1)}$
x_{baru}	Δx	$2(\Delta x)$	$3(\Delta x)$	$4(\Delta x)$	...	$(n+1)(\Delta x)$

Dari gambar 2.7 dapat diketahui bentuk sebaran dari titik-titik yang ada berbentuk garis lengkung. Model regresi yang sesuai adalah regresi non-linier, untuk model yang berbentuk garis lengkung, menunjukkan bahwa model data mendekati model regresi kuadratik $Y = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 X^2$ (Retno dan Mustadjab, 1992). Parameter penduga β_0, β_1 dan β_2 adalah a dan b, maka model regresi penduganya adalah

$$\hat{y} = a + b + cx^2 \quad \text{..... 2.24}$$

2.9. Kerangka Pikir

Tujuan akhir dari penyempurnaan pengolahan data ini adalah untuk mendapatkan sebuah cara baru yang lebih mudah dari cara lama dan memberikan banyak penghematan atau dapat mengefisienkan waktu, tenaga, dan biaya yang dikeluarkan. Cara yang dapat dilakukan adalah, dengan membuat peramalan model analisis regresi. Dari model tersebut didapatkan persamaan yang dapat menggambarkan semua kondisi pencemaran perairan pada batas daerah tertentu. Sedangkan untuk daerah di luar batas peramalkan dengan teknik regresi, dapat

diramalkan dengan analisis ekstrapolasi. Meskipun teknik ekstrapolasi memiliki resiko kesalahan membuat model yang cukup besar, namun harus dilakukan mengingat perairan di daerah yang tidak berdata juga banyak digunakan penduduk. Untuk meminimalkan kesalahan peramalan dengan ekstrapolasi, maka harus diketahui faktor fisik air (warna dan bau). Kondisi air tersebut dapat digunakan untuk membandingan, antara kondisi fisik air di daerah yang memiliki data, dan daerah yang tidak memilki data.

2.10. Hipotesis

Berdasarkan kajian teori dan kerangka pikir, selanjutnya dapat dikemukakan hipotesis bahwa ada pengaruh positif penggunaan peramalan dengan analisis regresi untuk daerah berdata dan analisis ektrapolasi untuk daerah tidak berdata.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

BAB III

PENGOLAHAN DATA DAN TEKNIK KOMPUTASI

3.1. Pendekatan Penelitian

Ada dua macam pendekatan dalam penelitian, yaitu pendekatan kuantitatif dimana penelitian akan bekerja dengan angka-angka sebagai perwujudan gejala yang diamati dan pendekatan kualitatif dimana penelitian akan bekerja dengan informasi-informasi (keterangan) penjelasan data dan di dalam analisisnya tidak menggunakan analisis data statistik.

Dalam melakukan peramalan, informasi awal yang digunakan berasal dari data penelitian limbah sungai Code oleh Wisnu Arya Wardhana dan kawan-kawan (1998), selengkapnya disalin pada lampiran 1. Data tersebut digunakan untuk lokasi peramalan sungai Code sebelum masuk perkotaan dan di dalam perkotaan, sedangkan untuk lokasi sungai yang meninggalkan perkotaan digunakan cara ekstrapolasi.

3.2. Variabel Data

Variabel adalah obyek penelitian atau apa saja yang menjadi titik perhatian. Dengan demikian, variabel merupakan bagian penting dari suatu penelitian karena merupakan obyek penelitian atau menjadi titik perhatian penelitian.

Seperti yang diuraikan di atas variabel dalam analisis regresi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu variabel bebas (independent variabel) atau variabel prediktor yaitu variabel yang mempengaruhi variabel terikat, dan variabel tak bebas (dependent variabel) atau variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi..

Untuk dapat menentukan data yang merupakan variabel bebas dan yang merupakan variabel terikat, diperlukan studi yang cermat dan diskusi yang seksama dengan berbagai macam pertimbangan. Variabel yang mudah didapat atau tersedia sering digolongkan ke dalam variabel bebas, sedangkan variabel yang terjadi karena variabel bebas merupakan variabel takbebas.

Dalam kasus pencemaran sungai Code ini yang menjadi variabel bebas adalah jarak sungai yang mengalami pencemaran, selanjutnya disingkat dengan jarak. Sedangkan yang menjadi variabel terikat adalah kadar unsur-unsur toksis pada unsur Hg, Zn, Cu, Cr, dan As.

3.3. Populasi dan Sampel

Yang dinamakan populasi adalah totalitas semua nilai yang mungkin, hasil dari menghitung atau mengukur, kuantitatif maupun kualitatif mengenai karakteristik tertentu dari semua anggota kumpulan yang lengkap dan jelas, yang ingin dipelajari sifat-sifatnya. Sedangkan sampel merupakan sebagian yang diambil dari populasi (Sudjana, 1992).

Menurut WHO (1977), unsur toksis yang biasa mencemari lingkungan adalah unsur As, Br, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn, dan Hg. Unsur-unsur ini kemudian dianggap sebagai populasi unsur racun di lingkungan. Data yang diperoleh untuk mengetahui pencemaran di sungai Code hanya mengambil unsur As, Cr, Cu, Zn, dan Hg, hal ini dirasa mencukupi untuk memenuhi ketentuan sebagai sampel yang representatif karena :

1. Unsur As, Cr, Cu, Zn, dan Hg tersebut cukup mewakili dari yang ditentukan oleh WHO
2. Unsur As, Br, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn, dan Hg bersifat merusak sistem enzim dan mempunyai efek biokimia pada sistem kehidupan, hal ini berarti jika satu unsur saja terdapat di lingkungan dalam jumlah melebihi kadar yang ditentuan, maka lingkungan tersebut akan mengalami kerusakan.

Unsur-unsur As, Cr, Cu, Zn, dan Hg di atas masing-masing diambil dari air, sedimen, tumbuhan kangkung, dan ikan wader. Untuk mempermudah pengamatan dan membedakan antara masing-masing unsur dalam setiap penamatan dibuat pemisalan, sebagai berikut :

1. y_{11} = kadar unsur A_s yang terdapat pada sedimen.
2. y_{12} = kadar unsur A_s yang terdapat pada kangkung.
3. y_{13} = kadar unsur A_s yang terdapat pada wader.
4. y_{14} = kadar unsur A_s yang terdapat pada air.
5. y_{21} = kadar unsur C_r yang terdapat pada sedimen
6. y_{22} = kadar unsur C_r yang terdapat pada kangkung
7. y_{23} = kadar unsur C_r yang terdapat pada wader
8. y_{24} = kadar unsur C_r yang terdapat pada air
9. y_{31} = kadar unsur C_u yang terdapat pada sedimen
10. y_{32} = kadar unsur C_u yang terdapat pada kangkung
11. y_{33} = kadar unsur C_u yang terdapat pada wader
12. y_{34} = kadar unsur C_u yang terdapat pada air

13. y_{41} = kadar unsur Z_n yang terdapat pada sedimen
14. y_{42} = kadar unsur Z_n yang terdapat pada kangkung
15. y_{43} = kadar unsur Z_n yang terdapat pada Wader
16. y_{44} = kadar unsur Z_n yang terdapat pada air
17. y_{51} = kadar unsur H_g yang terdapat pada sedimen
18. y_{52} = kadar unsur H_g yang terdapat pada kangkung
19. y_{53} = kadar unsur H_g yang terdapat pada wader
20. y_{54} = kadar unsur H_g yang terdapat pada air.

3.4. Jarak pengambilan Sampel

Data unsur As, Cr, Cu, Zn, dan Hg yang diperoleh menunjukkan besarnya kadar pencemaran yang ada di perairan sungai Code. Besarnya kandungan kelima unsur tersebut berbeda-beda, tergantung dimana pengambilan sampelnya. Lokasi pengambilan sampel tersebut yaitu di daerah Mlati, Terban, Tegalpanggung, Sorosutan, dan yang terakhir di daerah Sewon. Jarak yang digunakan untuk mengambil sampel diatur sebagai berikut :

1. Titik nol (0), merupakan tempat permulaan yang diperkirakan daerah tersebut tidak mengalami pencemaran atau kadar pencemaran daerah tersebut kecil. Dalam kasus Code, daerah tersebut terdapat di daerah sebelum masuk Mlati.
2. Dari hasil pengukuran didapat jarak dari titik nol sampai lokasi pengambilan pertama (daerah Mlati) yaitu sejauh 3,2 Km.

3. Lokasi kedua diukur dari titik nol sampai daerah Terban, yaitu sejauh 6,1 Km.
4. Lokasi ketiga diukur dari titik nol sampai daerah Tegalpanggung, yaitu sejauh 12,5 Km.
5. Lokasi keempat diukur dari titik nol sampai daerah Sorosutan, yaitu sejauh 15,6 Km.
6. Dan yang terakhir lokasi kelima diukur dari titik nol sampai daerah Sewon, yaitu sejauh 18,2 Km.

Gambar selengkapnya untuk tempat dan jarak pengambilan sampel ditampilkan di lampiran 2.

3.5. Pembagian Sampel Berdasarkan Jenis Unsurnya

Dengan dimunculkannya faktor jarak pengambilan sampel di setiap lokasi, diharapkan dapat meringankan beban penelitian yang dilakukan. Dari sini dapat diperkirakan besar kandungan unsur yang ada di beberapa tempat atau pada jarak tertentu. Untuk mempermudah perhitungan, data dibagi menjadi beberapa jenis unsur. Setiap unsur yang ditampilkan, masing-masing terdiri dari empat obyek pengambilan sampel, yaitu sedimen, kangkung, wader dan air. Besarnya kadar toksis setiap obyek yang ditampilkan, menunjukkan kondisi pencemaran di lokasi tersebut. Selanjutnya data tersebut dibawa dalam bentuk tabel. Tabel 3.1 menunjukkan unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, pada keempat obyek pengambilan sampel.

Tabel 3.1.

Kandungan unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, di sungai Code lokasi pengambilan dari Mlati sampai Sewon

Obyek pengambilan	Pengambilan /lokasi		Kadar toksis				
			A_s	C_r	C_u	Z_n	H_g
Sedimen	I	3.2 Km	27,51	104,34	30,34	223,56	1,11
	II	6.1 Km	28,45	107,56	31,67	234,42	1,36
	III	12.5 Km	30,56	108,21	33,56	239,87	1,62
	IV	15.6 Km	34,45	115,45	34,82	245,17	1,63
	V	18.2 Km	36,76	117,23	36,25	247,69	1,76
Kangkung	I	3.2 Km	0,35	1,21	8,23	37,5	0,11
	II	6.1 Km	0,37	1,34	8,45	39,32	0,13
	III	12.5 Km	0,42	2,45	10,12	41,47	0,17
	IV	15.6 Km	0,49	2,58	10,34	41,82	0,21
	V	18.2 Km	0,51	2,96	11,23	42,45	0,21
Wader	I	3.2 Km	1,119	2,862	2,751	3,18	1,35
	II	6.1 Km	1,498	3,02	2,98	3,125	1,72
	III	12.5 Km	1,511	3,16	3,025	3,629	2,03
	IV	15.6 Km	1,55	3,47	3,479	4,02	2,38
	V	18.2 Km	1,77	3,73	3,985	4,22	2,76
Air	I	3.2 Km	0,01012	0,00976	0,01045	0,01025	0,01012
	II	6.1 Km	0,0113	0,01024	0,0197	0,01095	0,01026
	III	12.5 Km	0,0118	0,01057	0,01112	0,01102	0,01113
	IV	15.6 Km	0,0123	0,011	0,01145	0,01156	0,01227
	V	18.2 Km	0,01293	0,01176	0,01236	0,01278	0,01289

3.6. Mengetahui Besarnya Keeratan Data

Semakin besar nilai hubungan antara kandungan unsur toksis dan panjang jarak pengambilan unsur, berarti semakin kuat keterkaitan antara keduanya. Program bantu yang kita gunakan adalah SPSS for Windows (versi 10.0). Dalam hal ini, besarnya hubungan antara panjang sungai yang mengalami pencemaran, dengan peningkatan unsur toksis yang terjadi disepanjang daerah tersebut, dapat diuji sebagai berikut :

$\rho = 0$, berarti antara panjang sungai yang tercemar dengan peningkatan unsur toksis independent atau tidak memiliki hubungan

$\rho \neq 0$, berarti antara panjang aliran sungai yang tercemar dengan peningkatan unsur toksis dependent atau memiliki hubungan.

Hasil *output* komputer, langsung dapat ditentukan nilai korelasi antara kandungan unsur toksis dengan jarak pengambilannya, nilai korelasi selengkapnya ditampilkan pada lampiran 3. Secara singkat nilai korelasi untuk kandungan unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, dengan jarak pengambilannya dituliskan pada tabel 3.2 sampai dengan tabel 3.5

Tabel 3.2
Korelasi unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g di sedimen dengan jarak pengambilannya

	kandungan unsur toksis				
	A_s	C_r	C_u	Z_n	H_g
jarak	0,961	0,933	0,995	0,968	0,970

Tabel 3.3

Korelasi unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g di kangkung dengan jarak pengambilannya

	kandungan unsur toksis				
	A_s	C_r	C_u	Z_n	H_g
jarak	0,980	0,987	0,987	0,976	0,987

Tabel 3.4

Korelasi unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g di wader dengan jarak pengambilannya

	kandungan unsur toksis				
	A_s	C_r	C_u	Z_n	H_g
jarak	0,872	0,958	0,903	0,971	0,982

Tabel 3.5

Korelasi unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g di air dengan jarak pengambilannya

	kandungan unsur toksis				
	A_s	C_r	C_u	Z_n	H_g
jarak	0,967	0,956	0,911	0,894	0,969

3.7. Mengetahui Keandalan Model

Dari data yang ada, dapat mulai diramalkan model tiap-tiap unsur yang ada dengan bantuan Minitab 11 for windows. Dari sini diharapkan dapat dimiliki model penduga yang andal untuk meramalkan besarnya hasil (besarnya kadar unsur toksis). Dalam pengujian terdapat dua macam kemungkinan hasil pengujian, yaitu :

H_o : $\beta_1 = 0$, nilai koefisien regresi tidak dapat diandalkan

H_1 : $\beta_1 \neq 0$, nilai koefisien regresi dapat diandalkan

Model garis dan hasil uji, untuk hubungan kandungan unsur A_s di masing-masing obyek, dengan jarak pengambilannya dituliskan pada tabel 3.6. Model garis dan hasil uji, untuk hubungan kandungan unsur C_r di masing-masing obyek pengambilan dituliskan pada tabel 3.7. Model garis dan hasil uji, untuk hubungan kandungan unsur C_u di masing-masing obyek pengambilan dituliskan pada tabel 3.8. Model garis dan hasil uji, untuk hubungan kandungan unsur Z_n di masing-masing obyek pengambilan dituliskan pada tabel 3.9. Model garis dan hasil uji, untuk hubungan kandungan unsur H_g di masing-masing obyek pengambilan dituliskan pada tabel 3.10.

Tabel 3.6

F hitung Pengujian model untuk unsur As

No	Jenis Obyek	Persamaan garis	F hitung	$F_{0,05\,(1,3)}$	Kesimpulan
1	Sedimen	$\hat{y}_{11} = 24.9 + 0.600\ x$	36.12	10,13	tolak H_0
2	Kangkung	$\hat{y}_{12} = 0.306 + 0.0110\ x$	71.66	10,13	tolak H_0
3	Wader	$\hat{y}_{13} = 1.13 + 0.0324\ x$	9.56	10,13	terima H_0
4	Air	$\hat{y}_{14} = 0.00988 + 0.000163\ x$	42.95	10,13	tolak H_0

Tabel 3.7

F hitung Pengujian model untuk unsur Cr

No	Jenis Obyek	Persamaan garis	F hitung	$F_{0,05\,(1,3)}$	Kesimpulan
1	Sedimen	$\hat{y}_{21} = 102 + 0.814\ x$	20,29	10,13	tolak H_0
2	Kangkung	$\hat{y}_{22} = 0.747 + 0.122\ x$	111,19	10,13	tolak H_0
3	wader	$\hat{y}_{23} = 2.66 + 0.0530\ x$	33,6	10,13	tolak H_0
4	Air	$\hat{y}_{24} = 0.00939 + 0.000115\ x$	31,99	10,13	tolak H_0

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

Tabel 3.8

F hitung Pengujian model untuk unsur Cu yang terdapat pada sedimen

No	Jenis Obyek	Persamaan garis	F hitung	$F_{0,05\,(1,3)}$	Kesimpulan
1	Sedimen	$\hat{y}_{31} = 29.2 + 0.373\ x$	280.33	10,13	tolak H_0
2	Kangkung	$\hat{y}_{32} = 7.44 + 0.201\ x$	114.87	10,13	tolak H_0
3	Wader	$\hat{y}_{33} = 2.46 + 0.0702\ x$	13.32	10,13	tolak H_0
4	Air	$\hat{y}_{34} = 0.0101 + 0.000102\ x$	14.61	10,13	tolak H_0

Tabel 3.9

F hitung Pengujian model untuk unsur Zn yang terdapat pada sedimen

No	Jenis Obyek	Persamaan garis	F hitung	$F_{0,05\,(1,3)}$	Kesimpulan
1	Sedimen	$\hat{y}_{41} = 222 + 1.47x$	81.14	10,13	tolak H_0
2	Kangkung	$\hat{y}_{42} = 37.0 + 0.317\ x$	61.24	10,13	tolak H_0
3	Wader	$\hat{y}_{43} = 2.80 + 0.0751\ x$	49.76	10,13	tolak H_0
4	Air	$\hat{y}_{44} = 0.00983 + 0.000133\ x$	11.88	10,13	tolak H_0

Tabel 3.10

F hitung Pengujian model untuk unsur Hg yang terdapat pada sedimen

No	Jenis Obyek	Persamaan garis	F hitung	$F_{0,05\,(1,3)}$	Kesimpulan
1	Sedimen	$\hat{y}_{51} = 1.05 + 0.0399\ x$	47.31	10,13	tolak H_0
2	Kangkung	$\hat{y}_{52} = 0.0869 + 0.00711\ x$	109.58	10,13	tolak H_0
3	Wader	$\hat{y}_{53} = 1.10 + 0.0855\ x$	81.28	10,13	tolak H_0
4	Air	$\hat{y}_{54} = 0.00925 + 0.000187\ x$	45.82	10,13	tolak H_0

3.8. Mencari Model Terbaik

Sesuai dengan yang terdapat pada bab dua, uji model yang tidak signifikan dikarenakan beberapa sebab, diantara karena pengambilan tempat atau lokasi yang kurang tepat, karena kesalahan penelitian, karena data yang disajikan terlalu sedikit,

sehingga kurang mewakili kondisi yang sebenarnya, atau dikarenakan pemilihan model data yang kurang sesuai.

Dari hasil uji model di atas, menunjukkan bahwa belum semua model, menunjukkan model yang terbaik atau untuk melakukan peramalan persamaan tersebut masing kurang bagus. Seperti hubungan antara x dengan y_{13}, atau antara jarak dengan kandungan unsur A_s pada wader yang tidak singnifikan,. Disamping x dan y_{13}, terlihat pula beberapa nilai F_{hitung} yang mendekati nilai F_{tabel}.

Sesuai dengan bab dua, untuk mengetahui model terbaik, dilakukan dengan membandingkan satu kasus atau kejadian dengan berbagai model, diantaranya model linier, logaritma, eksponensial, kubik, dan kuadrat. Dari kelima model tersebut, kemudian dicari kesalahan pengganggu yang terkecil, nilai determinasi dan korelasi yang terbesar, juga nilai signifikansi yang terkecil. Dari perbandingan model tersebut diharapkan, didapat model terbaik yang menggambarkan hubungan antara x dengan y atau antara jarak dengan kandungan unsur toksis. Untuk perbandingan pengujian model unsur A_s di sedimen, ditampilkan pada tabel 3.11.

Tabel 3.11

Perbandingan pengujian unsur A_s pada sedimen dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,96089	,92332	1,26361
LOG	,89664	,80397	2,02033
QUA	,99291	,98587	,66442
CUB	,99337	,98678	,90876
EXP	,96884	,93865	,03543

Sedangkan output uji perbandingan model dan nilai koefisiennya sebagai berikut :

Dependent	Mth	Rsq	d.f.		F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y11	LIN	,923	3		36,12	,009	24,8702	,6003		
Y11	LOG	,804	3		12,30	,039	20,7010	4,8650		
Y11	QUA	,986	2		69,75	,014	28,2377	-,2960	,0424	
Y11	CUB	,987	1		24,88	,146	27,2959	,0816	,0030	,0012
Y11	EXP	,939	3		45,90	,007	25,3877	,0190		

Dari tabel 3.11 diketahui bahwa kesalahan pengganggu terkecil atau penyimpangan terkecil dari model yang diharapkan, terdapat pada model eksponensial, yaitu sebesar ,03543. Nilai determinasi cukup besar meskipun bukan yang terbesar, signifikansi yang paling kecil, yaitu sebesar 0,007. Seperti dijelaskan di bab dua, model yang mempunyai kesalahan pengganggu terkecil dan nilai signifikansi yang paling kecil merupakan model yang paling baik. Sesuai dengan rumus 2.18, model unsur A_s pada sedimen memiliki persamaan sebagai berikut :

$$y = 25{,}3877\, e^{0{,}0190\, x}$$

Dengan cara yang sama didapatkan model terbaik dari semua unsur toksis di semua obyek pengambilan sebagai berikut :

1. Persamaan unsur A_s di kangkung = ,3060 + ,0110 x
2. Persamaan unsur A_s di wader = ,1691 + ,4075 x -,0380 x^2 + ,0011 x^3
3. Persamaan unsur A_s di air = ,0085 + ,0014 log x
4. Persamaan unsur C_r di sedimen = 101,784 $e^{,0073\, x}$
5. Persamaan unsur C_r di kangkung = ,7470 + ,1224 x
6. Persamaan unsur C_r di wader = 2,6981 $e^{,0163\, x}$
7. Persamaan unsur C_r di air = ,0086 + ,0005 x -5,E-05 x^2 + 1,6E-06 x^3
8. Persamaan unsur C_u di sedimen = 29,3479 $e^{,0113\, x}$

9. Persamaan unsur C_u di kangkung = $7{,}5961\ e^{,0211\ x}$

10. Persamaan unsur C_u di wader = $2{,}5381\ e^{,0213\ x}$

11. Persamaan unsur C_u di air = $,0090 + ,0007\ x - 7{,}E\text{-}05\ x^2 + 2{,}3E\text{-}06\ x^3$

12. Persamaan unsur Z_n di sedimen = $222{,}038\ e^{,0062\ x}$

13. Persamaan unsur Z_n di kangkung = $37{,}0582\ e^{,0079\ x}$

14. Persamaan unsur Z_n di wader = $2{,}8644\ e^{,0208\ x}$

15. Persamaan unsur Z_n di air = $,0082 + ,0009\ x - 9{,}E\text{-}05\ x^2 + 3{,}2E\text{-}06\ x^3$

16. Persamaan unsur H_g di sedimen = $,7055 + ,3546 \log x$

17. Persamaan unsur H_g di kangkung = $,0869 + ,0071\ x$

18. Persamaan unsur H_g di wader = $1{,}2258\ e^{,0434\ x}$

19. Persamaan unsur H_g di air = $,0093 + ,0002\ x$

Setelah data diuji ulang, di dapat model-model terbaik. Selanjutnya model di atas yang di gunakan untuk melakukan perkiraan bersarnya kandungan unsur toksis di daerah yang tidak di teliti. Untuk perhitungan komputer selengkapnya pada lampiran 5.

3.9. Peramalan Untuk Daerah Tidak Berdata

Seperti yang ditulis pada bab dua, bahwa untuk peramalan harga **x** di luar batas daerah ruang gerak pengamatan, dapat digunakan teknik ekstrapolasi. Untuk memperkecil nilai kesalahan, maka pertimbangan dalam pengujian model pencemaran di sepanjang sungai Code, dapat dilakukan dengan membandingkan ciri fisik air di setiap pengambilan titik. Pengujian yang dilakukan terbatas pada pengujian model unsur toksis yang terdapat pada air. Alasan yang digunakan adalah:

1. Sifat semua unsur toksis, dalam kadar yang besar akan menimbulkan bau, maka peningkatan atau penurunan kadar bau dapat segera diamati.
2. Semua unsur toksis yang terlarut dalam air, bila konsentrasi airnya bertambah maka, kadar racunnya akan mengalami penurunan. Atau antara kenaikan kadar racun dan penambahan air berbanding terbalik.

Hasil dari pengujian semua unsur toksis pada air memberikan hasil regresi yang signifikan karena . $F_{hitung} > F_{tabel}$, hasil perhitungan dikelompokkan pada tabel 3.12 berikut.

Tabel 3.12

Pengelompokan model regresi unsur toksis yang terdapat di air

No	Jenis Unsur	Persamaan garis
1	A_s	$\hat{y}_{14} = ,0085 + ,0014 \log x$
2	C_r	$\hat{y}_{24} = ,0086 + ,0005\ x\ -5,E\text{-}05\ x^2 + 1,6E\text{-}06\ x^3$
3	C_u	$\hat{y}_{34} = ,0090 + ,0007\ x\ - 7,E\text{-}05\ x^2 + 2,3E\text{-}06\ x^3$
4	Z_n	$\hat{y}_{44} = ,0082 + ,0009\ x\ - 9,E\text{-}05\ x^2 + 3,2E\text{-}06\ x^3$
5	H_g	$\hat{y}_{54} = ,0093 + ,0002\ x$

Persamaan-persamaan pada tabel 3.12 tersebut yang kemudian menjadikan dasar untuk memperkirakan model unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, yang terdapat di dalam air sungai Code setelah meninggalkan daerah perkotaan.

3.9.1. Perkiraan Model Unsur A_s di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata)

Besarnya kandungan unsur toksis untuk lokasi setelah meninggalkan perkotaan, dapat ditampilkan perkiraannya dengan rumus perkiraan pada bab uji ekstrapolasi. Langkah-langkah memperkirakan besarnya nilai Unsur A_s di air, adalah sebagai berikut :

Dari persamaan $\hat{y}_{14}$ = ,0085 + ,0014 log x, kemudian dicari nilai tg θ_0 . Dengan menggunakan rumus kalkulus, diketahui bersarnya nilai tg θ_0 sama dengan

$$\frac{d\hat{y}}{dx} = \frac{0{,}0014}{x \ln 10}$$

sehingga tg θ_0 = f'(x = 18,2) = 0,000033; maka nilai $\theta_0 = 0{,}001914^0$.

Dari persamaan 2.19, dengan mengambil n = 5 dan m = 3 didapat nilai

$\theta_1 = 0{,}001276^0$; $\theta_2 = 0{,}000638^0$; $\theta_3 = 0^0$; $\theta_4 = -0{,}000638^0$

$\theta_5 = -0{,}001276^0$

Dari persamaan garis di atas dapat dicari nilai P_0,

$P_0 = \hat{y}_{14}$ = ,0085 + ,0014 log (18,2)

P_0 = 0,010264

Dengan persamaan 2.22 dan 2.23, didapat nilai P_1, P_2, P_3, dan P_4, dengan jarak pengambilan titik sejauh Δx_1, Δx_2, Δx_3, dan Δx_4, hasil tersebut di bawa dalam tabel 3.13 berikut.

Tabel 3.13

Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur A_s di air

y_{baru}	0,010264	0,010330	0,010396	0,010396	0,010264	0,009934
x_{baru}	0	3	6	9	12	15

Dari data di tabel 3.13, kemudian diadakan pengujian model dengan uji perbandingan model linier, model logaritma, model kuadrat, model kubik, dan model eksponensial, hasil selengkapnya ditampilkan di

lampiran 6. Hasil pengujian secara garis besar ditunjukkan pada tabel 3.14 berikut.

Tabel 3.14

Perbandingan pengujian unsur A_s pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Rsq	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
LIN	,329	1,96	,234	,0104	-2,E-05		
LOG							
QUA	,947	26,83	,012	,0102	6,5E-05	-6,E-06	
CUB	1,000	1,9E+15	,000	,0103	1,5E-05	3,7E-06	-4,E-07
EXP	,332	2,40	,231	,0104	-,0017		

Berdasarkan tabel 3.14, diketahui bahwa model terbaik untuk data perkiraan unsur A_s di air adalah model kubik. Jadi perkiraan persamaan model untuk unsur A_s di air adalah :

$\hat{y}$ = ,0103 + 1,5E-05 x + 3,7E-06 x^2 - 4,E-07 x^3.

3.9.2. Perkiraan Model Unsur C_r di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata)

Dengan cara yang sama dalam memperkirakan besarnya unsur A_s di air, maka besarnya perkiraan nilai untuk unsur C_r, seperti ditulis di tabel 3.15. Cara perhitungan selengkapnya pada lampiran 7 :

Tabel 3.15

Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur C_r di air

y_{baru}	0,01078371	0,0113228	0,0118616	0,0118616	0,010784	0,0080885
x_{baru}	0	3	6	9	12	15

Dari data di tabel 3.15, kemudian diadakan pengujian model dengan uji perbandingan model linier, model logaritma, model kuadrat,

model kubik, dan model eksponensial, hasil selengkapnya ditampilkan pada lampiran 6. Hasil pengujian secara garis besar ditunjukkan pada tabel 3.16 berikut.

Tabel 3.16

Perbandingan pengujian unsur C_r pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Rsq	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
LIN	,329	1,96	,234	,0119	-,0001		
LOG							
QUA	,947	26,83	,012	,0105	,0005	-4,E-05	
CUB	1,000	1,2E+15	,000	,0108	,0001	3,0E-05	-3,E-06
EXP	,349	2,14	,217	,0120	-,0151		

Berdasarkan tabel 3.16, diketahui bahwa model terbaik untuk data perkiraan unsur C_r di air adalah model kubik. Jadi perkiraan persamaan model untuk unsur tersebut adalah :

$\hat{y}$ = ,0108 + ,0001 x + 3,0E-05 x^2 - 3,E-06 x^3.

3.9.3. Perkiraan Model Unsur C_u di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata)

Dengan cara yang sama dalam memperkirakan besarnya unsur A_s di air, maka besarnya perkiraan nilai untuk unsur C_u, seperti ditulis di tabel 3.17. Cara perhitungan selengkapnya pada lampiran 7 :

Tabel 3.17

Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur C_u di air

y_{baru}	0,012419	0,013295	0,014171	0,014171	0,012419	0,008039
x_{baru}	0	3	6	9	12	15

Dari data di tabel 3.17, kemudian diadakan pengujian model dengan uji perbandingan model linier, model logaritma, model kuadrat, model kubik, dan model eksponensial, hasil selengkapnya ditampilkan pada lampiran 6. Hasil pengujian secara garis besar ditunjukkan pada tabel 3.18 berikut.

Tabel 3.18

Perbandingan pengujian unsur C_u pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Rsq	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
LIN	,329	1,96	,234	,0142	-,0002		
LOG							
QUA	,947	26,83	,012	,0120	,0009	-7,E-05	
CUB	1,000	1,3E+15	,000	,0124	,0002	4,9E-05	-5,E-06
EXP	,356	2,22	,211	,0145	-,0227		

Berdasarkan tabel 3.18, diketahui bahwa model terbaik untuk data perkiraan unsur C_r di air adalah model kubik. Jadi perkiraan persamaan model untuk unsur tersebut adalah :

$$\hat{y} = ,0124 + ,0002\ x + 4,9E\text{-}05\ x^2 - 5,E\text{-}06\ x^3.$$

3.9.4. Perkiraan Model Unsur Z_n di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata)

Dengan cara yang sama dalam memperkirakan besarnya unsur A_s di air, maka besarnya perkiraan nilai untuk unsur Z_n, seperti ditulis di tabel 3.19. Cara perhitungan selengkapnya pada lampiran 7 :

Tabel 3.19

Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur Z_n di air

y_{baru}	0,0140598	0,0156676	0,0172756	0,0172756	0,0140596	0,0060206
x_{baru}	0	3	6	9	12	15

Dari data di tabel 3.19, kemudian diadakan pengujian model dengan uji perbandingan model linier, model logaritma, model kuadrat, model kubik, dan model eksponensial, hasil selengkapnya ditampilkan pada lampiran 6. Hasil pengujian secara garis besar ditunjukkan pada tabel 3.20 berikut.

Tabel 3.20

Perbandingan pengujian unsur Z_n pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Rsq	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
LIN	,329	1,96	,234	,0173	-,0004		
LOG							
QUA	,947	26,84	,012	,0133	,0016	-,0001	
CUB	1,000	1,5E+09	,000	,0141	,0004	8,9E-05	-1,E-05
EXP	,373	2,38	,198	,0184	-,0435		

Berdasarkan tabel 3.20, diketahui bahwa model terbaik untuk data perkiraan unsur Z_n di air adalah model kubik. Jadi perkiraan persamaan model untuk unsur tersebut adalah :

$$\hat{y} = ,0141 + ,0004\ x + 8,9E\text{-}05\ x^2 - 1,E\text{-}05\ x^3.$$

3.9.5. Perkiraan Model Unsur H_g di air (Untuk Lokasi Tidak Berdata)

Dengan cara yang sama dalam memperkirakan besarnya unsur A_s di air, maka besarnya perkiraan nilai untuk unsur H_g, seperti ditulis di tabel 3.21. Cara perhitungan selengkapnya pada lampiran 7 :

Tabel 3.21

Data perkiraan dengan teknik ekstrapolasi pada Unsur H_g di air

y_{baru}	0,0126534	0,0131484	0,0135204	0,0135204	0,0127764	0,0103014
x_{baru}	0	3	6	9	12	15

Dari data di tabel 3.21, kemudian diadakan pengujian model dengan uji perbandingan model linier, model logaritma, model kuadrat, model kubik, dan model eksponensial, hasil selengkapnya ditampilkan pada lampiran 6. Hasil pengujian secara garis besar ditunjukkan pada tabel 3.22 berikut.

Tabel 3.22

Perbandingan pengujian unsur H_g pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Rsq	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
LIN	,325	1,92	,238	,0136	-,0001		
LOG							
QUA	,933	21,01	,017	,0124	,0005	-4,E-05	
CUB	,997	237,60	,004	,0127	6,5E-05	3,2E-05	-3,E-06
EXP	,338	2,04	,226	,0136	-,0106		

Berdasarkan tabel 3.22, diketahui bahwa model terbaik untuk data perkiraan unsur H_g di air adalah model kubik. Jadi perkiraan persamaan model untuk unsur tersebut adalah :

$$\hat{y} = ,0127 + 6,5E\text{-}05\ x + 3,2E\text{-}05\ x^2 - 3,E\text{-}06\ x^3.$$

Dengan langkah yang sama, maka dapat dicari model peramalan pada daerah luar kota untuk unsur-unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, yang terdapat di sedimen, kangkung dan wader. Untuk proses pengujian selangkapnya ditampilkan pada lampiran 8.

BAB IV

PEMBAHASAN

Yang akan dibahas pada bab ini adalah, hasil pengujian data untuk semua unsur, dari berbagai obyek pengambilan sampel. Semua data dicari model signifikansinya dan menentukan keterandalan model-model tersebut. Untuk data-data yang tidak signifikan, diadakan pengujian lanjutan. Pengujian diteruskan untuk lokasi tidak berdata. Peramalan model untuk daerah kedua ini dilakukan dengan teknik ekstrapolasi.

4.1. Model Garis Untuk Daerah Berdata

Dari hasil pengujian di bab tiga, digunakan tingkat signifikansi 5% dan derajat bebas 3 atau dapat ditulis ($F_{0,05\ (1,3)}$), dari tabel didapatkan nilai 10,13. Taksiran garis regresi, untuk berbagai unsur dinyatakan signifikan jika nilai F hasil perhitungan lebih bersar F di tabel, atau dapat dituliskan $F_{hitung} > F_{0,05\ (1,3)}$. Hasil selengkapnya terdapat di lampiran 4.

Untuk nilai determinasi atau besar keteradalan model, selengkapnya di lampiran 3.B, sedangkan nilai hubungan antar unsur, di masing-masing lokasi pengambilan sampel dengan penambahan jarak, selangkapnya terdapat di lampiran 3.A.

4.1.1. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur A_s

Untuk unsur A_s yang terdapat di dalam sedimen, didapat taksiran model garis dengan persamaan $\hat{y}_{11} = 24.9 + 0.600$ x. Setelah di uji keterandalan modelnya, menunjukkan bahwa persamaan tersebut signifikan. Dari pengujian nilai determinasi, diketahui bahwa, besarnya derajat keterandalan modelnya adalah 0,92332, hal itu berarti bahwa 92,332% variasi unsur A_s yang terdapat di dalam sedimen dapat diterangkan oleh pertambahan jarak sungai menurut persamaan diatas, sedangkan sisanya sebesar 7,668 % diterangkan oleh sebab lainnya. Selanjutnya diketahui bahwa besarnya hubungan antara peningkatan unsur A_s dan penambahan jarak pada sedimen, sebesar 0,96089. Nilai koefisien determinasi dan koefisien korelasi cukup tinggi, yang menggambarkan pertambahan jarak berpengaruh cukup besar terhadap peningkatan unsur A_s yang terdapat pada sedimen. Jika pada jarak 15 Km, diadakan pengukuran maka unsur A_s, maka besar unsur tersebut adalah, (24.9 + 0.600 (15)) atau 33,9 ppm.

Untuk unsur toksis yang terdapat pada kangkung, didapat model $\hat{y}_{12} = 0.306 + 0.0110$ x, dari pengujian diketahui model tersebut signifikan. Variasi unsur toksis yang terdapat pada kangkung dapat diterangkan oleh penambahan jarak, menurut persamaan diatas sebesar 95,982 %, sedangkan yang 4,018 % diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,97970.

Untuk wader, persamaan modelnya $\hat{y}_{13} = 1.13 + 0.0324$ x, dari pengujian, menunjukkan model tersebut tidak signifikan. Pengujian dilanjutkan dengan pengujian perbandingan model, dengan model-model non linier.

Untuk air, persamaan modelnya $\hat{y}_{14} = 0{,}00988 + 0.000163$ x, dari pengujian, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah , 93471. Keeratan hubungannya sebesar 0,96681.

4.1.2. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur C_r

Didapat persamaan garis unsur C_r yang terdapat pada sedimen adalah sebagai berikut $\hat{y}_{21} = 102 + 0.814$ x. Setelah di uji keterandalannya, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah ,87120, yang berarti bahwa sebesar 87,12 %, variasi unsur C_r yang terdapat pada sedimen, dapat diterangkan oleh jarak pengambilan, menurut persamaan diatas, sedangkan yang 12,88 % diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,93338.

Untuk kangkung didapat model $\hat{y}_{22} = 0.747 + 0.122$ x, model tersebut terbukti signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah ,97373, yang berarti bahwa sebesar 97,373%, variasi unsur C_r yang terdapat pada kangkung, dapat diterangkan oleh jarak pengambilan, menurut persamaan diatas, sedangkan yang 2,627%, diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar ,98678.

Untuk wader persamaan modelnya $\hat{y}_{23} = 2.37 + 0.0973$ x, model tersebut terbukti signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah ,91804, yang berarti bahwa sebesar 91,804 %, variasi unsur C_r yang terdapat pada wader, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya, menurut persamaan diatas, sedangakan 8,196 %, diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar ,95814.

Untuk air persamaan modelnya $\hat{y}_{24} = 0.00939 + 0.000115$ x, setelah di uji keterandalan, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah ,91426, yang berarti bahwa sebesar 91,426 %, variasi unsur C_r yang terdapat di air, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangakan yang 8,574% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar ,95617.

4.1.3. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur C_u

Didapat persamaan garis unsur C_u yang terdapat pada sedimen adalah sebagai berikut $\hat{y}_{31} = 29.2 + 0.373$ x, Setelah di uji keterandalan, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah , 98941, yang berarti bahwa sebesar 98,941 %, variasi unsur C_u yang terdapat pada sedimen, dapat diterangkan oleh jarak pengambilan, menurut persamaan diatas, sedangkan yang 1,059% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0, 99469.

Untuk kangkung didapat model $\hat{y}_{32} = 7.44 + 0.201$ x, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah

0,97455, yang berarti bahwa sebesar 97,455%, variasi unsur C_u yang terdapat di kangkung, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangkan yang 2,545% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,98719.

Untuk wader persamaan modelnya $\hat{y}_{33} = 2.50 + 0.0727\ x$, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0,81616, yang berarti bahwa sebesar 81,616%, variasi unsur C_u yang terdapat di wader, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangkan yang 18,384% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,90342

Untuk air persamaan modelnya $\hat{y}_{34} = 0.0104 + 0.000068\ x$, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0,82963, yang berarti bahwa sebesar 82,963%, variasi unsur C_u yang terdapat di wader, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangkan yang 17,037% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,91084.

4.1.4. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur Z_n

Didapat persamaan garis unsur Z_n yang terdapat pada sedimen adalah sebagai berikut $\hat{y}_{41} = 222 + 1.47\ x$, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0,93773, yang berarti bahwa sebesar 93,773%, variasi unsur Z_n yang terdapat di sedimen, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas,

sedangkan yang 6,227% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,96836.

Untuk kangkung didapat model $\hat{y}_{42} = 37.0 + 0.317$ x, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0,95330, yang berarti bahwa sebesar 95,33%, variasi unsur Z_n yang terdapat di kangkung, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangkan 4,67% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,97637.

Untuk wader persamaan modelnya $\hat{y}_{43}= 2.80 + 0.0751$ x, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0, 94314, yang berarti bahwa sebesar 94,314%, variasi unsur Z_n yang terdapat di wader, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangkan 5,696% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,97116.

Untuk air persamaan modelnya $\hat{y}_{44}= 0.0101 + 0.000089$ x, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0,79844, yang berarti bahwa sebesar 79,844%, variasi unsur Z_n yang terdapat di air, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangakan yang 20,156% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,89356.

4.1.5. Hubungan Pertambahan Jarak dan Peningkatan Unsur H_g

Didapat persamaan garis unsur H_g yang terdapat pada sedimen adalah sebagai berikut $\hat{y}_{51} = 1.05 + 0.0399$ x, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0,94037, yang berarti bahwa sebesar 94,037%, variasi unsur H_g yang terdapat di sedimen, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangkan yang 5.963%, diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,96973.

Untuk kangkung didapat model $\hat{y}_{52} = 0.0869 + 0.00711$ x, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0,97335, yang berarti bahwa sebesar 97.335%, variasi unsur H_g yang terdapat di kangkung, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangkan 2.6657% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,98659.

Untuk wader persamaan modelnya $\hat{y}_{53} = 1.10 + 0.0855$ x, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0,96440, yang berarti bahwa sebesar 96.644%, variasi unsur H_g yang terdapat di wader, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangkan 4.356% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0, 98204.

Untuk air persamaan modelnya $\hat{y}_{54} = 0.00925 + 0.000187$ x, menunjukkan model tersebut signifikan. Besarnya derajat keterandalan model adalah 0,93855, yang berarti bahwa sebesar 93.855%, variasi unsur

H_g yang terdapat di air, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan diatas, sedangkan yang 6.145% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0,96879.

4.2. Ekstrapolasi Untuk Daerah Tidak Berdata

Dari hasil perkiraan data dengan ekstrapolasi, dilanjutkan dengan pengujian perbandingan model datanya di dapatkan model yang paling sesuai dengan kondisi data. Model dari unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, yang ada di air adalah model kubik, yang ditunjukkan dalam tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1

Model data hasil ekstrapolasi

Unsur di air	persamaan regresi
y_{14}	$\hat{y}$ = ,0103 + 1,5E-05 x + 3,7E-06 x^2 - 4,E-07 x^3
y_{24}	$\hat{y}$ = ,0108 + ,0001 x + 3,0E-05 x^2 - 3,E-06 x^3
y_{34}	$\hat{y}$ = ,0124 + ,0002 x + 4,9E-05 x^2 - 5,E-06 x^3
y_{44}	$\hat{y}$ = ,0141 + ,0004 x + 8,9E-05 x^2 - 1,E-05 x^3
y_{54}	$\hat{y}$ = ,0127 + 6,5E-05 x + 3,2E-05 x^2 - 3,E-06 x^3

Dari lampiran 6 dapat diketahui bahwa derajad keterandalan model unsur A_s, C_r, C_u, dan Z_n sebesar 1 , yang berarti bahwa sebesar 100%, variasi unsur A_s, C_r, C_u, dan Z_n yang terdapat di air, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan y_{14} (untuk A_s), y_{23} (untuk C_u), y_{24} (untuk C_r), dan y_{44} (untuk Z_n). Keeratan hubungannya sebesar 1, yang berarti sempurna.

Melihat nilai determinasi dan korelasi sangat tinggi, menggambarkan bahwa hubungan antara unsur A_s, C_u, C_r, dan Z_n, yang terdapat di air, dengan jarak pengambilannya berpengaruh besar dengan model di atas.

Untuk H_g, diketahui memiliki derajad keterandalan model sebesar 0,99720 , yang berarti bahwa sebesar 99,72%, variasi unsur H_g yang terdapat di air, dapat diterangkan oleh jarak pengambilannya menurut persamaan y_{54}, sedangkan sisanya sebesar 0,28% diterangkan oleh sebab lain. Keeratan hubungannya sebesar 0, 99860.

Melihat nilai determinasi dan korelasi sangat tinggi, menggambarkan bahwa hubungan antara unsur C_u, yang terdapat di air, dengan jarak pengambilannya berpengaruh besar dengan model di atas.

Secara keseluruhan persamaan model yang terdapat pada unsur A_s, C_r, C_u, Z_n, dan H_g, di air hasil dari ekstrapolasi, merupakan model yang cukup baik untuk meramalkan kondisi perairan sungai Code pada waktu tertentu atau perairan lain yang memiliki kesamaan kondisi dengan perairan di sungai Code.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil peramalan dengan teknik regresi, untuk daerah perairan yang memilik data pencemaran diperoleh model peramalan untuk unsur A_s yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y} = 24.9 + 0.600\ x$,
2. di kangkung adalah $\hat{y} = 0.306 + 0.0110\ x$,
3. di wader adalah $\hat{y} = 1.13 + 0.0324\ x$,
4. di air adalah $\hat{y} = 0{,}00988 + 0.000163\ x$.

Unsur C_r yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y} = 102 + 0.814\ x$,
2. di kangkung adalah $\hat{y} = 0.747 + 0.122\ x$,
3. di wader adalah $\hat{y} = 2.37 + 0.0973\ x$,
4. di air adalah $\hat{y} = 0.00939 + 0.000115\ x$.

Unsur C_u yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y} = 29.2 + 0.373\ x$,
2. di kangkung adalah $\hat{y} = 7.44 + 0.201\ x$,
3. di wader adalah $\hat{y} = 2.50 + 0.0727\ x$,

4. di air adalah $\hat{y} = 0.0104 + 0.000068\ x$.

Unsur Z_n yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y} = 222 + 1.47\ x$,
2. di kangkung adalah $\hat{y} = 37.0 + 0.317\ x$,
3. di wader adalah $\hat{y} = 2.80 + 0.0751\ x$,
4. di air adalah $\hat{y} = 0.0101 + 0.000089\ x$.

Unsur H_g yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y} = 1.05 + 0.0399\ x$,
2. di kangkung $\hat{y} = 0.0869 + 0.00711\ x$,
3. di wader $\hat{y} = 1.10 + 0.0855\ x$,
4. di air $\hat{y} = 0.00925 + 0.000187\ x$.

Penggunaan teknik ektrapolasi untuk memperkirakan nilai pencemaran di daerah yang belum diteliti, didapatkan model garis regresi untuk unsur A_s yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y} = 35{,}8789 + {,}2004\ x + {,}0521\ x^2 - {,}0057\ x^3$,
2. di kangkung adalah $\hat{y} = {,}5062 + {,}0049\ x + {,}0012\ x^2 - {,}0001\ x^3$,
3. di wader adalah $\hat{y} = 1{,}6300 + {,}0519\ x + {,}0130\ x^2 - {,}0014\ x^3$,
4. di air adalah $\hat{y}_{11} = {,}0103 + 1{,}5E\text{-}05\ x + 3{,}7E\text{-}06\ x^2 - 4{,}E\text{-}07\ x^3$.

Unsur C_r yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y} = 116{,}263 + {,}3067\ x + {,}0878\ x^2 - {,}0094\ x^3$,

2. di kangkung adalah $\hat{y}$ =3,0156 - ,0348 x + ,0231 x^2 - ,0017 x^3,

3. di wader adalah $\hat{y}$ = 3,7400 + ,0353 x + ,0088 x^2 - ,0010 x^3,

4. di air adalah $\hat{y}$ = ,0108 + ,0001 x + 3,0E-05 x^2 - 3,E-06 x^3.

Unsur C_u yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y}$ = 36,0506 + ,1418 x + ,0364 x^2 - ,0040 x^3,

2. di kangkung $\hat{y}$ = 11,1529 + ,1025 x + ,0260 x^2 - ,0029 x^3,

3. di wader $\hat{y}$ = 3,7400 + ,0353 x + ,0088 x^2 - ,0010 x^3,

4. di air adalah $\hat{y}$ = ,0124 + ,0002 x + 4,9E-05 x^2 - 5,E-06 x^3.

Unsur H_g yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y}$ = 1,1523 + ,0038 x + ,0009 x^2 - ,0001 x^3,

2. di kangkung adalah $\hat{y}$ = ,2163 + ,0032 x + ,0008 x^2 - 9,E-05 x^3,

3. di wader adalah $\hat{y}$ = 2,7584 - ,0227 x + ,0194 x^2 - ,0014 x^3,

4. di air adalah $\hat{y}$ = ,0127 + 6,5E-05 x + 3,2E-05 x^2 - 3,E-06 x^3.

Unsur Z_n yang terdapat

1. di sedimen adalah $\hat{y}$ = 248,770 + ,5251 x + ,2693 x^2 - ,0260 x^3,

2. di kangkung adalah $\hat{y}$ = 1,1E-05 + 6,9E-08 x + 3,2E-08 x^2 - 3,E-09 x^3,

3. di wader adalah $\hat{y}$ = 4,1826 + ,0386 x + ,0097 x^2 - ,0011 x^3,

4. di air adalah $\hat{y}$ = ,0141 + ,0004 x + 8,9E-05 x^2 - 1,E-05 x^3.

Semua model berdasarkan pembahasan di bab IV, diartikan bahwa penggunaan peramalan, dengan teknik regresi, untuk daerah yang berdata, dan

perkiraan nilai pencemaran, dengan teknik ektrapolasi, untuk derah yang tidak di amati secara kimia, dapat diandalkan.

5.2. Saran

Dari uraian di atas, penulis menyarankan sebagai berikut :

1. Mengingat penggunaan analisis regresi dan teknik ektrapolasi, dapat meringankan upaya para peneliti pencemaran lingkungan di sungai, maka disarankan, kepada para peneliti untuk menggunakan kedua teknik tersebut dalam melengkapi penelitiannya, sehingga banyak waktu, biaya, dan tenaga yang dapat dihemat dalam penelitian yang dilakukan.
2. Bagi mahasiswa, dapat melakukan penyempurnaan-peyempurnaan lanjutan, dalam membantu peneliti, melengkapi kekurangan-kekurangan penelitian untuk kasus lingkungan yang berbeda kondisi alamnya.

DAFTAR PUSTAKA

Sugiharto. (1987). *Pengolahan Air Limbah.*

Sudjana. (1992). *Metode Statistika.* Bandung : Tarsito

Hadi, S. (1990). *Metodologi Research Jilid I.* Yogyakarta : Andi Offset.

Wisnu Arya Wardhana dan Muryanto, H. (1998). *Makalah Evaluasi Penyebaran Unsur Toksis Dalam Cuplikan Lingkungan di Sungai Code Yogyakarta Dengan Motode Analisis Pengaktifan Neutron (APN).* Semarang : Fakultas Kedokteran Universitas diponegoro.

Mortopo Sugeng. (1986). *Pencemaran Air di Kotamadya Yogyakarta.* Yogyakarta: Laporan Penelitian PPLH UGM.

Supomo Wardono. (1987). *Kriteria kualitas Air Untuk Peranian Dan Perikanan.* Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Suhalli dan Armawi. (1983). *Pemeliharaan Ikan Dalam Karamba.* Jakarta : PT. Gramedia..

Brown, M. E. (1957). *The Phsyiology Of Fisher.* New York : Academic press

Riyadi, S. (1984). *Ekologi Ilmu Lingkungan Dasar dan Pengeriannya.* Jakarta : Usaha Nasional.

Inbesta Ekha. (1988). *Dilema Pertisida- Tragedi Revolusi Hijau.* Yogyakarta : Kanisius.

Heru Susanto. (1991). *Budidaya Ikan di Pekarangan.* Jakarta : Penebar Swadaya.

Walter, E. (1984). *Ecology Impact Assesment and Environmental Planning*. USA

Supramono. (1993). *Statistika*. Yogyakarta : Andi Offset.

Bambang Kustituanto. (1984). *Statistik Analisa Runtun Waktu dan Regresi Korelasi*. Yogyakarta : BPFE

Ronal, E. Walpole dan Raymond. (1995). *Ilmu Peluang Dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung : ITB.

Djarwanto, Ps. (1996). *Soal-Jawab Statistik Bagian Statistik Induktif*. Yogyakarta : Liberty.

Supranto, J. (1997). *Statistik Teori dan Aplikasi*. Jakarta : Erlangga.

Retno dan Mustadjab. (1992). *Analisis Regresi*. Yogyakarta : Andi Offset.

Supiyono, Muryono, Sudaryo. (2001). *Metode Ekstrapolasi Untuk Pembangkitan Data Pada Kasus Pencemaran Lingkungan di Sungai*. Yogyakarta : Seminar Nasional IV Kimia dalam pembangunan oleh JASA KIAI (27-28 Maret 2001).

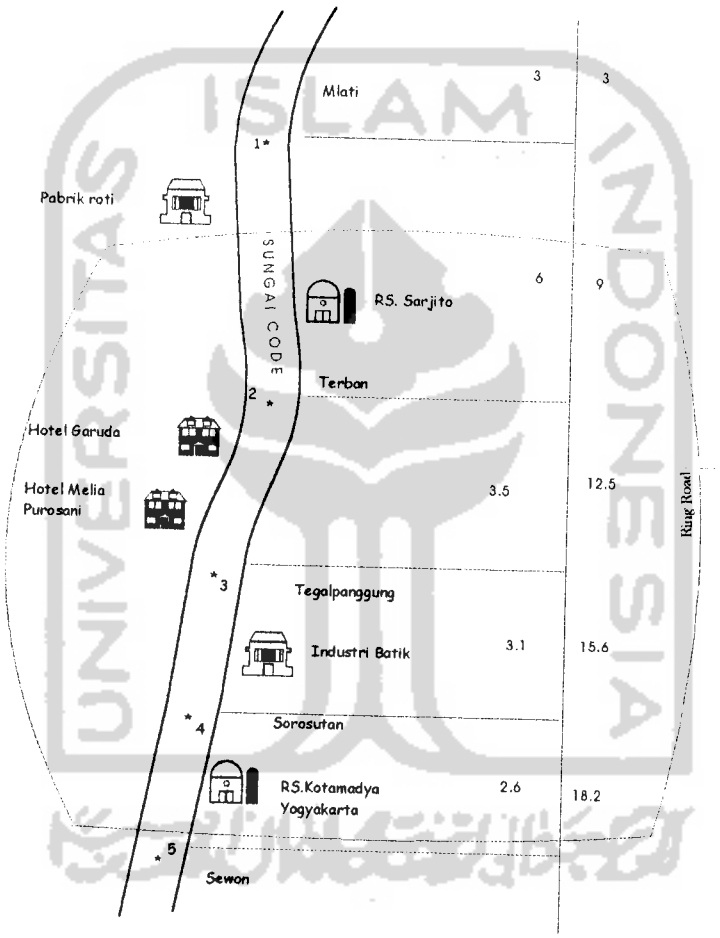
Lampiran 1

Hasil penelitian Wisnu Arya Wardana dan kawan-kawan
Lokasi di sepanjang sungai Code (Daerah Mlati sampai dengan daerah Sewon)

unsur toksin	Kadar unsur toksis (ppm) di sungai code dalam							
	sedimen		kangkung		wader		air	
	kadar	±	kadar	±	kadar	±	kadar	±
A_s	27,51	2,15	0,35	0,02	1,119	0,114	0,01012	0,0045
	28,45	3,22	0,37	0,06	1,498	0,13	0,0113	0,0016
	30,56	2,96	0,42	0,07	1,511	1,16	0,0118	0,0018
	34,45	3,28	0,49	0,06	1,55	1,23	0,0123	0,0017
	36,76	3,83	0,51	0,05	1,77	1,65	0,01293	0,00198
C_r	104,34	5,75	1,21	0,12	2,862	0,96	0,00976	0,00096
	107,56	4,91	1,34	0,19	3,02	0,17	0,01024	0,0065
	108,21	3,97	2,45	0,1	3,16	0,18	0,01057	0,009
	115,45	3,65	2,58	0,45	3,47	0,18	0,011	0,0018
	117,23	5,59	2,96	0,78	3,73	0,15	0,01176	0,0022
C_u	30,34	1,62	8,23	0,76	2,751	0,23	0,01045	0,0011
	31,67	1,95	8,45	1,05	2,98	0,143	0,0197	0,0098
	33,56	1,99	10,12	1,23	3,025	0,198	0,01112	0,0087
	34,82	2,76	10,34	1,13	3,479	0,129	0,01145	0,00121
	36,25	2,52	11,23	1,27	3,985	0,139	0,01236	0,0017
Z_n	223,56	19,2	37,5	2,45	3,18	0,21	0,01025	0,00102
	234,42	20,16	39,32	2,53	3,125	0,26	0,01095	0,0098
	239,87	19,78	41,47	3,24	3,629	0,35	0,01102	0,00818
	245,17	15,91	41,82	2,29	4,02	0,54	0,01156	0,0044
	247,69	18,78	42,45	2,45	4,22	0,397	0,01378	0,0097
H_g	1,11	0,08	0,11	0,02	1,35	0,32	0,01012	0,0098
	1,36	0,98	0,13	0,03	1,72	0,28	0,01026	0,00111
	1,62	0,12	0,17	0,02	2,03	0,27	0,01113	0,0097
	1,63	0,14	0,21	0,04	2,38	0,39	0,01227	0,8
	1,76	0,35	0,21	0,03	2,76	0,43	0,01289	0,001

Lampiran 2

Peta Pengambilan sampel di sungai Code



Lampiran 3.A

Nilai Korelasi antara peningkatan unsur toksis dengan panjang jarak pengambilan sampel pada unsur A_s

Correlations

		X	Y11	Y12	Y13	Y14
X	Pearson Correlation	1,000	,961*	,980*	,872	,967*
	Sig. (2-tailed)	.	,009	,003	,054	,007
	N	5	5	5	5	5
Y11	Pearson Correlation	,961*	1,000	,991*	,832	,931*
	Sig. (2-tailed)	,009	.	,001	,080	,022
	N	5	5	5	5	5
Y12	Pearson Correlation	,980*	,991*	1,000	,827	,940*
	Sig. (2-tailed)	,003	,001	.	,084	,018
	N	5	5	5	5	5
Y13	Pearson Correlation	,872	,832	,827	1,000	,966*
	Sig. (2-tailed)	,054	,080	,084	.	,008
	N	5	5	5	5	5
Y14	Pearson Correlation	,967*	,931*	,940*	,966*	1,000
	Sig. (2-tailed)	,007	,022	,018	,008	.
	N	5	5	5	5	5

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Nilai Korelasi antara peningkatan unsur toksis dengan panjang jarak pengambilan sampel pada unsur C_r

Correlations

		X	Y21	Y22	Y23	Y24
X	Pearson Correlation	1,000	,933*	,987*	,958*	,956*
	Sig. (2-tailed)	.	,020	,002	,010	,011
	N	5	5	5	5	5
Y21	Pearson Correlation	,933*	1,000	,871	,983*	,957*
	Sig. (2-tailed)	,020	.	,054	,003	,011
	N	5	5	5	5	5
Y22	Pearson Correlation	,987*	,871	1,000	,917*	,920*
	Sig. (2-tailed)	,002	,054	.	,029	,027
	N	5	5	5	5	5
Y23	Pearson Correlation	,958*	,983*	,917*	1,000	,991*
	Sig. (2-tailed)	,010	,003	,029	.	,001
	N	5	5	5	5	5
Y24	Pearson Correlation	,956*	,957*	,920*	,991*	1,000
	Sig. (2-tailed)	,011	,011	,027	,001	.
	N	5	5	5	5	5

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nilai Korelasi antara peningkatan unsur toksis dengan panjang jarak pengambilan sampel pada unsur C_u

Correlations

		X	Y31	Y32	Y33	Y34
X	Pearson Correlation	1,000	,995**	,987*	,903*	,911*
	Sig. (2-tailed)	.	,000	,002	,036	,032
	N	5	5	5	5	5
Y31	Pearson Correlation	,995**	1,000	,980*	,939*	,948*
	Sig. (2-tailed)	,000	.	,003	,018	,014
	N	5	5	5	5	5
Y32	Pearson Correlation	,987*	,980*	1,000	,887*	,904*
	Sig. (2-tailed)	,002	,003	.	,045	,035
	N	5	5	5	5	5
Y33	Pearson Correlation	,903*	,939*	,887*	1,000	,982*
	Sig. (2-tailed)	,036	,018	,045	.	,003
	N	5	5	5	5	5
Y34	Pearson Correlation	,911*	,948*	,904*	,982*	1,000
	Sig. (2-tailed)	,032	,014	,035	,003	.
	N	5	5	5	5	5

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Nilai Korelasi antara peningkatan unsur toksis dengan panjang jarak pengambilan sampel pada unsur Z_n

Correlations

		X	Y41	Y42	Y43	Y44
X	Pearson Correlation	1,000	,968*	,976*	,971*	,894*
	Sig. (2-tailed)	.	,007	,004	,006	,041
	N	5	5	5	5	5
Y41	Pearson Correlation	,968*	1,000	,983*	,893*	,884*
	Sig. (2-tailed)	,007	.	,003	,041	,047
	N	5	5	5	5	5
Y42	Pearson Correlation	,976*	,983*	1,000	,898*	,841
	Sig. (2-tailed)	,004	,003	.	,039	,074
	N	5	5	5	5	5
Y43	Pearson Correlation	,971*	,893*	,898*	1,000	,879*
	Sig. (2-tailed)	,006	,041	,039	.	,049
	N	5	5	5	5	5
Y44	Pearson Correlation	,894*	,884*	,841	,879*	1,000
	Sig. (2-tailed)	,041	,047	,074	,049	.
	N	5	5	5	5	5

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Nilai Korelasi antara peningkatan unsur toksis dengan panjang jarak pengambilan sampel pada unsur H_g

Correlations

		X	Y51	Y52	Y53	Y54
X	Pearson Correlation	1.000	,970*	,987*	,982*	,969*
	Sig. (2-tailed)	.	,006	,002	,003	,007
	N	5	5	5	5	5
Y51	Pearson Correlation	,970*	1,000	,938*	,950*	,886*
	Sig. (2-tailed)	,006	.	,018	,013	,045
	N	5	5	5	5	5
Y52	Pearson Correlation	,987*	,938*	1,000	,963*	,967*
	Sig. (2-tailed)	,002	,018	.	,008	,007
	N	5	5	5	5	5
Y53	Pearson Correlation	,982*	,950*	,963*	1,000	,975*
	Sig. (2-tailed)	,003	,013	,008	.	,005
	N	5	5	5	5	5
Y54	Pearson Correlation	,969*	,886*	,967*	,975*	1,000
	Sig. (2-tailed)	,007	,045	,007	,005	.
	N	5	5	5	5	5

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Lampiran. 3.B
Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur A_s yang terdapat pada sedimen

Dependent variable.. Y11 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,96089
R Square	,92332
Adjusted R Square	,89776
Standard Error	1,26361

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	57,675619	57,675619
Residuals	3	4,790101	1,596700

F = 36,12175 Signif F = ,0092

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur A_s yang terdapat pada kangkung

Dependent variable.. Y12 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,97970
R Square	,95982
Adjusted R Square	,94642
Standard Error	,01640

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,01927312	,01927312
Residuals	3	,00080688	,00026896

F = 71,65771 Signif F = ,0035

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur A_s yang terdapat pada wader

Dependent variable.. Y13 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,87244
R Square	,76116
Adjusted R Square	,68155
Standard Error	,13239

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,16756571	,16756571
Residuals	3	,05257949	,01752650

F = 9,56071 Signif F = ,0536

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur A_s yang terdapat pada air

Dependent variable.. Y14 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,96681
R Square	,93471
Adjusted R Square	,91295
Standard Error	,00031

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,00000424	,00000424
Residuals	3	,00000030	,00000010

F = 42,95123 Signif F = ,0072

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur C_u yang terdapat pada sedimen

Dependent variable.. Y21 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,93338
R Square	,87120
Adjusted R Square	,82827
Standard Error	2,28499

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	105,94831	105,94831
Residuals	3	15,66357	5,22119

F = 20,29199 Signif F = ,0204

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur C_u yang terdapat pada kangkung

Dependent variable.. Y22 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,98678
R Square	,97373
Adjusted R Square	,96497
Standard Error	,14683

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2,3972007	2,3972007
Residuals	3	,0646793	,0215598

F = 111,18858 Signif F = ,0018

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur C_u yang terdapat pada wader

Dependent variable.. Y23 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,95814
R Square	,91804
Adjusted R Square	,89071
Standard Error	,11574

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,45014172	,45014172
Residuals	3	,04018948	,01339649

F = 33,60146 Signif F = ,0102

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur C_u yang terdapat pada air

Dependent variable.. Y24 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,95617
R Square	,91426
Adjusted R Square	,88568
Standard Error	,00026

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,00000212	,00000212
Residuals	3	,00000020	,00000007

F = 31,99024 Signif F = ,0109

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur C_r yang terdapat pada sedimen

Dependent variable.. Y31 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,99469
R Square	,98941
Adjusted R Square	,98588
Standard Error	,28177

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	22,256894	22,256894
Residuals	3	,238186	,079395

F = 280,33029 Signif F = ,0005

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur C_r yang terdapat pada kangkung

Dependent variable.. Y32 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,98719
R Square	,97455
Adjusted R Square	,96607
Standard Error	,23747

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	6,4777480	6,4777480
Residuals	3	,1691720	,0563907

F = 114,87267 Signif F = ,0017

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur C_r yang terdapat pada wader

Dependent variable.. Y33 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,90342
R Square	,81616
Adjusted R Square	,75488
Standard Error	,24318

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,78760462	,78760462
Residuals	3	,17740738	,05913579

F = 13,31858 Signif F = ,0355

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur C_r yang terdapat pada air

Dependent variable.. Y34 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,91084
R Square	,82963
Adjusted R Square	,77284
Standard Error	,00034

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,00000166	,00000166
Residuals	3	,00000034	,00000011

F = 14,60857 Signif F = ,0315

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
F MIPA

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur Z_n yang terdapat pada sedimen

Dependent variable.. Y41 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,96836
R Square	,93773
Adjusted R Square	,91697
Standard Error	2,77139

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	346,98928	346,98928
Residuals	3	23,04180	7,68060

F = 45,17737 Signif F = ,0067

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur Z_n yang terdapat pada kangkung

Dependent variable.. Y42 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,97637
R Square	,95330
Adjusted R Square	,93773
Standard Error	,51259

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	16,089249	16,089249
Residuals	3	,788231	,262744

F = 61,23550 Signif F = ,0043

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur Z_n yang terdapat pada wader

Dependent variable.. Y43 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,97116
R Square	,94314
Adjusted R Square	,92419
Standard Error	,13472

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,90316300	,90316300
Residuals	3	,05444780	,01814927

F = 49,76306 Signif F = ,0059

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur Z_n yang terdapat pada air

Dependent variable.. Y44 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,89356
R Square	,79844
Adjusted R Square	,73126
Standard Error	,00049

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,00000284	,00000284
Residuals	3	,00000072	,00000024

F = 11,88423 Signif F = ,0410

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur H_g yang terdapat pada sedimen

Dependent variable.. Y51 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,96973
R Square	,94037
Adjusted R Square	,92050
Standard Error	,07333

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,25438988	,25438988
Residuals	3	,01613012	,00537671

F = 47,31334 Signif F = ,0063

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur H_g yang terdapat pada kangkung

Dependent variable.. Y52 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,98659
R Square	,97335
Adjusted R Square	,96447
Standard Error	,00860

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,00809830	,00809830
Residuals	3	,00022170	,00007390

F = 109,58396 Signif F = ,0019

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur H_g yang terdapat pada wader

Dependent variable.. Y53 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,98204
R Square	,96440
Adjusted R Square	,95254
Standard Error	,11993

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	1,1691276	1,1691276
Residuals	3	,0431524	,0143841

F = 81,27902 Signif F = ,0029

Output uji hipotesis tentang ρ
Unsur H_g yang terdapat pada air

Dependent variable.. Y54 Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R	,96879
R Square	,93855
Adjusted R Square	,91807
Standard Error	,00035

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	,00000560	,00000560
Residuals	3	,00000037	,00000012

F = 45,82283 Signif F = ,0066

Lampiran 4

Output uji keandalan model

Unsur A_s yang terdapat pada sedimen

The regression equation is

$\hat{y}_{11}$ = 24.9 + 0.600 x

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	57.676	57.676	36.12	0.009
Error	3	4.790	1.597		
Total	4	62.466			

Output uji keandalan model

Unsur A_s yang terdapat pada kangkung

The regression equation is

$\hat{y}_{12}$ = 0.306 + 0.0110 x

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.019273	0.019273	71.66	0.003
Error	3	0.000807	0.000269		
Total	4	0.020080			

Output uji keandalan model

Unsur A_s yang terdapat pada wader

The regression equation is

$\hat{y}_{13}$ = 1.13 + 0.0324 x

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.16757	0.16757	9.56	0.054
Error	3	0.05258	0.01753		
Total	4	0.22015			

Output uji keandalan model

Unsur A_s yang terdapat pada air

The regression equation is

$\hat{y}_{14}$ = 0.00988 +0.000163 x

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	4.24248E-06	4.24248E-06	42.95	0.007
Error	3	2.96323E-07	9.87743E-08		
Total	4	4.53880E-06			

Output uji keandalan model
Unsur C_r yang terdapat pada sedimen

The regression equation is
$\hat{y}_{21} = 102 + 0.814\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	105.95	105.95	20.29	0.020
Error	3	15.66	5.22		
Total	4	121.61			

Output uji keandalan model
Unsur C_r yang terdapat pada kangkung

The regression equation is
$\hat{y}_{22} = 0.747 + 0.122\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2.3972	2.3972	111.19	0.002
Error	3	0.0647	0.0216		
Total	4	2.4619			

Output uji keandalan model
Unsur C_r yang terdapat pada wader

The regression equation is
$\hat{y}_{23} = 2.66 + 0.0530\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.45014	0.45014	33.60	0.010
Error	3	0.04019	0.01340		
Total	4	0.49033			

Output uji keandalan model
Unsur C_r yang terdapat pada air

The regression equation is
$\hat{y}_{24} = 0.00939 + 0.000115\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2.12101E-06	2.12101E-06	31.99	0.011
Error	3	1.98906E-07	6.63019E-08		
Total	4	2.31992E-06			

Output uji keandalan model
Unsur C_u yang terdapat pada sedimen

The regression equation is
$\hat{y}_{31} = 29.2 + 0.373\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	22.257	22.257	280.33	0.000
Error	3	0.238	0.079		
Total	4	22.495			

Output uji keandalan model
Unsur C_u yang terdapat pada kangkung

The regression equation is
$\hat{y}_{32} = 7.44 + 0.201\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	6.4777	6.4777	114.87	0.002
Error	3	0.1692	0.0564		
Total	4	6.6469			

Output uji keandalan model
Unsur C_u yang terdapat pada wader

The regression equation is
$\hat{y}_{33} = 2.46 + 0.0702\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.78760	0.78760	13.32	0.036
Error	3	0.17741	0.05914		
Total	4	0.96501			

Output uji keandalan model
Unsur C_u yang terdapat pada air

The regression equation is
$\hat{y}_{34} = 0.0101 + 0.000102\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	1.66374E-06	1.66374E-06	14.61	0.032
Error	3	3.41663E-07	1.13888E-07		
Total	4	2.00540E-06			

Output uji keandalan model
Unsur Z_n yang terdapat pada sedimen

The regression equation is

$\hat{y}_{41} = 222 + 1.47\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	346.99	346.99	45.18	0.007
Error	3	23.04	7.68		
Total	4	370.03			

Output uji keandalan model
Unsur Z_n yang terdapat pada kangkung

The regression equation is

$\hat{y}_{42} = 37.0 + 0.317\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	16.089	16.089	61.24	0.004
Error	3	0.788	0.263		
Total	4	16.877			

Output uji keandalan model
Unsur Z_n yang terdapat pada wader

The regression equation is

$\hat{y}_{43} = 2.80 + 0.0751\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.90316	0.90316	49.76	0.006
Error	3	0.05445	0.01815		
Total	4	0.95761			

Output uji keandalan model
Unsur Z_n yang terdapat pada air

The regression equation is

$\hat{y}_{44} = 0.00983 + 0.000133\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2.84300E-06	2.84300E-06	11.88	0.041
Error	3	7.17675E-07	2.39225E-07		
Total	4	3.56068E-06			

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
F MIPA

Output uji keandalan model
Unsur H_g yang terdapat pada sedimen

The regression equation is
$\hat{y}_{S1} = 1.05 + 0.0399\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.25439	0.25439	47.31	0.006
Error	3	0.01613	0.00538		
Total	4	0.27052			

Output uji keandalan model
Unsur H_g yang terdapat pada kangkung

The regression equation is
$\hat{y}_{S2} = 0.0869 + 0.00711\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.0080983	0.0080983	109.58	0.002
Error	3	0.0002217	0.0000739		
Total	4	0.0083200			

Output uji keandalan model
Unsur H_g yang terdapat pada wader

The regression equation is
$\hat{y}_{S3} = 1.10 + 0.0855\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	1.1691	1.1691	81.28	0.003
Error	3	0.0432	0.0144		
Total	4	1.2123			

Output uji keandalan model
Unsur H_g yang terdapat pada air

The regression equation is
$\hat{y}_{S4} = 0.00925 + 0.000187\ x$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	5.59952E-06	5.59952E-06	45.82	0.007
Error	3	3.66598E-07	1.22199E-07		
Total	4	5.96612E-06			

Lampiran 5

Perbandingan pengujian model unsur A, pada sedimen dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

y11

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,96089	,92332	1,26361
LOG	,89664	,80397	2,02033
QUA	,99291	,98587	,66442
CUB	,99337	,98678	,90876
EXP	,96884	,93865	,03543

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y11	LIN	,923	3	36,12	,009	24,8702	,6003		
Y11	LOG	,804	3	12,30	,039	20,7010	4,8650		
Y11	QUA	,986	2	69,75	,014	28,2377	-,2960	,0424	
Y11	CUB	,987	1	24,88	,146	27,2959	,0816	,0030	,0012
Y11	EXP	,939	3	45,90	,007	25,3877	,0190		

Persamaan model terbaiknya adalah $y = 25,3877\ e^{,0190\ x}$

Perbandingan pengujian model unsur A, pada kangkung dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,97970	,95982	,01640
LOG	,93228	,86915	,02959
QUA	,98945	,97900	,01452
CUB	,99016	,98043	,01983
EXP	,98601	,97221	,03199

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y12	LIN	,960	3	71,66	,003	,3060	,0110		
Y12	LOG	,869	3	19,93	,021	,2258	,0907		
Y12	QUA	,979	2	46,63	,021	,3394	,0021	,0004	
Y12	CUB	,980	1	16,70	,178	,3605	-,0064	,0013	-3,E-05
Y12	EXP	,972	3	104,95	,002	,3174	,0259		

Model terbaiknya adalah y = **,3060 + ,0110 x**

Perbandingan pengujian model unsur A, pada wader dengan
uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,87244	,76116	,13239
LOG	,90375	,81676	,11596
QUA	,87739	,76982	,15917
CUB	,99973	,99947	,01084
EXP	,86052	,74049	,09879

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y13	LIN	,761	3	9,56	,054	1,1298	,0324		
Y13	LOG	,817	3	13,37	,035	,8407	,2911		
Y13	QUA	,770	2	3,34	,230	1,0554	,0522	-,0009	
Y13	CUB	,999	1	623,76	,029	,1691	,4075	-,0380	,0011
Y13	EXP	,740	3	8,56	,061	1,1430	,0228		

Model terbaiknya adalah $y = ,1691 + ,4075\,x - ,0380\,x^2 + ,0011\,x^3$

Perbandingan pengujian model unsur A, pada air dengan
uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,96681	,93471	,00031
LOG	,97317	,94705	,00028
QUA	,96815	,93731	,00038
CUB	,99804	,99608	,00013
EXP	,96166	,92478	,02951

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y14	LIN	,935	3	42,95	,007	,0099	,0002		
Y14	LOG	,947	3	53,66	,005	,0085	,0014		
Y14	QUA	,937	2	14,95	,063	,0097	,0002	-2,E-06	
Y14	CUB	,996	1	84,75	,080	,0077	,0010	-9,E-05	2,6E-06
Y14	EXP	,925	3	36,89	,009	,0100	,0142		

Model terbaiknya adalah $y = ,0085 + ,0014 \log x$

Perbandingan pengujian model unsur C_r pada sedimen dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,93338	,87120	2,28499
LOG	,88484	,78295	2,96626
QUA	,95574	,91344	2,29424
CUB	,96094	,92341	3,05187
EXP	,93544	,87505	,02028

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y21	LIN	,871	3	20,29	,020	101,510	,8137		
Y21	LOG	,783	3	10,82	,046	95,6252	6,6988		
Y21	QUA	,913	2	10,55	,087	105,371	-,2140	,0486	
Y21	CUB	,923	1	4,02	,348	101,029	1,5268	-,1332	,0055
Y21	EXP	,875	3	21,01	,019	101,784	,0073		

Model terbaiknya adalah $y = 101{,}784\ e^{.0073x}$

Perbandingan pengujian model unsur C_r pada kangkung dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,98678	,97373	,14683
LOG	,96224	,92591	,24657
QUA	,98694	,97406	,17870
CUB	,99102	,98212	,20981
EXP	,98229	,96488	,08869

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y22	LIN	,974	3	111,19	,002	,7470	,1224		
Y22	LOG	,926	3	37,49	,009	-,2025	1,0365		
Y22	QUA	,974	2	37,54	,026	,6985	,1353	-,0006	
Y22	CUB	,982	1	18,31	,170	1,2539	-,0874	,0226	-,0007
Y22	EXP	,965	3	82,43	,003	,9749	,0637		

Model terbaiknya adalah $y = ,7470 + ,1224\ x$

Perbandingan pengujian model unsur C_r pada wader dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,95814	,91804	,11574
LOG	,90234	,81422	,17425
QUA	,98714	,97445	,07915
CUB	,99502	,99007	,06980
EXP	,96577	,93271	,03194

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y23	LIN	,918	3	33,60	,010	2,6586	,0530		
Y23	LOG	,814	3	13,15	,036	2,2814	,4338		
Y23	QUA	,974	2	38,13	,026	2,9420	-,0224	,0036	
Y23	CUB	,990	1	33,22	,127	2,5970	,1159	-,0109	,0004
Y23	EXP	,933	3	41,58	,008	2,6981	,0163		

Model terbaiknya adalah $y = 2{,}6981\ e^{,0163\ x}$

Perbandingan pengujian model unsur C_r pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,95617	,91426	,00026
LOG	,91277	,83314	,00036
QUA	,97640	,95335	,00023
CUB	,99997	,99995	,00001
EXP	,96191	,92528	,02237

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y24	LIN	,914	3	31,99	,011	,0094	,0001		
Y24	LOG	,833	3	14,98	,031	,0085	,0010		
Y24	QUA	,953	2	20,44	,047	,0099	-2,E-05	6,5E-06	
Y24	CUB	1,000	1	6250,62	,009	,0086	,0005	-5,E-05	1,6E-06
Y24	EXP	,925	3	37,15	,009	,0094	,0108		

Model terbaiknya adalah $y = ,0086 + ,0005\ x\ -5{,}E\text{-}05\ x^2 + 1{,}6E\text{-}06\ x^3$

Perbandingan pengujian model unsur C_u pada sedimen dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,99469	,98941	,28177
LOG	,96822	,93746	,68482
QUA	,99649	,99299	,28075
CUB	,99994	,99987	,05346
EXP	,99586	,99173	,00750

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y31	LIN	,989	3	280,33	,000	29,1810	,3729		
Y31	LOG	,937	3	44,97	,007	26,3004	3,1526		
Y31	QUA	,993	2	141,70	,007	29,6645	,2442	,0061	
Y31	CUB	1,000	1	2623,43	,014	28,1137	,8660	-,0589	,0020
Y31	EXP	,992	3	359,90	,000	29,3479	,0113		

Model terbaiknya adalah $y = 29{,}3479\, e^{,0113\, x}$

Perbandingan pengujian model unsur C_u pada kangkung dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error
LIN	,98719	,97455	,96607	,23747
LOG	,95270	,90763	,87684	,45240
QUA	,98853	,97719	,95437	,27536
CUB	,98919	,97850	,91401	,37801
EXP	,98850	,97714	,96952	,02357

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y32	LIN	,975	3	114,87	,002	7,4367	,2012		
Y32	LOG	,908	3	29,48	,012	5,9152	1,6862		
Y32	QUA	,977	2	42,83	,023	7,6623	,1412	,0028	
Y32	CUB	,979	1	15,17	,186	8,0310	-,0067	,0183	-,0005
Y32	EXP	,977	3	128,23	,001	7,5961	,0211		

Model terbaiknya adalah $y = 7{,}5961\, e^{,0211\, x}$

Perbandingan pengujian model unsur C_u pada wader dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error
LIN	,90342	,81616	,75488	,24318
LOG	,83274	,69346	,59128	,31401
QUA	,97022	,94133	,88265	,16826
CUB	,99484	,98970	,95881	,09969
EXP	,91738	,84158	,78877	,06743

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y33	LIN	,816	3	13,32	,036	2,4639	,0702		
Y33	LOG	,693	3	6,79	,080	1,9921	,5616		
Y33	QUA	,941	2	16,04	,059	3,0560	-,0874	,0075	
Y33	CUB	,990	1	32,03	,129	2,2043	,2540	-,0282	,0011
Y33	EXP	,842	3	15,94	,028	2,5381	,0213		

Model terbaiknya adalah $y = 2,5381\ e^{,0213\ x}$

Perbandingan pengujian model unsur C_u pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error
LIN	,91084	,82963	,77284	,00034
LOG	,86384	,74622	,66163	,00041
QUA	,94612	,89515	,79030	,00032
CUB	,99974	,99948	,99792	,00003
EXP	,91790	,84255	,79006	,02841

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y34	LIN	,830	3	14,61	,032	,0101	,0001		
Y34	LOG	,746	3	8,82	,059	,0094	,0008		
Y34	QUA	,895	2	8,54	,105	,0108	-6,E-05	7,8E-06	
Y34	CUB	,999	1	639,74	,029	,0090	,0007	-7,E-05	2,3E-06
Y34	EXP	,843	3	16,05	,028	,0102	,0090		

Model terbaiknya adalah $y = ,0090 + ,0007\ x\ -7,E-05\ x^2 + 2,3E-06\ x^3$

Perbandingan pengujian model unsur Z_n pada sedimen dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error
LIN	,96836	,93773	,91697	2,77139
LOG	,98798	,97610	,96813	1,71704
QUA	,97859	,95764	,91529	2,79936
CUB	,99361	,98726	,94903	2,17141
EXP	,96522	,93165	,90887	,01234

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y41	LIN	,938	3	45,18	,007	221,768	1,4725		
Y41	LOG	,976	3	122,51	,002	209,058	13,0470		
Y41	QUA	,958	2	22,61	,042	217,143	2,7034	-,0582	
Y41	CUB	,987	1	25,83	,143	204,095	,9350	-,6046	,0166
Y41	EXP	,932	3	40,89	,008	222,038	,0062		

Model terbaiknya adalah $y = 222{,}038\ e^{,0062\ x}$

Perbandingan pengujian model unsur Z_n pada kangkung dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,97637	,95330	,51259
LOG	,99881	,99763	,11556
QUA	,99631	,99263	,24937
CUB	,99945	,99889	,13657
EXP	,97324	,94720	,01366

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y42	LIN	,953	3	61,24	,004	36,9861	,3171		
Y42	LOG	,998	3	1260,90	,000	34,2325	2,8170		
Y42	QUA	,993	2	134,70	,007	35,5980	,6865	-,0175	
Y42	CUB	,999	1	301,31	,042	34,3163	1,2004	-,0711	,0016
Y42	EXP	,947	3	53,82	,005	37,0582	,0079		

Model terbaiknya adalah $y = 37{,}0582\ e^{,0079\ x}$

Perbandingan pengujian model unsur Z_n pada wader dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,97116	,94314	,13472
LOG	,90543	,81981	,23983
QUA	,99051	,98111	,09509
CUB	,99955	,99911	,02922
EXP	,97315	,94703	,03587

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y43	LIN	,943	3	49,76	,006	2,7994	,0751		
Y43	LOG	,820	3	13,65	,034	2,2789	,6083		
Y43	QUA	,981	2	51,95	,019	3,1243	-,0113	,0041	
Y43	CUB	,999	1	373,63	,038	3.6417	-,2188	,0258	-,0007
Y43	EXP	,947	3	53,63	,005	2,8644	,0208		

Model terbaiknya adalah $y = 2{,}8644\ e^{,0208\ x}$

Perbandingan pengujian model unsur Z_n pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,89356	,79844	,00049
LOG	,84158	,70826	,00059
QUA	,94013	,88384	,00045
CUB	,99993	,99986	,00002
EXP	,90280	,81504	,04064

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y44	LIN	,798	3	11,88	,041	,0098	,0001		
Y44	LOG	,708	3	7,28	,074	,0089	,0011		
Y44	QUA	,884	2	7,61	,116	,0108	-,0001	1,2E-05	
Y44	CUB	1,000	1	2321,22	,015	,0082	,0009	-9,E-05	3,2E-06
Y44	EXP	,815	3	13,22	,036	,0099	,0117		

Model terbaiknya adalah $y = ,0082 + ,0009\ x - 9{,}E\text{-}05\ x^2 + 3{,}2E\text{-}06\ x^3$

Perbandingan pengujian model unsur H_g pada sedimen dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,96973	,94037	,07333
LOG	,99310	,98624	,03523
QUA	,98709	,97434	,05892
CUB	,99708	,99416	,03975
EXP	,95690	,91565	,06215

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y51	LIN	,940	3	47,31	,006	1,0526	,0399		
Y51	LOG	,986	3	215,01	,001	,7055	,3546		
Y51	QUA	,974	2	37,97	,026	,8893	,0833	-,0021	
Y51	CUB	,994	1	56,74	,097	,6007	,1991	-,0141	,0004
Y51	EXP	,916	3	32,57	,011	1,0810	,0280		

Model terbaiknya adalah y = **,7055 + ,3546 log x**

Perbandingan pengujian model unsur H_g pada kangkung dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,98659	,97335	,00860
LOG	,96646	,93404	,01352
QUA	,98673	,97364	,01047
CUB	,98950	,97911	,01318
EXP	,98846	,97705	,05062

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y52	LIN	,973	3	109,58	,002	,0869	,0071		
Y52	LOG	,934	3	42,48	,007	,0311	,0605		
Y52	QUA	,974	2	36,94	,026	,0842	,0078	-3,E-05	
Y52	CUB	,979	1	15,62	,183	,1108	-,0028	,0011	-3,E-05
Y52	EXP	,977	3	127,71	,001	,0972	,0452		

Model terbaiknya adalah y = ,0869 + ,0071 x

Perbandingan pengujian model unsur H_g pada wader dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,98204	,96440	,11993
LOG	,95238	,90702	,19384
QUA	,98746	,97507	,12292
CUB	,99869	,99738	,05634
EXP	,98483	,96988	,05590

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y53	LIN	,964	3	81,28	,003	1,0975	,0855		
Y53	LOG	,907	3	29,26	,012	,4433	,7199		
Y53	QUA	,975	2	39,11	,025	1,2913	,0339	,0024	
Y53	CUB	,997	1	126,96	,065	,6430	,2938	-,0247	,0008
Y53	EXP	,970	3	96,61	,002	1,2258	,0434		

Model terbaiknya adalah $y = 1,2258\ e^{,0434\ x}$

Perbandingan pengujian model unsur H_g pada air dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

Mth	Multiple R	R Square	Standard Error
LIN	,96879	,93855	,00035
LOG	,90407	,81734	,00060
QUA	,99548	,99098	,00016
CUB	,99598	,99197	,00022
EXP	,97434	,94934	,02781

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y54	LIN	,939	3	45,82	,007	,0093	,0002		
Y54	LOG	,817	3	13,42	,035	,0080	,0015		
Y54	QUA	,991	2	109,88	,009	,0102	-7,E-05	1,2E-05	
Y54	CUB	,992	1	41,17	,114	,0105	-,0002	2,5E-05	-4,E-07
Y54	EXP	,949	3	56,22	,005	,0094	,0165		

Model terbaiknya adalah $y = ,0093 + ,0002\ x$

Lampiran 6

Pengujian model unsur C_r di air (data perkiraan dengan ekstrapolasi)
dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	logaritma,	kuadrat	kubik	eksponensial
Multiple R	,57394		,97317	1,00000	,59042
R Square	,32941		,94706	1,00000	,34860
Adjusted R Square	,16176		,91176	1,00000	,18575
Standard Error	,00129		,00042	,00000	,12941

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y24	LIN	,329	4	1,96	,234	,0119	-,0001		
12	Y24	LOG								
	Y24	QUA	,947	3	26,83	,012	,0105	,0005	-4,E-05	
	Y24	CUB	1,000	2	1,2E+15	,000	,0108	,0001	3,0E-05	-3,E-06
	Y24	EXP	,349	4	2,14	,217	,0120	-,0151		

Perbandingan pengujian model unsur C_u pada air
(data perkiraan dengan ekstrapolasi)
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	logaritma,	kuadrat	kubik	eksponensial
Multiple R	,57394		,97317	1,00000	,59699
R Square	,32941		,94706	1,00000	,35640
Adjusted R Square	,16176		,91176	1,00000	,19550
Standard Error	,00209		,00068	,00000	,19106

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y34	LIN	,329	4	1,96	,234	,0142	-,0002		
12	Y34	LOG								
	Y34	QUA	,947	3	26,83	,012	,0120	,0009	-7,E-05	
	Y34	CUB	1,000	2	1,3E+15	,000	,0124	,0002	4,9E-05	-5,E-06
	Y34	EXP	,356	4	2,22	,211	,0145	-,0227		

Lampiran 6

Pengujian model unsur C_r di air (data perkiraan dengan ekstrapolasi)
dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57394		,97317	1,00000	,59042
R Square	,32941		,94706	1,00000	,34860
Standard Error	,00129		,00042	,00000	,12941

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y24	LIN	,329	4	1,96	,234	,0119	-,0001		
12	Y24	LOG								
	Y24	QUA	,947	3	26,83	,012	,0105	,0005	-4,E-05	
	Y24	CUB	1,000	2	1,2E+15	,000	,0108	,0001	3,0E-05	-3,E-06
	Y24	EXP	,349	4	2,14	,217	,0120	-,0151		

Perbandingan pengujian model unsur C_u pada air
(data perkiraan dengan ekstrapolasi)
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57394		,97317	1,00000	,59699
R Square	,32941		,94706	1,00000	,35640
Standard Error	,00209		,00068	,00000	,19106

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y34	LIN	,329	4	1,96	,234	,0142	-,0002		
12	Y34	LOG								
	Y34	QUA	,947	3	26,83	,012	,0120	,0009	-7,E-05	
	Y34	CUB	1,000	2	1,3E+15	,000	,0124	,0002	4,9E-05	-5,E-06
	Y34	EXP	,356	4	2,22	,211	,0145	-,0227		

Perbandingan pengujian model unsur Z_n pada air
(data perkiraan dengan ekstrapolasi)
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57393		,97317	1,00000	,61086
R Square	,32940		,94707	1,00000	,37314
Standard Error	,00384		,00125	,00000	,35362

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y44	LIN	,329	4	1,96	,234	,0173	-,0004		
12	Y44	LOG								
	Y44	QUA	,947	3	26,84	,012	,0133	,0016	-,0001	
	Y44	CUB	1,000	2	1,5E+09	,000	,0141	,0004	8,9E-05	-1,E-05
	Y44	EXP	,373	4	2,38	,198	,0184	-,0435		

Perbandingan pengujian model unsur H_g pada air
(data perkiraan dengan ekstrapolasi)
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,56978		,96611	,99860	,58106
R Square	,32465		,93336	,99720	,33765
Standard Error	,00111		,00040	,00010	,09327

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y54	LIN	,325	4	1,92	,238	,0136	-,0001		
12	Y54	LOG								
	Y54	QUA	,933	3	21,01	,017	,0124	,0005	-4,E-05	
	Y54	CUB	,997	2	237,60	,004	,0127	6,5E-05	3,2E-05	-3,E-06
	Y54	EXP	,338	4	2,04	,226	,0136	-,0106		

Lampiran 7

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur A_s di air.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	0,034837	0,0232247	0,0116123	0	-0,011612	-0,023225
Tg θ_i^0	0,000608	0,000408	0,000203	0,000000	0,000203	0,000408
P_i	0,010264	0,011489	0,012705	0,012705	0,010273	0,004148

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur C_r di air.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	0,0154424	0,0102949	0,0051475	0	-0,005147	-0,010295
Tg θ_i^0	0,000269	0,000180	0,000090	0,000000	0,000090	0,000180
P_i	0,01078371	0,0113228	0,0118616	0,0118616	0,010784	0,0080885

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur C_u di air.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	0,0250703	0,0167136	0,0083568	0	-0,008357	-0,016714
Tg θ_i^0	0,000438	0,000292	0,000146	0,000000	0,000146	0,000292
P_i	0,012419	0,013295	0,014171	0,014171	0,012419	0,008039

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur Z_n di air.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	0,0460603	0,0307069	0,0153534	0	-0,015353	-0,030707
Tg θ_i^0	0,000804	0,000536	0,000268	0,000000	0,000268	0,000536
P_i	0,0140598	0,0156676	0,0172756	0,0172756	0,0140596	0,0060206

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur H_g di air.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	0,01071	0,00714	0,00357	0	-0,00357	-0,00714
Tg θ_i^0	0,000187	0,000165	0,000062	0,000000	0,000062	0,000165
P_i	0,0126534	0,0131484	0,0135204	0,0135204	0,0127764	0,0103014

Lampiran 8

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur A_s di sedimen.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	25,751095	17,167397	8,5836983	0	-8,583698	-17,1674
$Tg\ \theta_i^0$	0,681641	0,308928	0,151945	0,000000	0,151945	0,308928
P_i	35,875866	36,802650	37,714320	37,714320	35,890980	31,257060

Perbandingan pengujian model unsur A_s sedimen
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	logaritma,	kuadrat	kubik	eksponensial
Multiple R	,57375		,97283	,99999	,58229
R Square	,32919		,94640	,99999	,33906
Standard Error	2,20348		,71925	,01244	,06378

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y11	LIN	,329	4	1,96	,234	37,7208	-,2460		
12	Y11	LOG								
	Y11	QUA	,946	3	26,48	,012	35,4147	,9071	-,0769	
	Y11	CUB	1,000	2	62356,2	,000	35,8789	,2004	,0521	-,0057
	Y11	EXP	,339	4	2,05	,225	37,8137	-,0073		

Model yang paling sesuai untuk unsur A_s di sdimen adalah

$\hat{y} = 35,8789 + ,2004\ X + ,0521\ x^2 - ,0057\ x^3$

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur C_r di sedimen.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	40,327894	26,885263	13,442631	0	-13,44263	-26,88526
$Tg\ \theta_i^0$	0,848599	0,507006	0,239020	0,000000	0,239020	0,507006
P_i	116,246498	117,76752	119,20164	119,20164	116,3334	108,72831

Perbandingan pengujian model unsur C_r sedimen
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	logaritma,	kuadrat	kubik	eksponensial
Multiple R	,57318		,97192	,99993	,57743
R Square	,32854		,94464	,99987	,33343
Standard Error	3,57932		1,18678	,07128	,03136

Dependent	Mth	Rsq	d.f.		F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y21	LIN	,329	4	1,96	,234	119,239	-,3990		
12	Y21	LOG								
	Y21	QUA	,945	3	25,59	,013	115,498	1,4714	-,1247	
	Y21	CUB	1,000	2	5006,64	,000	116,263	,3067	,0878	-,0094
	Y21	EXP	,333	4	2,00	,230	119,311	-,0035		

Model yang paling sesuai untuk unsur C_r di sedimen adalah

$\hat{y} =$ 116,263 + ,3067 x + ,0878 x^2 - ,0094 x^3

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur C_u di sedimen.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	18,347135	12,231423	6,1157117	0	-6,115712	-12,23142
$Tg\ \theta_i^0$	0,331631	0,216782	0,107147	0,000000	0,107147	0,216782
P_i	36,049067	36,699413	37,342295	37,342295	36,056531	32,804801

Perbandingan pengujian model unsur C_u sedimen
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57318		,97192	,99993	,57743
R Square	,32854		,94464	,99987	,33343
Standard Error	3,57932		1,18678	,07128	,03136

Dependent	Mth	Rsq	d.f.		F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y31	LIN	,329	4	1,96	,234	37,3455	-,1729		
12	Y31	LOG								
	Y31	QUA	,947	3	26,59	,012	35,7250	,6374	-,0540	
	Y31	CUB	1,000	2	127790	,000	36,0506	,1418	,0364	-,0040
	Y31	EXP	,336	4	2,03	,228	37,3897	-,0050		

Model yang paling sesuai untuk unsur C_u di sedimen adalah

$\hat{y} =$ 36,0506 + ,1418 x + ,0364 x^2 - ,0040 x^3

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur Z_n di sedimen.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	80,713561	53,809041	26,90452	0	-26,90452	-53,80904
Tg θ_i^0	1,541078	1,366779	0,507428	0,000000	0,507428	1,366779
P_i	248,561062	252,6614	255,70597	255,70597	249,61683	229,11515

Perbandingan pengujian model unsur Z_n sedimen
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57381		,97293	1,00000	,57982
R Square	,32926		,94659	,99999	,33619
Standard Error	1,54815		,50442	,00611	,04405

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y41	LIN	,324	4	1,92	,238	256,158	-1,0130		
12	Y41	LOG								
	Y41	QUA	,933	3	20,79	,017	246,662	3,7354	-,3166	
	Y41	CUB	,997	2	220,20	,005	248,770	,5251	,2693	-,0260
	Y41	EXP	,330	4	1,97	,233	256,386	-,0042		

Model yang paling sesuai untuk unsur Z_n di sedimen adalah
$\hat{y} = 248,770 + ,5251\ x + ,2693\ x^2 - ,0260\ x^3$

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur H_g di sedimen.

	0	1	2	3	4
Δx_i	0	3	6	9	12
θ_i^0	0,4848	0,3232	0,1616	0	-0,1616
Tg θ_i^0	0,008462	0,005641	0,002821	0,000000	0,002821
P_i	1,152321	1,169244	1,186167	1,186167	1,152321

Perbandingan pengujian model unsur H_g sedimen
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57391		,97317	1,00000	,57885
R Square	,32938		,94706	1,00000	,33507
Standard Error	,04040		,01311	,00000	,03578

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y51	LIN	,329	4	1,96	,234	1,1862	-,0045		
12	Y51	LOG								
	Y51	QUA	,947	3	26,83	,012	1,1439	,0166	-,0014	
	Y51	CUB	1,000	2	2,0E+08	,000	1,1523	,0038	,0009	-,0001
	Y51	EXP	,335	4	2,02	,229	1,1871	-,0040		

Model yang paling sesuai untuk unsur H_g di sdimen adalah

$\hat{y} = 1,1523 + ,0038\ x + ,0009\ x^2 - ,0001\ x^3$

Obyek pada kangkung

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur A_s di kangkung

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	0,630228	0,420152	0,210076	0	-0,210076	-0,420152
$Tg\ \theta_i^0$	0,011000	0,007333	0,003667	0,000000	0,003667	0,007333
P_i	0,506200	0,528199	0,550201	0,550201	0,506197	0,396202

Perbandingan pengujian model unsur A_s kangkung
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kublk, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57395		,97317	1,00000	,58832
R Square	,32941		,94706	1,00000	,34612
Standard Error	,05252		,01704	,00000	,11111

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y12	LIN	,329	4	1,96	,234	,5502	-,0059		
12	Y12	LOG								
	Y12	QUA	,947	3	26,84	,012	,4952	,0216	-,0018	
	Y12	CUB	1,000	2	9,0E+08	,000	,5062	,0049	,0012	-,0001
	Y12	EXP	,346	4	2,12	,219	,5542	-,0129		

Model yang paling sesuai untuk unsur A_s di kangkung adalah

$\hat{y} = ,5062 + ,0049\ x + ,0012\ x^2 - ,0001\ x^3$

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur C_r di kangkung.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	6,955714	4,6371427	2,3185713	0	-2,318571	-4,637143
Tg θ_i^0	0,122000	0,081111	0,000038	0,000000	0,000038	0,081111
P_i	2,9674	3,210733	3,210961	3,210961	3,210505	1,99384

Perbandingan pengujian model unsur C_r kangkung
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,53460		,90646	,96576	,55732
R Square	,28580		,82166	,93270	,31061
Standard Error	,45994		,26539	,19967	,17703s

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y22	LIN	,286	4	1,60	,274	3,3151	-,0464		
12	Y22	LOG								
	Y22	QUA	,822	3	6,91	,075	2,8805	,1710	-,0145	
	Y22	CUB	,933	2	9,24	,099	3,0156	-,0348	,0231	-,0017
	Y22	EXP	,311	4	1,80	,251	3,3736	-,0189		

Model yang paling sesuai untuk unsur C_r di kangkung adalah
$\hat{y} = 3,0156 - ,0348\ x + ,0231\ x^2 - ,0017\ x^3$

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur C_u di kangkung.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	13,241708	8,8278053	4,4139027	0	-4,413903	-8,827805
Tg θ_i^0	0,235316	0,155305	0,077189	0,000000	0,077189	0,155305
P_i	11,152403	11,618318	12,081452	12,081452	11,155184	8,825609

Perbandingan pengujian model unsur C_u kangkung
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57386		,97305	1,00000	,58764
R Square	,32932		,94682	1,00000	,34532
Standard Error	1,11070		,36115	,00226	,10631

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y32	LIN	,329	4	1,96	,234	12,0827	-,1240		
12 Y32	LOG								
Y32	QUA	,947	3	26,70	,012	10,9198	,4574	-,0388	
Y32	CUB	1,000	2	479477	,000	11,1529	,1025	,0260	-,0029
Y32	EXP	,345	4	2,11	,220	12,1640	-,0123		

Model yang paling sesuai untuk unsur C_u di kangkung adalah

$\hat{y} = 11,1529 + ,1025\ x + ,0260\ x^2 - ,0029\ x^3$

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
MIPA

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur Z_n di air.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	18,676745	12,451163	6,2255817	0	-6,225582	-12,45116
Tg θ_i^0	0,338029	0,220801	0,109087	0,000000	0,109087	0,220801
P_i	54,111658	54,774061	55,428583	55,428583	54,119539	50,807524

Perbandingan pengujian model unsur Z_n kangkung
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57482		,96824	,99996	,58853
R Square	,33042		,93750	,99992	,34637
Standard Error	,00000		,00000	,00000	,10763

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
Y42	LIN	,330	4	1,97	,233	1,2E-05	-1,E-07		
12 Y42	LOG								
Y42	QUA	,937	3	22,50	,016	1,1E-05	4,6E-07	-4,E-08	
Y42	CUB	1,000	2	7909,33	,000	1,1E-05	6,9E-08	3,2E-08	-3,E-09
Y42	EXP	,346	4	2,12	,219	1,2E-05	-,0125		

Model yang paling sesuai untuk unsur Z_n di kangkung adalah

$\hat{y} = 1,1E-05 + 6,9E-08\ x + 3,2E-08\ x^2 - 3,E-09\ x^3$

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur H_g di kangkung.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	0,407366	0,2715773	0,1357887	0	-0,135789	-0,271577
Tg θ_i^0	0,007110	0,004739	0,002369	0,000000	0,002369	0,004739
P_i	0,216302	0,230519	0,244733	0,244733	0,216305	0,14522

Perbandingan pengujian model unsur H_g kangkung
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57394		,97317	1,00000	,59546
R Square	,32941		,94705	1,00000	,35457
Standard Error	,03394		,01101	,00000	,17602

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y52	LIN	,329	4	1,96	,234	,2447	-,0038		
12	Y52	LOG								
	Y52	QUA	,947	3	26,83	,012	,2092	,0140	-,0012	
	Y52	CUB	1,000	2	3,8E+08	,000	,2163	,0032	,0008	-9,E-05
	Y52	EXP	,355	4	2,20	,212	,2491	-,0208		

Model yang paling sesuai untuk unsur H_g di kangkung adalah

$\hat{y}$ = ,2163 + ,0032 x + ,0008 x^2 - 9,E-05 x^3

Obyek pengambilan pada Wader

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur A_s di wader.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
$s\theta_i^0$	6,695422	4,4636147	2,2318073	0	-2,231807	-4,463615
$Tg\ \theta_i^0$	0,117392	0,078063	0,038972	0,000000	0,038972	0,078063
P_i	1,629905	1,864094	2,097926	2,097926	1,630262	0,459317

Perbandingan pengujian model unsur A_s wader
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57392		,97314	1,00000	,62030
R Square	,32939		,94700	1,00000	,38477
Standard Error	,55890		,18143	,00029	,50893

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y13	LIN	,329	4	1,96	,234	2,0981	-,0624		
12	Y13	LOG								
	Y13	QUA	,947	3	26,80	,012	1,5129	,2302	-,0195	
	Y13	CUB	1,000	2	7432687	,000	1,6300	,0519	,0130	-,0014
	Y13	EXP	,385	4	2,50	,189	2,3751	-,0641		

Model yang paling sesuai untuk unsur A_s di wader adalah

$\hat{y} = 1,6300 + ,0519\ x + ,0130\ x^2 - ,0014\ x^3$

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur C_r di wader.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
$s\theta_i^0$	3,386129	2,2574193	1,1287097	0	-1,12871	-2,257419
$Tg\ \theta_i^0$	0,059168	0,039420	0,019702	0,000000	0,019702	0,039420
P_i	3,629909	3,7481681	3,8663801	3,8663801	3,6299561	3,0386606

Perbandingan pengujian model unsur C_r wader
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57394		,97316	1,00000	,58477
R Square	,32941		,94704	1,00000	,34196
Standard Error	,28231		,09161	,00004	,08167

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y23	LIN	,329	4	1,96	,234	3,8664	-,0315		
12	Y23	LOG								
	Y23	QUA	,947	3	26,82	,012	3,5708	,1163	-,0099	
	Y23	CUB	1,000	2	9,4E+07	,000	3,6299	,0263	,0066	-,0007
	Y23	EXP	,342	4	2,08	,223	3,8819	-,0094		

Model yang paling sesuai untuk unsur C_r di wader adalah

$\hat{y} = 3,6299 + ,0263\ x + ,0066\ x^2 - ,0007\ x^3$

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur C_u di wader.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	4,554621	3,036414	1,518207	0	-1,518207	-3,036414
$Tg\ \theta_i^0$	0,079661	0,053045	0,026501	0,000000	0,026501	0,053045
P_i	3,739963	3,899098	4,058104	4,058104	3,740092	2,944417

Perbandingan pengujian model unsur C_r wader
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57394		,97315	1,00000	,58801
R Square	,32940		,94703	1,00000	,34575
Standard Error	,37985		,12327	,00011	,10857

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y33	LIN	,329	4	1,96	,234	4,0582	-,0424		
12	Y33	LOG								
	Y33	QUA	,947	3	26,82	,012	3,6604	,1564	-,0133	
	Y33	CUB	1,000	2	2,5E+07	,000	3,7400	,0353	,0088	-,0010
	Y33	EXP	,346	4	2,11	,220	4,0866	-,0126		

Model yang paling sesuai untuk unsur C_r di wader adalah

$\hat{y} = 3,7400 + ,0353\ x + ,0088\ x^2 - ,0010\ x^3$

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur Z_n di wader.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	4,972034	3,3146893	1,6573447	0	-1,657345	-3,314689
Tg θ_i^0	0,086997	0,057917	0,028934	0,000000	0,028934	0,057917
P_i	4,182541	4,356292	4,529896	4,529896	4,182688	3,313933

Perbandingan pengujian model unsur Z_n wader
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,57393		,97315	1,00000	,58768
R Square	,32940		,94702	1,00000	,34536
Standard Error	,41474		,13460	,00012	,10580

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y43	LIN	,329	4	1,96	,234	4,5300	-,0463		
12	Y43	LOG								
	Y43	QUA	,947	3	26,81	,012	4,0957	,1708	-,0145	
	Y43	CUB	1,000	2	2,4E+07	,000	4,1826	,0386	,0097	-,0011
	Y43	EXP	,345	4	2,11	,220	4,5602	-,0122		

Model yang paling sesuai untuk unsur Z_n di wader adalah
$\hat{y} = 4,1826 + ,0386\ x + ,0097\ x^2 - ,0011\ x^3$

Perkiraan data dengan teknik ekstrapolasi
Unsur H_g di wader.

	0	1	2	3	4	5
Δx_i	0	3	6	9	12	15
θ_i^0	6,089751	4,059834	2,029917	0	-2,029917	-4,059834
Tg θ_i^0	0,106688	0,070976	0,003544	0,000000	0,003544	0,070976
P_i	2,720331	2,933259	2,9545254	2,9545254	2,9119926	1,8473526

Perbandingan pengujian model unsur H_g wader
Dengan uji linier, uji logaritma, uji kuadrat, uji kubik, dan uji eksponensial

	jenis uji				
	linier	**logaritma,**	**kuadrat**	**kubik**	**eksponensial**
Multiple R	,54198		,91897	,97367	,56281
R Square	,29375		,84451	,94804	,31675
Standard Error	,41039		,22235	,15742	,17175

	Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
	Y53	LIN	,294	4	1,66	,267	3,0367	-,0422		
12	Y53	LOG								
	Y53	QUA	,845	3	8,15	,061	2,6412	,1555	-,0132	
	Y53	CUB	,948	2	12,16	,077	2,7584	-,0227	,0194	-,0014
	Y53	EXP	,317	4	1,85	,245	3,0878	-,0186		

Model yang paling sesuai untuk unsur H_g di wader adalah

$\hat{y} = 2,7584 - ,0227\ x + ,0194\ x^2 - ,0014\ x^3$