

MODEL PREDIKSI PENURUNAN Fe DALAM AIR MENGGUNAKAN METODE CASCADE

Haris Kadarusman, Nawan Prianto, Agus Sutopo, Amrul Hasan

Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Tanjungkarang
Korespondensi Email : hariskadarusman15@gmail.com

ABSTRACT : PREDICTION MODEL OF Fe REDUCTION IN WATER USING CASCADE METHOD

Background: Step-shaped cascades are recognized as the most effective in reducing Fe in water compared to flat or wavy cascades. However, previous studies have only been limited to identifying the optimal cascade shape and have not yet reached the development of a predictive model for Fe reduction using this cascade method.

Objective: Developing a predictive model for the reduction of Fe in water using a cascade made of layered wood coated with plastic/rubber, with water flow diameters using hoses/pipes of 3/16 inch, 5/16 inch, and 7/16 inch.

Method: The type of study is an experiment, using 75 water samples taken from dug wells or hand pump wells, which were channeled through the cascade. The dependent variable was the reduction of Fe after aeration through the cascade, while the independent variables were water flow rate, water pH, water temperature, dissolved oxygen, and Fe content in the water before aeration. The data were analyzed using multiple linear regression. This study did not measure or observe humidity, air temperature, and oxygen content in the air because it was conducted in an environment with consistent conditions.

Results: A candidate model was obtained consisting of four main variables, i.e. water flow rate 1 and water flow rate 2, water pH, dissolved oxygen, and initial Fe. There were two interaction variables, i.e. the interaction between water flow rate and Fe before aeration, and the interaction between dissolved oxygen and Fe before aeration. Diagnostic results regarding assumption fulfillment indicated that the candidate model satisfies the assumptions of multiple linear regression; however, collinearity diagnostics revealed the presence of collinearity symptoms within the model. However, since the model was intended for prediction, therefore collinearity is not a serious issue. The model reliability test yielded a Shrinkage value of 0.21 or 21%, which means that the candidate model is sufficiently reliable to be established as a predictive model for the reduction of Fe in water using the cascade method.

Conclusion: The mathematical function equation obtained for Fe reduction as the final result of the study is: $-695 + (-0.166 \times \text{flow rate } 3.7 \text{ l/min}) + (-0.334 \times (\text{flow rate } 1.06 \text{ l/min}) + 0.329 \times (\text{water pH}) + (-0.108 \times \text{dissolved oxygen})) + (-0.664 \times \text{initial Fe})) + 0.142 \times (\text{flow rate } 1 \times \text{initial Fe}) + 0.588 \times (\text{flow rate } 2 \times \text{initial Fe}) + 0.134 \times (\text{dissolved oxygen} \times \text{initial Fe})$.

Keywords: prediction model, Fe reduction, cascade method

ABSTRAK

Latar Belakang : Cascade bentuk anak tangga diketahui sebagai yang terbaik dalam menurunkan Fe dalam air dibandingkan bentuk Cascade datar atau bergelombang, namun penelitian terdahulu hanya terbatas mengetahui bentuk cascade terbaik, tidak sampai memperoleh model prediksi penurunan Fe dalam air menggunakan metode cascade.

Tujuan : Tujuan penelitian ini adalah dapat menghasilkan model prediksi penurunan Fe dalam air menggunakan cascade dengan bahan kayu berlapis plastik/karet dengan diameter aliran air menggunakan selang/pipa 3/16 inchi, 5/16 inchi dan 7/16 inchi.

Metodologi : Jenis Penelitian adalah eksperimen dengan menggunakan 75 buah sampel air yang berasal dari sumur gali atau sumur pompa tangan kemudian dialirkan melalui cascade. Variabel Dependen adalah penurunan Fe setelah aerasi melalui Cascade dan Variabel Independen adalah Debit air, Derajat Keasaman Air, Suhu Air, Oksigen Terlarut dan Kandungan Fe dalam Air sebelum aerasi, kemudian dianalisis menggunakan Regresi Linier Ganda. Didalam penelitian ini tidak melakukan pengukuran/ pengamatan terhadap kelembaban, suhu udara dan kandungan oksigen di udara karena dilakukan pada ruang dengan kondisi yang sama.

Hasil : Dari hasil penelitian diperoleh kandidat model yang berisi empat variabel dasar yaitu variabel Debit 1 dan debit 2, Derajat Keasaman, Oksigen Terlarut dan Fe Awal serta dua variabel interaksi yaitu interaksi antara

Debit Air dan Fe sebelum aerasi serta Interaksi antara Oksigen Terlarut dengan Fe sebelum aerasi. Hasil diagnostik pemenuhan asumsi menyatakan bahwa kandidat model dapat memenuhi asumsi-asumsi regresi linier ganda namun dari diagnostik kolinearitas diketahui terdapat gejala kolinearitas dalam model, tetapi karena model bertujuan untuk prediksi maka masalah kolinearitas bukan merupakan masalah serius. Uji reliabilitas Model memberikan hasil nilai Shrinkage = 0,21 atau = 21 %, dengan demikian kandidat model cukup reliabel untuk ditetapkan sebagai model prediksi penurunan Fe Dalam Air menggunakan Metode *cascade*.

Kesimpulan : Persamaan fungsi matematis Penurunan Fe yang diperoleh sebagai hasil akhir dari penelitian adalah:

$$\text{Penurunan Fe} = - 695 + (- 0,166 \times \text{debit 1}) + (- 0,334 \times (\text{Debit 2}) + 0,329 (\text{pH Air}) + (-0,108 \times \text{Oksigen Terlarut})) + (-0,664 \times \text{Fe Awal}) + 0,142 \times (\text{Debit1} \times \text{Fe Awal}) + 0,588 \times (\text{Debit 2} \times \text{Fe Awal}) + 0,134 \times (\text{Oksigen Terlarut} \times \text{Fe Awal}).$$

Kata Kunci : Model Prediksi, Penurunan Fe, Cascade,

PENDAHULUAN

Penelitian terdahulu memperoleh hasil bahwa *Cascade* anak tangga diketahui sebagai yang terbaik dalam menurunkan Fe dalam air dibandingkan *Cascade* datar atau bergelombang, namun penelitian terdahulu hanya terbatas mengetahui bentuk *cascade* terbaik berdasarkan besarnya penurunan Fe setelah air dialirkan melalui *cascade* dan tidak sampai memperoleh model prediksi penurunan Fe dalam air menggunakan metode *cascade*. Penelitian ini merupakan lanjutan penelitian sebelumnya

METODOLOGI

Jenis penelitian adalah eksperimen, yaitu melakukan aerasi dengan cara mengalirkan air diatas permukaan *cascade* bentuk tangga dengan ukuran *cascade* sebagai berikut :

1. Konstruksi *cascade* terbuat dari besi siku 3 cm
2. Permukaan *cascade* terbuat dari tripplek 5 mm dilapisi karpet talang
3. Sudut kemiringan 30°
4. Panjang sisi miring *cascade* 3 m
5. Tinggi efektif *cascade* 1,5 m
6. Tinggi tiap anak tangga 10 cm
7. Lebar tiap anak tangga 17,3 cm
8. Panjang anak tangga 50 cm
9. Air dialirkan melalui pipa (selang) berdiameter 3/16 inchi, 5/16 inchi dan 7/16 inchi

Sampel penelitian berjumlah 75 sampel air yang berasal dari sumber air di Kelurahan Jagabaya Bandar Lampung.

Variabel utama dalam penelitian ini adalah :

1. Fe Awal (Fe sebelum aerasi)
2. Debit Air 1
3. Debit Air 2
4. Suhu Air
5. pH Air
6. Oxygen terlarut

Variabel lain yang ikut dianalisis adalah variable interaksi antar seluruh variable utama sebanyak 14 variabel. Analisa data dilakukan secara univariat untuk menggambarkan kondisi sampel, bivariate menggunakan regresi linier sederhana sebagai seleksi variable, selanjutnya analisis Multy variat dengan Regresi Linier Ganda dan Analisis Diagnostik Model Prediksi Rgeresi linier ganda.

HASIL PENELITIAN

Keterbatasan dari penelitian ini adalah tidak dilakukannya pengukuran kelembaban dan oksigen diudara yang dapat mempengaruhi jalannya aerasi. Keterbatasan lainnya adalah model porediksi ini tidak dapat digeneralisasi untuk semua aerasi, Model prediksi ini hanya dapat digunakan untuk penurunan Fe dengan cara aerasi menggunakan *Cascade* tangga.

Kandungan Fe pada sampel sebelum aerasi berkisar antara 1,25 mg/L – 4,28 mg/L dengan pH berkisar antara 6,0 – 8,64. Seluruh variable independen berdistribusi normal, hanya variable dependen berdistribusi tidak normal. Untuk menormalkan distribusi variable deppenden dilakukan dengan membuang pencilan dengan nilai penurunan Fe yang paling ekstrim dan pada akhirnya sampel yang digunakan sebanyak 74 sampel.

Hasil analisis Bi Variat adalah sebagai berikut :

Tabel 1
Hasil Bi Variat Regresi Libnier Sederhana

Variabel	P _{Value}	R
Debit Air	0,000	-0,622
pH	0,001	0,359
Suhu	0,279	-
Oksigen Terlarut	0,015	0,236
Fe Awal	0,196	-

Dari hasil uji 5 (lima) variabel utama terdapat 3 (tiga) variabel berhubungan secara linier, yaitu variabel Debit Air ($P_{\text{Value}} = 0,000$), pH air ($P_{\text{Value}} = 0,001$) dan Oksigen terlarut ($P_{\text{Value}} = 0,015$), sedangkan 2 (dua) variabel lainnya tidak berhubungan, yaitu variabel Fe awal ($P_{\text{Value}} = 0,0279$) dan Suhu Air ($P_{\text{Value}} = 0,196$).

Dari ketiga variabel yang berhubungan hanya variabel debit air yang hubungannya kuat, sedangkan dua variabel lainnya hubungannya lemah dan hubungan variabel debit air ini adalah linier negatif, artinya semakin kecil debit air maka semakin besar penurunan Fe.

Dari hasil uji Regresi Linier Sederhana, Variabel yang menjadi kandidat dianalisis dengan Regresi Linier Ganda dengan hasil sebagai berikut :
Penurunan Fe = $- 695 + (- 0,166 \times \text{debit } 1) + (- 0,334 \times (\text{Debit } 2) + 0,329 (\text{pH Air}) + (-0,108 \times \text{Oksigen Terlarut}) + (-0,664 \times \text{Fe Awal}) + 0,142 \times (\text{Debit } 1 \times \text{Fe Awal}) + 0,588 \times (\text{Debit } 2 \times \text{Fe Awal}) + 0,134 \times (\text{Oksigen Terlarut} \times \text{Fe Awal})$.

Persamaan matematis ini dilakukan diagnostik Regresi Linier Ganda untuk mengetahui apakah model tersebut benar-benar layak untuk dijadikan model prediksi penurunan Fe menggunakan metode cascade.

Diagnostik Pemenuhan Asumsi

Dari hasil diagnostik pemenuhan asumsi ternyata seluruh asumsi regresi linier ganda dapat terpenuhi oleh kandidat model, tidak adanya pola dari sebaran residu (Error) regresi disekitar titik nol pada Scatterplot residu regresi menunjukkan bahwa varians variabel Penurunan Fe homogen terhadap setiap nilai variabel independen.

Asumsi Residu dari model merupakan variabel acak (existence) juga terpenuhi dengan adanya nilai minimum (- 0,6020) dan maksimum (0,7285) dari residu dengan rata-rata nilai residu sama dengan nol, sedangkan asumsi bahwa variabel independen saling bebas dipenuhi oleh nilai uji Durbin-Watson yang berada diantara nilai - 2 sampai + 2 yaitu nilai Durbin-Watson = 1,621 dengan demikian variabel-variabel independen yang ada dalam model diketahui tidak saling mempunyai ketergantungan satu dengan lainnya.

Asumsi bahwa hubungan yang terjadi antara variabel independen dalam model dengan variabel dependen adalah linier juga terpenuhi dengan hasil uji F_{Overall} yang memiliki $P_{\text{Value}} = 0,000$ dan nilai $F_{\text{Overall}} = 42,197$ dan asumsi terakhir adalah residu regresi berdistribusi normal juga terpenuhi dengan melihat Scatterplot Normal P-P Plot Residu Regresi yang menggambarkan sebaran residu mengikuti

garis diagonal yang menunjukkan bahwa residu regresi berdistribusi normal

Dengan terpenuhinya asumsi-asumsi regresi linier ganda maka kandidat model dapat memenuhi syarat sebagai model untuk memprediksi penurunan Fe dalam Air menggunakan metode Cascade.

Diagnostik Efek Pengamatan

Dari diagnostik efek pengamatan diketahui bahwa terdapat pencilan pada kelompok variabel independen (Leverage = 0,314) dan apabila pencilan tersebut dihilangkan tidak memberikan efek terhadap nilai β (Cookdistance = 0,264), namun demikian dalam penelitian ini pencilan pada kelompok variabel independen tersebut tidak dihilangkan (tetap dimbiarkan sebagai kasus) dengan pertimbangan bahwa secara teoritis nilai-nilai variabel independen pada populasi sangat bervariasi, sebagai contoh nilai Fe Awal pada populasi dapat berkisar antara 0,1 mg/L - 50 mg/L sehingga nilai pencilan pada kelompok variabel independen tetap diperlukan untuk mewakili variasi yang terdapat dalam populasi.

Diagnostik Kolinearitas

Diagnostik kolinearitas yang dilakukan dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) dari setiap variabel dan ternyata hanya satu variabel dalam model yang memiliki $VIF < 10$ sementara variabel lainnya memiliki $VIF > 10$ sehingga diduga terdapat gejala kolinearitas, namun karena model yang dihasilkan adalah model untuk prediksi bukan untuk melakukan estimasi, maka gejala kolinearitas pada variabel dalam model bukan menjadi sesuatu yang perlu dipermasalahkan karena variabel yang layak masuk dalam model merupakan satu kesatuan yang secara bersama-sama digunakan untuk memprediksi.

Reliabilitas Model

Dari hasil uji reliabilitas model diperoleh nilai Shrinkage = 0,2. Model dikatakan reliabel bila nilai Shrinkage $< 0,1$ dan dikatakan tidak reliabel bila nilai Shrinkage $> 0,9$, karena $0,9 > \text{Shrinkage} > 0,1$ maka model dapat dikatakan cukup reliabel untuk memprediksi penurunan Fe dengan menggunakan metode cascade dengan kriteria cascade yang sama dengan yang digunakan dalam penelitian.

Model Prediksi

Setelah dilakukan diagnostik regresi linier ganda terhadap kandidat model dan diagnostik yang dilakukan dapat terpenuhi dan dari hasil uji reliabilitas model ternyata kandidat model cukup

reliabel maka kandidat model selanjutnya ditetapkan menjadi Model Prediksi Penurunan Fe dalam Air menggunakan Metode cascade dengan persamaan fungsi matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Penurunan Fe} = & - 695 + (- 0,166(\text{debit } 3,7 \text{ L/menit})) \\ & + (- 0,334(\text{Debit } 1,06 \text{ L/menit})) + \\ & 0,329 (\text{pH Air}) + (-0,108 \\ & (\text{Oksigen Terlarut})) + (-0,664 \\ & (\text{Fe Awal})) + 0,142(\text{Debit } 1 * \text{Fe} \\ & \text{Awal}) + 0,588(\text{Debit } 2 * \text{Fe} \\ & \text{Awal}) + 0,134 (\text{Oksigen Terlarut} * \text{Fe} \\ & \text{Awal}). \end{aligned}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, Adang, et al, 2000 *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Program Pascasarjana IKM FKMUI, Depok
- Bordens, Kenneth S & Abbot, Bruce B, 1996, *Research Design And Methods : A Process Approach, Third Edition*, May Field Publishing Company, Toronto.
- Box, George EP & Hunter, William G, 1978, *Statistic For Experimental*, John Wiley & Sons, Toronto
- Burr, Irving W, 1976, *Statistical Quality Control methods*, Marcell Dekker Inc, New York
- Degreemont, 1979, *Water Treatment Hand Book*, John Wiley & Sons, Toronto
- Elwood, J Mark, 2000, *Critical Apraisal of Epidemiological Studies And Clinical Trials*, Second edition, Oxford University Press, New York
- G.A.F Seber, 1977, *Linier Regression Analysis*, John Wiley & Sons, New York
- Gehm, Herry & Bregman, Jacob I, 1976, *Hand Book Of Water resources And Pollution Control*, Von Nostrand reinhold Company, Melbourne
- Grant, Eugene L, & Levenworth, Richard S, 1980, *Statistical Quality Control*, Mc Graww Hill Book Company, Toronto
- Hastono, Sutanto Priyo, 2001, *Modul Analisis Data*, FKM-UI Depok
- J Supranto, 1994, *Statistik, Teori dan Aplikasi*, Jilid 2, Erlangga, jakarta
- Kachigan, Sam Kash, 1991, *Multivariate Statistical Analysis*, Radius Press, New York
- Kleinbum-Kupper-Muller, 1988, *Applied Regression Analysis And Other Multivariabel Methods*, Second Edition, PWS-Kent Publishing Company, Boston.
- Mathess, Georg, 1982, *The Properties Of Ground Water*, John Wiley & Sons, Toronto
- Nursanyoto, Hertog, 2001, *Analisis Model Hubungan Antara Matriks HEALTH Dan Kejadian Hyperkolesterolemia di Kodya Denpasar*, Tesis, FKM-UI, Depok
- Portney, Leslie Gross, Watkins, Marry P, 2000, *Foundations Of Clinical Research*, Second Edition, Prendtice Hall Health, New Jersey
- Prasetyo, Sabarinah, 1988/ 1999, *Bahan Ajar Aplikasi Regresi Linier*, PSIKM FKMUI, Depok
- Snoeyink, Vernon L & Jenkins, David, 1980, *Water Chemistry*, John Wilkey & Sons, Toronto
- Steel, Robert GD & Torrie, James H, 1993, *Prinsip Dan Prosedur Statistika*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Sudjana, 1992, *Teknik Analisa Regresi Dan Korelasi Bagi Para peneliti*, Tarsito, Bandung
- Suriawiria, Unus, 1996, *Air dalam kehidupan Dan Lingkungan*, Alumni, Bandung
- Suryani, Heni, 2001, *Penurunan Kadar Zat besi (Fe) Pada Air Sumur gali dengan Sistem Cascade Bertangga Di hanura Kecamatan padang cermin Lampung Selatan Tahun 2001* Skripsi, AKL Tanjungkarang, Bandar Lampung
- The American Water Working Association, 1971, *Water Quality And treatment And Distribution*, Mc Graww Hill Company, New York
- Walker, Roger, 1978, *Water Supply, Treatment And Distribution*, Practice Hall Inc, New Jersey
- Wright, Forest B, 1977, *Rural Water Supply And Sanitation*, Publishing Company Huntington, New York
- Wiyono, et al, 1981, *Laporan penelitian Pengaruh bentuk cascade Dalam proses Aewrasi terhadap Penurunan Kadar Zat besi (Fe) Dalam Air Sumur di Kecamatan Kedaton Kabupaten lampung Selatan*, SPPH Tanjungkarang, Bandar Lampung.