



EKSPLORASI DAN ANALISIS REGRESI LOGISTIK TERHADAP KONDISI SUNGAI TERCEMAR LIMBAH DI DESA/KELURAHAN PROVINSI DKI JAKARTA INDONESIA

Septian Rahardiantoro¹⁾

Yusma Yanti²⁾

¹⁾Departemen Statistika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor

²⁾Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Pakuan Bogor

e-mail: septianrahardiantoro@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

DKI Jakarta Province has the largest population density in Indonesia, which is at risk of environmental problems in its rivers. Around 52.5% of villages where rivers flow through were polluted by waste. This research aimed to explore the condition of polluted rivers and identify the factors that are suspected to influence it by using Potensi Desa (Podes) 2018 data (Badan Pusat Statistik, 2018). The data exploration was conducted by presenting some plots and statistical summaries, with the result obtained was the majority of waste sources were from households. Furthermore, logistic regression analysis and the stepwise method were implemented to identify factors in terms of environmental conditions, river transfer function, and socio-economic conditions of villages that affect the river polluted by waste. As a result, the influenced factors provided were the existence of a river transfer function and the number of poor households in the high category. Furthermore, the factor of river maintenance can be used as an indicator that rivers in villages of DKI Jakarta are polluted by waste.

Keywords: logistic regression, Jakarta's River, river exploration, waste polluted river

ABSTRAK

Provinsi DKI Jakarta memiliki kepadatan penduduk terbesar di Indonesia yang riskan dengan permasalahan lingkungan, salah satunya di sungai-sungainya. Sekitar 52.5% desa/kelurahan yang dilalui sungai memiliki kondisi sungai tercemar limbah. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan eksplorasi kondisi sungai tercemar limbah yang disertai dengan identifikasi faktor-faktor yang diduga memengaruhinya berdasarkan data Potensi Desa (Podes) tahun 2018 (Badan Pusat Statistik, 2018). Eksplorasi data dilakukan dengan membuat plot tebaran dan ringkasan statistik, dengan hasil yang diperoleh adalah mayoritas sumber limbah berasal dari limbah rumah tangga. Selanjutnya, analisis regresi logistik beserta metode *stepwise* dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dari segi kondisi lingkungan, alih fungsi, serta kondisi sosial ekonomi desa/kelurahan yang memengaruhi kondisi sungai tercemar limbah. Hasilnya, faktor yang memengaruhi sungai tercemar limbah meliputi adanya fungsi alih sungai dan banyaknya rumah tangga miskin dengan kategori tinggi. Selain itu, faktor adanya perawatan sungai dapat digunakan sebagai indikator bahwa sungai di desa/kelurahan di DKI Jakarta tercemar limbah.

Kata Kunci: eksplorasi sungai, regresi logistik, sungai di Jakarta, sungai tercemar limbah

Provinsi DKI Jakarta memiliki luas wilayah 664.01 km², yang terdiri dari enam kabupaten/kota (Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta, 2022). Secara geografis, wilayah DKI Jakarta terdapat 110 buah pulau yang terpusat di Kabupaten Kepulauan Seribu, dengan wilayah daratan utama terletak di bagian barat laut Pulau Jawa. Sebagai ibukota negara Indonesia, DKI Jakarta memiliki kondisi

geografis yang strategis yang menjadikan tujuan nomor satu bagi sebagian besar penduduk Indonesia dalam menjalankan roda perekonomian. Oleh karenanya, banyak warga yang pindah dan menetap di DKI Jakarta. Berdasarkan data terakhir, Provinsi DKI Jakarta memiliki kepadatan penduduk tertinggi jika dibandingkan dengan provinsi-provinsi lainnya, yaitu sebanyak 15,978 penduduk per km² (Badan Pusat Statistik, 2022). Hal ini tentunya dapat memberikan dampak buruk terhadap kelestarian lingkungan, mengingat wilayah daratan utama DKI Jakarta terdapat sekitar 27 buah sungai/ saluran/ kanal (Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta, 2022).

Berdasarkan data hasil Survei Potensi Desa (Podes) tahun 2018, dari 267 desa/kelurahan yang ada di DKI Jakarta terdapat 83.5% diantaranya yang dilalui sungai. Selain itu, berdasarkan sumber data yang sama diperoleh informasi bahwa 52.5% sungai-sungai pada desa/kelurahan tersebut tercemar limbah (Badan Pusat Statistik, 2018). Pada penelitian sebelumnya, beberapa sungai di DKI Jakarta memiliki status tercemar dengan level menengah, seperti pada sungai Pesanggrahan (Djoharam et al., 2018) dan sungai Sunter (Martinus et al., 2018). Kondisi ini sangat mengkhawatirkan karena diduga memiliki dampak negatif bagi kesehatan (Resosudarmo, 2003; Kospa & Rahmadi, 2019; Apriyadi et al., 2021). Setidaknya terdapat 191,652 kasus diare di DKI Jakarta, dengan 32.7% terjadi pada balita dan sisanya 67.3% terjadi pada usia di atas lima tahun (Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta, 2020). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi sungai yang tercemar limbah yang disertai dengan identifikasi faktor-faktor yang diduga memengaruhi sungai-sungai di DKI Jakarta tercemar limbah dengan menggunakan data Podes 2018.

Penelitian ini diawali dengan melakukan eksplorasi kondisi sungai yang terdapat di desa/kelurahan di DKI Jakarta berdasarkan data Podes 2018. Eksplorasi yang dilakukan meliputi deskripsi lokasi wilayah desa/kelurahan mana saja dengan kondisi sungai tercemar limbah, uraian statistik mengenai sumber limbah sungai, serta deskripsi kondisi pembuangan sampah di sungai yang terjadi. Hal ini diharapkan mampu memberikan gambaran kondisi sungai di desa/kelurahan di DKI Jakarta dan mampu memberikan informasi yang berguna bagi pemerintah dalam upaya pencegahan dan penanggulangan limbah di sungai.

Selanjutnya, analisis regresi logistik diterapkan dalam upaya pengidentifikasian faktor-faktor yang diduga memengaruhi sungai-sungai di desa/kelurahan di DKI Jakarta tercemar limbah. Analisis ini dipilih dikarenakan sangat berguna dalam pemodelan data lingkungan, seperti pada penelitian Rahardiantoro et al., (2019) tentang pemodelan untuk prediksi data gangguan spektrum autisme (*autistic spectrum disorder*), Pathak et al., (2020) tentang identifikasi peubah berpengaruh pada kasus tuberkulosis, dan Adiat et al., (2020) tentang pemodelan untuk prediksi kerentanan air tanah di pertambangan emas. Praktiknya, analisis regresi logistik diterapkan dengan perangkat lunak R (Hilbe, 2015), dengan peubah tak bebas yang digunakan adalah kondisi sungai tercemar atau tidak tercemar. Terdapat lima peubah bebas yang berskala kategorik diterapkan dalam pemodelan ini. Kemudian diterapkan proses *stepwise* (Hastie TJ & Pregibon D, 1992) untuk pemilihan peubah-peubah bebas yang membentuk model optimum dengan AIC terkecil. Peubah bebas terpilih inilah yang selanjutnya diinterpretasikan terkait pengaruhnya terhadap kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan di DKI Jakarta.

METODE

Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang bersumber dari data Podes 2018 (Badan Pusat Statistik, 2018). Secara umum terdapat dua bagian penggunaan data Podes 2018 sesuai dengan dua tujuan pada penelitian ini, yang diuraikan sebagai berikut.

- a. Data eksplorasi kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan di DKI Jakarta
Unit pengamatan pada data yang digunakan adalah desa/kelurahan di DKI Jakarta pada wilayah daratan utama DKI Jakarta, yaitu sebanyak 261 desa/kelurahan. Peubah yang digunakan semuanya berskala kategorik, yang disajikan pada Tabel 1, dengan kolom keterangan menyatakan label katagori pada setiap peubahnya.

Tabel 1. Peubah yang digunakan untuk eksplorasi kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan di DKI Jakarta

Peubah	Keterangan Kategori
Keberadaan sungai	0 = tidak ada; 1 = ada
Kondisi sungai	0 = tidak tercemar limbah; 1 = tercemar limbah
Sumber limbah	0 = rumah tangga; 1 = pabrik/industri; 2 = lainnya
Lokasi sumber limbah	0 = dalam desa; 1 = luar desa; 2 = dalam dan luar desa
Buang sampah di sungai	0 = tidak; 1 = iya

- b. Data analisis regresi logistik kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan di DKI Jakarta
Pada bagian ini, unit pengamatan pada data yang digunakan adalah desa/kelurahan di DKI Jakarta yang dilalui sungai, sehingga terdapat 223 desa/kelurahan sebagai pengamatannya. Peubah tak bebasnya merupakan kondisi sungai apakah tercemar limbah, dengan peubah bebasnya merupakan faktor-faktor yang diduga memengaruhi peubah tak bebas dari segi kondisi lingkungan, alih fungsi, serta kondisi sosial ekonomi desa/kelurahan tersebut. Tabel 2 menyajikan daftar peubah-peubah yang digunakan dalam analisis regresi logistik ini. Kolom keterangan pada Tabel 2 ini menyatakan label kategori pada setiap peubah. Kategori 0 pada semua peubah (X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , dan X_5) dipilih sebagai kategori referensi dalam pembuatan peubah *dummy* untuk analisis regresi logistik.

Tabel 2. Peubah yang digunakan untuk analisis regresi logistik kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan di DKI Jakarta

Kode	Peubah	Keterangan Kategori (k)
Y	Kondisi sungai	0 = tidak tercemar limbah; 1 = tercemar limbah
X_1	Keberadaaan permukiman di bantaran sungai	0 = tidak ada; 1 = ada
X_2	Sungai digunakan fungsi lainnya	0 = tidak; 1 = iya
X_3	Kategori banyak rumah tangga miskin	0 = rendah; 1 = sedang; 2 = tinggi
X_4	Adanya perawatan sungai	0 = tidak ada; 1 = ada
X_5	Adanya lokasi buang sampah selain di tempat sampah	0 = tidak ada; 1 = ada

Ringkasnya, terdapat lima peubah bebas yang digunakan dalam proses analisis regresi logistik ini. Peubah X_1 menyatakan ada tidaknya permukiman warga di bantaran sungai pada desa/kelurahan di DKI Jakarta. Peubah X_2 mengindikasikan ada tidaknya fungsi lain untuk sungai, seperti untuk kebutuhan sehari-hari (mandi, cuci, minum), irigasi, pariwisata, perikanan, transportasi, pembangkit listrik, industri, dan lainnya. Kedua peubah tersebut juga disinyalir memberikan dampak pada pencemaran sungai, sesuai dengan penelitian oleh Djoharam et al., 2018. Peubah X_3 berisi kategori desa/kelurahan berdasarkan banyaknya rumah tangga miskin pada tahun 2017, dengan kategori rendah terdapat < 1000 rumah tangga miskin, kategori sedang terdapat 1000 hingga < 3000 rumah tangga miskin, dan kategori tinggi ketika terdapat ≥ 3000 rumah tangga miskin. Indikator yang digunakan untuk menyatakan rumah tangga miskin adalah rumah tangga yang memiliki SKTM (Surat Keterangan Tidak Mampu). Peubah X_4 berisi ada tidaknya perawatan pada sungai. Peubah X_5 menyatakan ada tidaknya lokasi selain tempat sampah yang digunakan masyarakat di desa/kelurahan tersebut sebagai lokasi buang sampah. Peubah ini dinilai mampu memberikan gambaran kondisi sungai tercemar yang disebabkan sampah yang dibuang pada lokasi selain tempat sampah yang disediakan.

Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis data kuantitatif yang terbagi menjadi dua bagian yaitu analisis deskripsi dan eksplorasi, dan analisis regresi logistik. Metode analisis data yang digunakan tersebut sesuai dengan dua tujuan pada penelitian ini, yang penjelasannya diuraikan sebagai berikut.

- a. Analisis deskripsi dan eksplorasi kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan di DKI Jakarta
Pada bagian ini akan disajikan beberapa plot dan grafik terkait peubah-peubah yang digunakan (tertera pada Tabel 1). Deskripsi dalam bentuk peta dilakukan pada peubah keberadaan sungai dan kondisi sungai. Selanjutnya, peubah sumber limbah disajikan dalam bentuk diagram batang, dan lokasi sumber limbah disajikan dalam bentuk diagram lingkaran. Peubah terkait pembuangan sampah di sungai akan disajikan nilai proporsinya. Pada setiap sajian yang ditampilkan akan diberikan interpretasi yang mencerminkan kondisinya tersebut.
- b. Analisis regresi logistik kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan di DKI Jakarta
Terdapat tiga proses yang dilakukan pada bagian ini, yaitu deskripsi peubah, analisis regresi logistik untuk semua peubah bebas, dan proses *stepwise* untuk pemilihan peubah bebas yang memengaruhi peubah tak bebas, dengan uraian sebagai berikut.
 - i) Deskripsi peubah
Proses deskripsi peubah dilakukan dengan membuat diagram batang antara setiap peubah bebas dengan peubah tak bebasnya. Hal ini dilakukan untuk melihat tebaran frekuensi masing-masing kategori pada peubah bebas terhadap kategori di peubah tak bebasnya, sehingga dapat diinterpretasikan dengan mudah sesuai dengan kondisinya.
 - ii) Analisis regresi logistik awal
Regresi logistik digunakan ketika peubah tak bebas pada data yang ingin dimodelkan memiliki skala kategorik (Hilbe, 2015). Analisis regresi logistik awal ini dilakukan terhadap semua peubah bebas yang dapat dituliskan pada model di bawah ini.

$$\text{logit}(E(Y_i|X_i)) = \text{logit}(p_i) = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_{1,k}X_{1i,k} + \dots + \beta_{5,k}X_{5i,k} + \varepsilon_i \quad (1)$$

dengan p_i merupakan peluang sungai tercemar untuk pengamatan ke- i , $i = 1, 2, \dots, n$, β_0 merupakan koefisien untuk intersep, $\beta_{j,k}$ merupakan koefisien peubah bebas ke- j , $j = 1, \dots, 5$ untuk kategori *dummy* k , $X_{ji,k}$ merupakan peubah bebas ke- j untuk pengamatan ke- i dan kategori *dummy* k , dan ε_i merupakan galat ke- i . Terkait koefisien peubah bebas $\beta_{j,k}$ berdasarkan Tabel 2, maka terdapat enam koefisien, yakni $\beta_{1,1}$ untuk koefisien peubah keberadaan permukiman di bantaran sungai (X_1) dengan kategori 1 (ada), $\beta_{2,1}$ untuk koefisien peubah sungai digunakan fungsi lainnya (X_2) dengan kategori 1 (iya), $\beta_{3,1}$ untuk koefisien peubah kategori banyak rumah tangga miskin (X_3) dengan kategori 1 (sedang), $\beta_{3,2}$ untuk koefisien peubah kategori banyak rumah tangga miskin (X_3) dengan kategori 2 (tinggi), $\beta_{4,1}$ untuk koefisien peubah adanya perawatan sungai (X_4) dengan kategori 1 (ada), dan $\beta_{5,1}$ untuk koefisien peubah adanya lokasi buang sampah selain di tempat sampah (X_5) dengan kategori 1 (ada).

Selanjutnya, dilakukan uji hipotesis secara parsial terhadap setiap koefisien model tersebut dengan menggunakan uji Wald untuk mengetahui peubah bebas mana saja yang memengaruhi peubah tak bebasnya secara signifikan. Hipotesis dan statistik uji dari uji Wald disajikan pada bagian di bawah ini.

$H_0: \beta_{j,k} = 0$ (peubah bebas ke- j untuk kategori *dummy* k tidak berpengaruh)

$H_1: \beta_{j,k} \neq 0$ (peubah bebas ke- j untuk kategori *dummy* k berpengaruh)

$$\text{Statistik uji: } W = \frac{\hat{\beta}_{j,k}}{SE(\hat{\beta}_{j,k})}, \quad (2)$$

dengan $\hat{\beta}_{j,k}$ menyatakan dugaan koefisien peubah bebas ke- j untuk kategori *dummy* k dan $SE(\hat{\beta}_{j,k})$ menyatakan galat baku bagi dugaan koefisien peubah bebas ke- j untuk kategori *dummy* k tersebut. Kesimpulan akan tolak H_0 untuk taraf nyata α , apabila $W^2 > \chi^2_{(\alpha,1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

Selain itu, dilakukan juga uji hipotesis secara simultan dengan menggunakan uji-G untuk mengetahui kebaikan (kelayakan) model yang dibentuk (Hosmer DW & Lemeshow S, 2000), dengan hipotesis dan statistik ujinya disajikan pada bagian di bawah ini.

H_0 : model layak

H_1 : model tidak layak

$$\text{Statistik uji: } G = \sum_r^R \frac{(O_r - n_r \bar{p}_r)^2}{n_r \bar{p}_r (1 - \bar{p}_r)}, \quad (3)$$

dengan O_r menyatakan banyaknya pengamatan yang diamati di kelompok ke- r , n_r menyatakan banyaknya keseluruhan pengamatan di kelompok ke- r , \bar{p}_r menyatakan rata-rata prediksi peluang di kelompok ke- r , dan R adalah banyak kelompok yang dalam penelitian ini digunakan $R = 10$. Kesimpulan akan tolak H_0 untuk taraf nyata α , apabila $G > \chi^2_{(\alpha, R-2)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

iii) *Stepwise* dan analisis regresi logistik akhir

Proses selanjutnya diterapkannya metode *stepwise* yang merupakan kombinasi dari teknik seleksi peubah maju (*forward*) dan mundur (*backward*) (Hastie TJ & Pregibon D, 1992). Teknisnya, metode *stepwise* dilakukan dengan memasukkan dan menyisihkan peubah bebas hingga diperoleh model dengan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) terkecil. Rumus AIC ditampilkan sebagai berikut (Akaike, 1972)

$$AIC = 2k - 2\ln(\hat{L}), \quad (4)$$

dengan k adalah banyaknya koefisien yang terdapat dalam model ($k = 7$) dan \hat{L} merupakan nilai maksimum dari fungsi *likelihood* untuk model.

Akibatnya, analisis regresi logistik akhir dilakukan terhadap peubah-peubah bebas yang terpilih tersebut dengan disertai uji hipotesis simultan dan parsial. Berdasarkan hasil ini, dijelaskan interpretasi terhadap nilai rasio *odds* setiap peubah bebas terpilih yang signifikan sebagai hasil faktor yang memengaruhi kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan DKI Jakarta. Perhitungan rasio *odds* dapat diperoleh melalui persamaan di bawah ini.

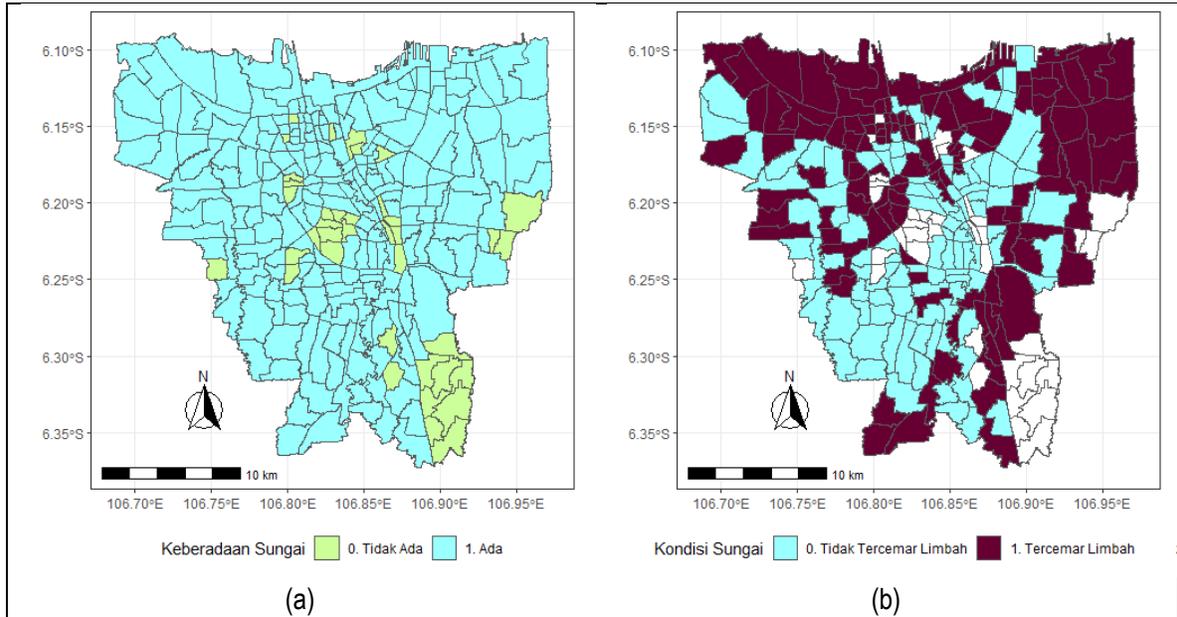
$$\text{Rasio odds} = \exp(\hat{\beta}_{j,k}) \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

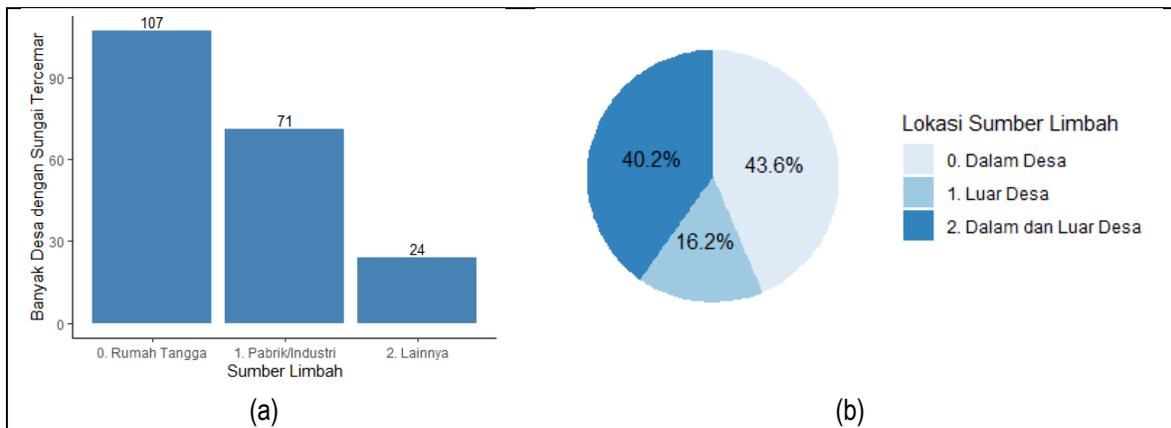
Eksplorasi kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan di DKI Jakarta

Eksplorasi ini dilakukan berdasarkan data Podes 2018 dengan peubah-peubah yang tertera pada Tabel 1. Peta tebaran keberadaan sungai di desa/kelurahan pada daratan utama DKI Jakarta disajikan pada Gambar 1(a), dan peta tebaran desa/kelurahan berdasarkan kondisinya disajikan pada Gambar 1(b). Berdasarkan Gambar 1(a), mayoritas desa/kelurahan di daratan utama DKI Jakarta dilalui sungai. Hanya beberapa desa/kelurahan di Jakarta Timur dan Jakarta Pusat yang tidak ada sungai. Kondisi sungai yang tercemar limbah mayoritas terletak di Jakarta Utara, Jakarta Timur, serta beberapa desa/kelurahan di sebelah utara Jakarta Barat dan Jakarta Pusat (Gambar 1(b)).

Gambar 2(a) menampilkan diagram batang banyaknya desa/kelurahan dengan sungai tercemar berdasarkan sumber limbahnya. Berdasarkan gambar tersebut, mayoritas sumber limbah pada sungai-sungai yang terdapat di desa/kelurahan di DKI Jakarta berasal dari limbah rumah tangga, yakni pada sungai di 107 desa/kelurahan. Sumber limbah terbanyak kedua adalah limbah dari pabrik/ industri, yang terjadi di sungai-sungai pada 71 desa/kelurahan di DKI Jakarta. Terdapat 24 desa/kelurahan yang limbah di sungainya berasal dari sumber lainnya. Berdasarkan Gambar 2(b), dapat diketahui bahwa mayoritas sumber limbah berasal dari dalam desa/kelurahan itu sendiri, sehingga pola hidup masyarakat di sekitar sungai sangatlah berperan besar pada kondisi sungai yang tercemar limbah yang selaras dengan penelitian oleh Kospa & Rahmadi (2019). Hanya sebesar 16.2% sumber limbah di sungai-sungai berlokasi di luar desa/kelurahannya.

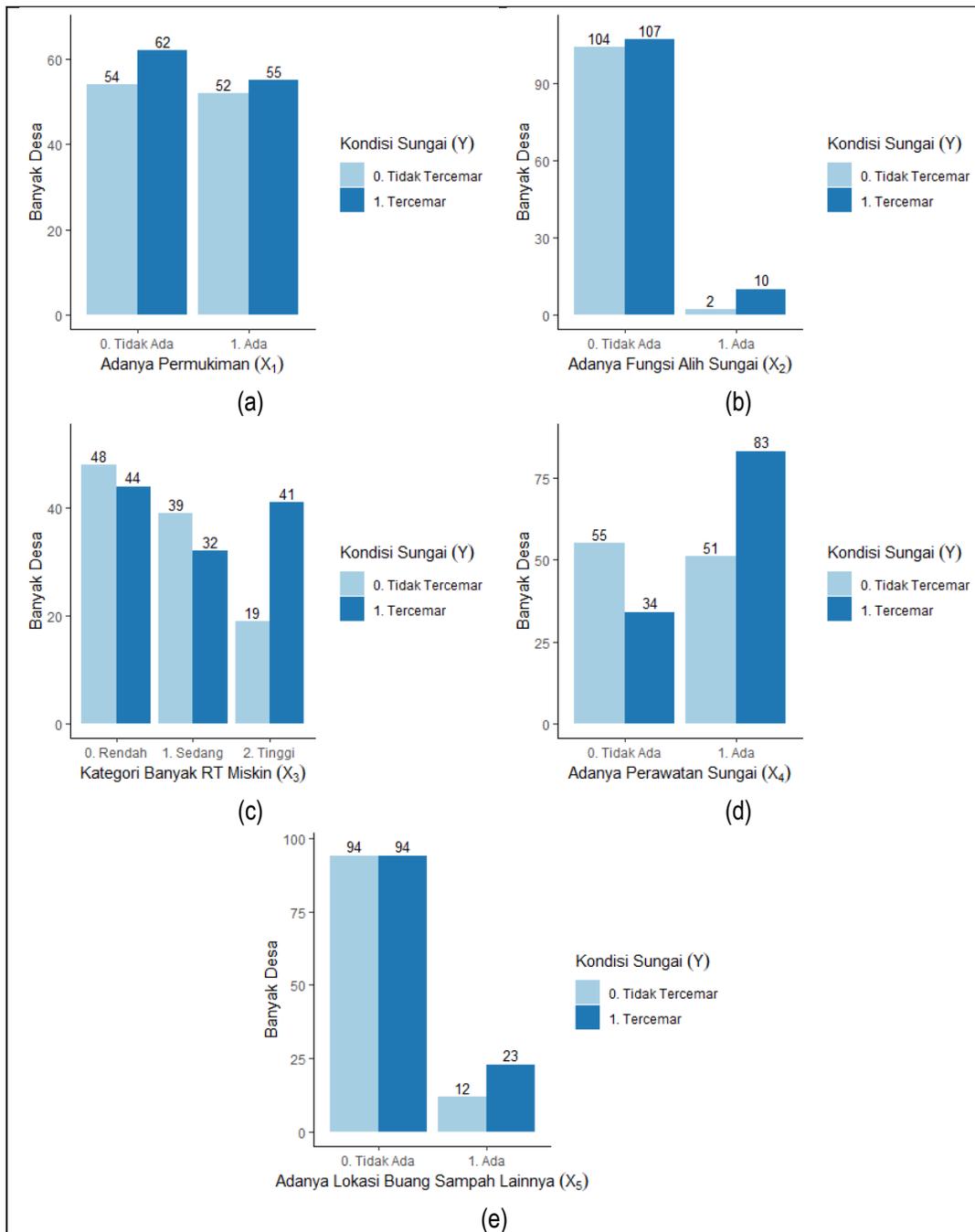


Gambar 1. Peta tebaran desa/kelurahan di daratan utama DKI Jakarta terhadap (a) keberadaan sungai dan (b) kondisi sungai berdasarkan data Podes 2018



Gambar 2. (a) Diagram batang banyak desa/kelurahan dengan sungai tercemar berdasarkan sumber limbahnya dan (b) diagram lingkaran lokasi sumber limbahnya berdasarkan data Podes 2018

Lebih lanjut, perlu juga dikaji mengenai kebiasaan masyarakat sekitar sungai dalam hal membuang sampahnya ke sungai. Berdasarkan data Podes 2018 ini, dapat diketahui bahwa terdapat 20 desa/kelurahan di DKI Jakarta yang masyarakatnya masih menjadikan sungai sebagai lokasi pembuangan sampahnya. Hal ini tentunya sangat memprihatinkan mengingat 82% desa/kelurahan di DKI Jakarta memiliki dan secara aktif menggunakan tempat pembuangan sampah sementara yang sudah disediakan oleh pemerintah. Kedepannya, kesadaran masyarakat dalam hal ini sangat perlu ditingkatkan untuk menjaga kelestarian sungai-sungai di DKI Jakarta.



Gambar 3. Diagram batang banyak desa/kelurahan berdasarkan kondisi sungai (Y) dengan: (a) adanya permukiman (X_1); (b) adanya fungsi alih sungai (X_2); (c) ketegori banyak RT miskin (X_3); (d) adanya perawatan sungai (X_4); (e) adanya lokasi buang sampah lainnya (X_5)

Regresi logistik kondisi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan di DKI Jakarta

a. Deskripsi peubah

Gambar 3 menampilkan diagram batang setiap peubah bebas terhadap peubah tak bebas yang digunakan untuk analisis regresi logistik. Pada Gambar 3(a) menampilkan banyaknya desa/kelurahan berdasarkan ada tidaknya permukiman di bantaran sungai terhadap kondisi tercemarnya sungai. Dapat dilihat bahwa banyaknya desa/kelurahan dengan ada atau tidaknya permukiman di bantaran sungai memiliki frekuensi yang hampir sama terhadap kondisi tercemar atau tidaknya sungai. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya permukiman di bantaran sungai tidak berkontribusi secara langsung terhadap kondisi sungai tercemar limbah. Pada Gambar 3(b), banyaknya desa/kelurahan yang menerapkan fungsi alih sungai, mayoritas kondisi sungainya tercemar limbah, meskipun hanya terdapat 10 dari 12 desa/kelurahan yang menerapkan fungsi alih sungai ini. Berdasarkan Gambar 3(c), desa/kelurahan dengan rumah tangga miskin berkategori tinggi memiliki frekuensi yang sangat besar pada kondisi sungai tercemar limbah jika dibandingkan dengan kondisi sungai tidak tercemar. Sedangkan, pada kategori lainnya, umumnya desa/kelurahan memiliki sungai yang tidak tercemar limbah. Hal menarik ditemukan pada Gambar 3(d), yakni adanya perawatan sungai di desa/kelurahan mengindikasikan bahwa mayoritas desa/kelurahan tersebut memiliki kondisi sungai yang tercemar limbah. Terakhir, pada Gambar 3(e), adanya lokasi lainnya dalam pembuangan sampah dapat memicu sungai tercemar limbah, yakni terjadi pada 23 dari 35 desa/kelurahan dengan kondisi sungai tercemar limbah.

b. Analisis regresi logistik awal

Tabel 3 menampilkan nilai dugaan koefisien setiap peubah bebas yang digunakan dalam analisis regresi logistik awal, beserta nilai *p-value*-nya untuk uji Wald. Berdasarkan hasil ini, peubah bebas yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peubah tak bebas adalah peubah adanya fungsi alih sungai (X_2), peubah kategori banyak RT miskin (X_3) untuk kategori tinggi, dan peubah adanya perawatan sungai (X_4). Lebih lanjut, pada uji kelayakan model dengan uji-G diperoleh nilai statistik-G sebesar 5.029 dengan nilai *p-value* sebesar 0.7545 yang menandakan bahwa hipotesis model sudah layak dapat diterima. Analisis regresi logistik awal ini memiliki nilai AIC sebesar 296.74.

Tabel 3. Nilai dugaan dan *p-value* uji Wald koefisien regresi logistik model awal

Koefisien	Nilai Dugaan	<i>p-value</i>
β_0	-0.777	0.020*
$\beta_{1,1}$	-0.062	0.830
$\beta_{2,1}$	1.436	0.074*
$\beta_{3,1}$	-0.006	0.987
$\beta_{3,2}$	0.825	0.023*
$\beta_{4,1}$	0.897	0.002*
$\beta_{5,1}$	0.588	0.143

*Nilai *p-value* uji Wald signifikan pada taraf nyata 0.1.

c. *Stepwise* dan analisis regresi logistik akhir

Selanjutnya diterapkan metode *stepwise* dalam upaya pemilihan model yang memiliki nilai AIC terkecil, dengan hasil nilai dugaan koefisien peubah terpilih beserta *p-value* uji Wald tertera pada Tabel 4. Berdasarkan tabel tersebut diperoleh peubah bebas signifikan yang sama dengan model awal, yaitu peubah adanya fungsi alih sungai (X_2), peubah kategori banyak RT miskin (X_3) untuk kategori tinggi, dan peubah adanya perawatan sungai (X_4). Peubah kategori banyak RT miskin (X_3) untuk kategori sedang diperoleh hasil yang tidak signifikan, yang berarti bahwa banyaknya RT miskin dengan kategori sedang tidak memberikan dampak terhadap tercemarnya sungai-sungai di DKI Jakarta.

Pemodelan yang terbentuk juga sudah layak berdasarkan nilai statistik-G sebesar 2.550 dengan nilai *p-value* sebesar 0.9593. AIC yang dihasilkan lebih baik dari model awal yaitu sebesar 294.79. Oleh karenanya, hasil nilai dugaan regresi logistik akhir inilah yang digunakan untuk menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi sungai tercemar limbah di desa/kelurahan DKI Jakarta.

Tabel 4. Nilai dugaan dan *p-value* uji Wald koefisien regresi logistik akhir hasil proses *stepwise*

Koefisien	Nilai Dugaan	<i>p-value</i>
β_0	-0.811	0.006*
$\beta_{2,1}$	1.436	0.075*
$\beta_{3,1}$	-0.001	0.999
$\beta_{3,2}$	0.825	0.023*
$\beta_{4,1}$	0.903	0.002*
$\beta_{5,1}$	0.585	0.145

*Nilai *p-value* uji Wald signifikan pada taraf nyata 0.1.

Persamaan regresi logistik proses pemodelan akhir dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{logit} (E(\hat{Y}_i|X_i)) &= \text{logit}(\hat{p}_i) = \ln \left(\frac{\hat{p}_i}{1 - \hat{p}_i} \right) \\ &= -0.811 + 1.436X_{2i,1} + (-0.001)X_{3i,1} + 0.825X_{3i,2} + 0.903X_{4i,1} \\ &\quad + 0.585X_{5i,1} \end{aligned}$$

Tabel 5. Nilai rasio *odds* koefisien pada peubah signifikan di model akhir

Koefisien	Rasio <i>odds</i>
$\beta_{2,1}$	4.2
$\beta_{3,2}$	2.3
$\beta_{4,1}$	2.5

Detailnya, selain koefisien intersep β_0 , terdapat tiga buah nilai dugaan koefisien peubah bebas yang signifikan yaitu nilai dugaan $\beta_{2,1}$, $\beta_{3,2}$, dan $\beta_{4,1}$. Nilai rasio *odds* dari ketiga koefisien tersebut ditampilkan pada Tabel 5. Interpretasi rasio *odds* pada Tabel 5 tersebut dapat diuraikan sebagai berikut, dengan mengsumsikan kondisi peubah lainnya konstan.

- i. Adanya fungsi alih sungai membuat peluang risiko sungai tercemar limbah 4.2 kali lebih besar dibandingkan dengan tidak adanya fungsi alih sungai.
- ii. Desa/kelurahan dengan kategori tinggi pada banyaknya rumah tangga miskin memiliki peluang risiko sungai tercemar limbah 2.3 kali lebih besar jika dibandingkan dengan desa/kelurahan dengan kategori rendah.
- iii. Adanya perawatan sungai pada desa/kelurahan mengindikasikan ditemukan sungai tercemar limbah dengan peluang 2.5 kali lebih besar dibandingkan dengan desa/kelurahan tanpa adanya perawatan sungai.

Terkhusus untuk interpretasi pada peubah adanya perawatan sungai (X_4), adanya perawatan sungai tidak menyebabkan sungai tersebut tercemar limbah, namun adanya perawatan sungai inilah yang mengindikasikan bahwa sungai tersebut tercemar limbah. Oleh karenanya, peubah X_4 dapat berperan sebagai peubah indikator bahwa suatu sungai di desa/kelurahan DKI Jakarta tercemar limbah.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sebesar 52.5% desa/kabupaten di DKI Jakarta yang dilalui sungai memiliki kondisi tercemar limbah, dengan mayoritas sumber limbah berasal dari limbah rumah tangga. Mayoritas lokasi sumber limbah juga berasal dari dalam desa/kelurahan yang mengindikasikan masyarakat di sekitar sungai memiliki peran yang penting dalam kondisi sungai tercemar limbah. Lebih lanjut, model regresi logistik optimum diperoleh dengan peubah bebas yang signifikan dalam memengaruhi kondisi sungai tercemar adalah ada tidaknya fungsi alih sungai dan banyaknya rumah tangga miskin dengan kategori tinggi. Selain itu, peubah adanya perawatan sungai dapat digunakan sebagai indikator bahwa sungai di desa/kelurahan tersebut tercemar limbah.

SARAN

Pada penelitian selanjutnya, dapat dikaji dengan menggunakan sumber data yang lebih beragam untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Selain itu, pemanfaatan data deret waktu juga dapat menunjang hasil yang lebih lengkap dan menyeluruh.

REFERENSI

- Adiat, K. A. N., Akeredolu, B. E., Akinlalu, A. A., & Olayanju, G. M. (2020). Application of logistic regression analysis in prediction of groundwater vulnerability in gold mining environment: a case of Ilesa gold mining area, southwestern, Nigeria. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(9), 577. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08532-7>
- Akaike, H. (1972). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. *Proc. 2nd Int. Symp. Information Theory Supp. to Problems of Control and Informalioin Theory*, 267–281.
- Apriyadi, R., Winugroho, T., Widana, I., & Subiyanto, A. (2021). Potential health disaster risks due to Ciliwung River Water quality in DKI Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 886(1), 012094. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/886/1/012094>
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Data Potensi Desa tahun 2018*.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Indonesia 2022*.
- Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta. (2022). *Provinsi DKI Jakarta dalam Angka 2022*.
- Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta. (2020). *Profil Kesehatan DKI Jakarta tahun 2020*.

- Djoharam, V., Riani, E., & Yani, M. (2018). Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 127–133. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.127-133>
- Hastie TJ, & Pregibon D. (1992). *Generalized linear models*. Wadsworth & Brooks/Cole.
- Hilbe, J. (2015). *Practical Guide to Logistic Regression*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Hosmer DW, & Lemeshow S. (2000). *Applied Logistic Regression*. John Wiley and Sons.
- Kospa, H. S. D., & Rahmadi, R. (2019). Pengaruh Perilaku Masyarakat Terhadap Kualitas Air di Sungai Sekanak Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 212. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.212-221>
- Martinus, Y., Astono, W., & Hendrawan, D. (2018). Water quality study of Sunter River in Jakarta, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 106, 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/106/1/012022>
- Pathak, A. K., Sharma, M., Katiyar, S. K., Katiyar, S., & Nagar, P. K. (2020). Logistic regression analysis of environmental and other variables and incidences of tuberculosis in respiratory patients. *Scientific Reports*, 10(1), 21843. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79023-5>
- Rahardiantoro, S., Kurnia, A., Raharjo, M., & Yanti, Y. (2019). An alternative approach in predictive modeling using model averaging scheme for logistic regression case (case study: application in class prediction of autistic spectrum disorder data). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 299(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/299/1/012039>
- Resosudarmo, B. P. (2003). River water pollution in Indonesia: an input-output analysis. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 2(1), 62. <https://doi.org/10.1504/IJESD.2003.002363>