



TESIS - SS14 2501

**ESTIMASI PARAMETER REGRESI KUANTIL PADA KASUS DEMAM  
BERDARAH *DENGUE* DI KOTA SURABAYA**

ABDUL MALIK BALAMI  
NRP. 1315201022

DOSEN PEMBIMBING :  
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si.  
R. Mohamad Atok, M.Si, Ph.D

PROGRAM MAGISTER  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017



THESIS - SS14 2501

**PARAMETERS ESTIMATION OF QUANTILE REGRESSION IN  
DENGUE FEVER CASE IN SURABAYA**

ABDUL MALIK BALAMI  
NRP. 1315201022

SUPERVISOR :  
Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si.  
R. Mohamad Atok, M.Si, Ph.D

MASTER PROGRAM  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCE  
INSTITUTE OF TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017

**ESTIMASI PARAMETER REGRESI KUANTIL PADA KASUS DEMAM  
BERDARAH *DENGUE* DI KOTA SURABAYA**

Disusun untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Magister Sains (M.Si)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

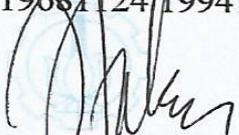
Oleh :  
**ABDUL MALIK BALAMI**  
NRP. 1315 2010 22

Tanggal Ujian : 11 Juli 2017  
Periode Wisuda : September 2017

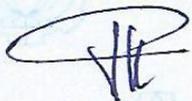
Disetujui Oleh :

  
1. Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si  
NIP. 19681124199412 1 001

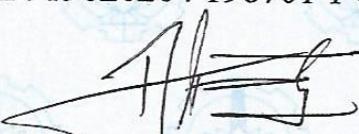
(Pembimbing I)

  
2. R. Mohamad Atok, M.Si, Ph.D  
NIP 19710915 199702 1 001

(Pembimbing II)

  
3. Dr. Purhadi, M.Sc  
NIP. 19620204 198701 1 001

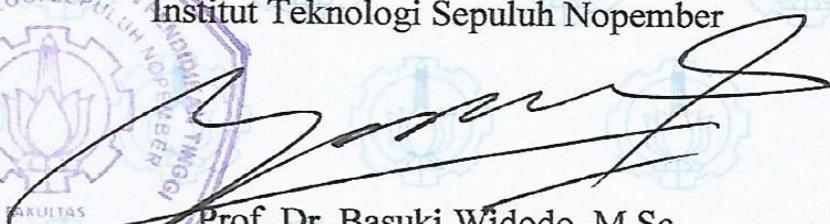
(Penguji I)

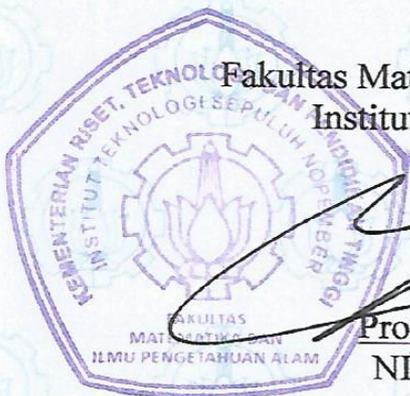
  
4. Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo, M.Si  
NIP. 19831204 200812 1 002

(Penguji II)

Dekan

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

  
Prof. Dr. Basuki Widodo, M.Sc  
NIP. 19650605 198903 1 002



## ESTIMASI PARAMETER REGRESI KUANTIL PADA KASUS DEMAM BERDARAH *DENGUE* DI KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Abdul Malik Balami  
NRP : 1315201022  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si  
2. R. Mohamad Atok, M.Si, Ph.D

### ABSTRAK

Metode regresi kuantil merupakan perluasan model regresi pada kuantil bersyarat dimana distribusi kuantil bersyarat dari variabel respon dinyatakan sebagai fungsi dari kovariat yang diamati. Estimasi parameter regresi kuantil didapatkan dengan metode pemrograman linier diantaranya menggunakan algoritma simpleks, *interior-point*, dan *smoothing*. Penelitian ini mengkaji dan memodelkan Regresi Kuantil pada kasus DBD di Kota Surabaya. Estimasi regresi kuantil diperoleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 40% pada kuantil 0,95. Lebih lanjut diperoleh hasil bahwa faktor utama penyebab penyebaran DBD di Kota Surabaya adalah faktor persentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti*, faktor rasio tenaga medis, faktor rasio sarana kesehatan dan faktor persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat.

**Kata kunci:** Estimasi Parameter, Pemrograman Linier, Algoritma Simpleks, Regresi Kuantil, Demam Berdarah *Dengue*

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## PARAMETERS ESTIMATION OF QUANTILE REGRESSION IN DENGUE FEVER CASE IN SURABAYA

Name : Abdul Malik Balami  
NRP : 1315201022  
Supervisors : 1. Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si  
2. R. Mohamad Atok, M.Si, Ph.D

### ABSTRACT

Quantile regression is an extension of regression model of conditional quantile which is the distribution of conditional quantile from a response variable is stated as function of an observed covariates. Parameter estimation of quantile regression is obtained through linear programming method such as simplex algorithm, interior-point, and smoothing. This research is modeling quantile regression in dengue fever in Surabaya. In the modeling, it is acquired 40% of coefficient determination ( $R^2$ ) in quantile 0.95. Furthermore, it is revealed that the main factors of the spread of dengue fever in Surabaya are the percentage of houses free of *Aedes Aegypti* mosquito larvae, medical health ratio factor, health facility ratio factor and percentage factor of household that has healthy waste bin.

Keywords : parameter estimation, linear programming, simplex algorithm, quantile regression, dengue fever

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, puji syukur dan sujud kehadiran Allah SWT, karena hanya atas izin dan kuasa-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Estimasi Parameter Regresi Kuantil pada Kasus Demam Berdarah *Dengue* di Kota Surabaya”.

Tesis ini tidak mungkin selesai tanpa bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang ikhlas dan tulus kepada semua yang telah ikut memberikan dukungan, bantuan, baik moril maupun spiritual dalam menyelesaikan tesis ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan ini ditujukan kepada :

1. Bapak. Dr. Bambang Widjanarko Otok M.Si, selaku dosen pembimbing I, atas segala ilmu dan pembelajaran hidupnya, sangat berarti dalam membentuk pribadi yang lebih baik dan tenang.
2. Bapak. R. Mohamad Atok, M.Si, Ph.D, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktu di tengah kesibukannya untuk memberikan bimbingan, dukungan dan perhatian kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak. Dr. Purnadi, M.Sc dan Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo, M.Si, selaku penguji I dan Penguji II yang telah banyak memberikan masukan yang sangat berharga bagi penyempurnaan tesis ini.
4. Bapak. Dr. Suhartono M.Sc dan Bapak. Dr. rer, pol. Heri Kuswanto, M.Si, selaku Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi S2 Statistika ITS yang telah memberikan arahan dan semangat kepada seluruh mahasiswa.
5. Bapak Dr. Sutikno, M.Si., selaku dosen wali selama penulis menempuh perkuliahan.
6. Bapak Ibu Dosen Pengajar serta seluruh jajaran Karyawan-Karyawati Jurusan Statistika F-MIPA ITS Surabaya, atas waktu dan tenaga yang diluangkan untuk penulis selama di Kampus.
7. Papa Mama yang dengan segala kekuatan dan keterbatasannya mendukung penulis dari awal hingga akhir.

8. Ponakan Wildan dan Afif yang selalu melukiskan senyum diwajah penulis. Saudara-saudaraku Kak Santi dan Kak Ami yang telah memberikan dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
9. Keluarga Besar Jurusan Matematika Universitas Pattimura yang telah memberikan dorongan dan arahan hingga penulis dapat menyelesaikan studi.
10. Teman-teman *MMX* yang selalu memberikan semangat, canda dan tawa hingga penulis dapat menyelesaikan studi.
11. Teman-teman Seperjuangan (Ocan, Mr. Vong, Wilpop, Agustine, Sam, Vicardy, Bung Lucky dan Bung Ricky beserta teman-teman mahasiswa regular dan BPS angkatan 2015. Teman-teman Keputih Gang IIA Abi, Ijat, Om Yanto, Mas Jun yang selalu menemani penulis baik suka maupun duka, dalam proses menempuh studi di Kota Surabaya.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih terdapat kelemahan dan kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik membangun akan diterima dengan tangan terbuka. Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini dapat menjadi sebuah sumbangan yang berarti bagi ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

Abdul Malik Balami

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBARAN PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah Penelitian.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Analisis Regresi.....	7
2.2 Estimasi Parameter Regresi Linier .....	7
2.3 Regresi Kuantil.....	9
2.3.1 Estimasi Parameter Regresi Kuantil .....	10
2.3.1 Optimasi Algoritma Simpleks Regresi Kuantil .....	12
2.4 Koefisien Korelasi.....	14
2.5 Multikolinieritas .....	15
2.6 Koefisien Determinasi ( $R^2$ ).....	15
2.7 Demam Berdarah <i>Dengue</i> .....	16
2.7.1 Pengertian Demam Berdarah <i>Dengue</i> .....	16
2.7.2 Penyebab Demam Berdarah <i>Dengue</i> .....	17

2.7.3 Cara Penularan Penyakit Demam Berdarah <i>Dengue</i> .....	17
2.7.4 Penyebaran Penyakit Demam Berdarah <i>Dengue</i> .....	18
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	21
3.1 Sumber Data .....	21
3.2 Variabel Penelitian.....	21
3.3 Struktur Data .....	23
3.4 Metode Analisis .....	23
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	25
4.1 Penaksir Parameter Model Regresi Kuantil .....	25
4.2 Pemodelan Penyebaran Penyakit DBD di Kota Surabaya .....	31
4.2.1 Statistika Deskriptif .....	31
4.2.2 Identifikasi Pola Hubungan.....	38
4.1.3 Analisis Regresi Linier .....	40
4.3 Estimasi Parameter Regresi Kuantil .....	41
4.4 Faktor-faktor yang Berpengaruh Terhadap Penyebaran DBD di Kota Surabaya .....	44
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	47
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	49
<b>LAMPIRAN</b> .....	53

## DAFTAR TABEL

Judul Tabel	Halaman
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	21
Tabel 3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	22
Tabel 3.3 Struktur Data .....	23
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Variabel.....	32
Tabel 4.2 Nilai Koefisien Korelasi.....	38
Tabel 4.3 Nilai <i>Variance Inflation Factor</i> (VIF) .....	40
Tabel 4.4 Hasil Estimasi Parameter Regresi Linier. ....	40
Tabel 4.5 Hasil Estimasi Parameter Regresi Kuantil. ....	40
Tabel 4.6 <i>P-value</i> dari Hasil Estimasi Parameter.....	43
Tabel 4.7 Nilai $R^2$ Pada Tiap Kuantil.....	43

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

Judul Gambar	Halaman
Gambar 4.1 Grafik Persentase Kasus DBD di Kota Surabaya Tahun 2013.....	33
Gambar 4.2 Grafik Persentase Rumah/Bangunan Bebas Jentik Nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> di Kota Surabaya Tahun 2013.....	34
Gambar 4.3 Grafik Persentase Rumah Tangga Miskin di Kota Surabaya Tahun 2013.....	35
Gambar 4.4 Grafik Rasio Tenaga Medis di Kota Surabaya Tahun .....	36
Gambar 4.5 Grafik Rasio Sarana Kesehatan di Kota Surabaya Tahun 2013.....	36
Gambar 4.6 Grafik persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat di Kota Surabaya Tahun 2013.....	37
Gambar 4.7 <i>Scatter Plot</i> antara Variabel Respon dengan prediktor.....	39

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

Judul Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Data Penelitian.....	53
Lampiran 2. Data Penelitian pada Tiap Kuantil.....	55
Lampiran 3. Plot Regresi Kuantil.....	56
Lampiran 4. <i>Syntax</i> Metode Regresi Kuantil .....	57
Lampiran 5. <i>Output</i> koefisien korelasi, Estimasi dengan metode <i>Ordinary Least Square</i> (OLS) dan Nilai <i>Variance</i> <i>Inflation Factor</i> (VIF).....	60
Lampiran 6. <i>Output</i> Metode Reresi Kuantil.....	62

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui pola hubungan dan pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon, dengan mengestimasi kurva regresinya. Terdapat tiga pendekatan untuk mengestimasi kurva regresi yaitu pendekatan regresi parametrik, regresi nonparametrik dan regresi semiparametrik (Budiantara *et al*, 2015). Informasi mengenai hubungan fungsional antara variabel prediktor (independen) dengan variabel respon (dependen) dapat diperkirakan dengan melihat bentuk pola hubungan pada diagram pencar (*scatter plot*). Bentuk kurva regresi parametrik diasumsikan diketahui. Penggunaan pendekatan regresi parametrik memerlukan pengetahuan masa lalu tentang karakteristik data yang akan diselidiki. Berbeda dengan pendekatan regresi nonparametrik, dalam regresi nonparametrik bentuk kurva regresi di asumsikan tidak diketahui dalam ruang *sobolev* dan hanya di asumsikan *smooth* (mulus, halus, licin) (Budiantara dan Subanar, 1998).

Ada beberapa metode yang digunakan untuk estimasi parameter dalam persamaan regresi, salah satunya digunakan pada regresi klasik adalah metode *Ordinary Least Square* (OLS). Prinsip dari metode OLS adalah meminimumkan jumlah kuadrat residual atau *Sum of Squares Error* (SSE) untuk mendapatkan estimator. Pada regresi klasik suatu model yang baik memenuhi sifat *Best Linear Unbiased Estimator* (BLUE). Namun metode OLS dikenal peka terhadap penyimpangan asumsi pada data, jika data tidak memenuhi salah satu asumsi, maka penduga OLS tidak lagi baik digunakan. Asumsi normalitas dan homoskedastisitas seringkali tidak terpenuhi ketika data mengandung pencilan (*outlier*). Jika data mengandung pencilan (*outlier*), maka data tidak lagi berbentuk simetris sehingga nilai *mean* menjadi sangat peka dengan adanya data outlier dan kurang tepat digunakan. Terkadang untuk mengatasi hal tersebut, peneliti akan melakukan transformasi terhadap data dengan maksud agar asumsi terpenuhi. Namun

seringkali asumsi tersebut tidak terpenuhi meskipun telah dilakukan transformasi yang pada akhirnya mengakibatkan dugaan berbias.

Pada dua dekade terakhir ini banyak berkembang metode regresi untuk mengatasi data yang mengandung pencilan. Salah satu metode yang banyak dikaji oleh peneliti statistika berkaitan dengan hal tersebut yaitu regresi kuantil. Metode regresi kuantil pertama kali diperkenalkan oleh Koenker dan Basset (1978). Metode regresi kuantil merupakan perluasan model regresi pada kuantil bersyarat dimana distribusi kuantil bersyarat dari variabel respon dinyatakan sebagai fungsi dari kovariat yang diamati. Metode ini dapat digunakan mengukur efek *explanatory variable* tidak hanya di pusat sebaran data, tetapi juga pada bagian atas atau bawah ekor sebaran. Setiap kuantil mencirikan titik tertentu (pusat atau ekor) dari sebaran bersyarat. Kombinasi berbagai nilai kuantil akan menghasilkan deskripsi lengkap tentang sebaran bersyarat. Analisis ini berguna untuk sebaran bersyarat yang asimetris, padat di ekor sebarannya, atau sebarannya terpotong. Keuntungan utama dari regresi kuantil dibandingkan regresi OLS adalah fleksibilitas dalam pemodelan data dengan sebaran bersyarat yang heterogen.

Analisis model regresi kuantil pertama kali diperkenalkan oleh Koenker dan Basset (1978) dan dapat digunakan pada kondisi data yang heterogen. Untuk mendapatkan estimator parameter model regresi kuantil didapatkan dengan metode pemrograman linier diantaranya menggunakan algoritma simpleks, *interior-point*, dan *smoothing*. Menurut Chen dan Wei (2005), ketiga algoritma tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Algoritma simpleks memberikan hasil yang lambat pada jumlah data observasi yang besar ( $n > 100.000$ ) namun merupakan algoritma yang paling stabil dibandingkan dengan algoritma *interior-point* dan *smoothing*. Algoritma simpleks dapat memberikan solusi pada beberapa jenis data terutama pada data dengan jumlah outlier yang besar. Algoritma *interior-point* memberikan hasil yang sangat cepat pada data yang ramping, dimana memiliki jumlah observasi yang besar ( $n > 100.000$ ) dan jumlah kovariat yang kecil. Algoritma ini memiliki struktur yang sederhana dan dapat diadaptasi pada berbagai situasi seperti regresi kuantil. Sedangkan algoritma *smoothing* memiliki teori yang sederhana untuk regresi kuantil dan memiliki kelebihan dalam kecepatan komputasi pada jumlah kovariat yang besar.

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan virus *dengue* yang dibawa oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini mulanya ditemukan sekitar tahun 1950-an di Filipina berdasarkan laporan Quintos mengenai epidemi penyakit dengan gejala panas, pendarahan akut dan *shock*. Hal ini menandai permulaan penyebaran DBD di kawasan Asia Tenggara. Berdasarkan laporan *World Health Organization* (WHO), bila dibandingkan dengan negara-negara lain di kawasan Asia Tenggara, maka kasus DBD di Indonesia adalah yang paling tinggi. Bahkan Filipina sebagai negara asal kemunculan penyakit ini memiliki jumlah kasus yang lebih rendah.

Di Indoneasia demam berdarah pertama kali ditemukan di kota Surabaya pada tahun 1968, dimana sebanyak 58 orang terinfeksi dan 24 orang diantaranya meninggal dunia (Kementrian Kesehatan RI, 2010). Berdasarkan Data Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2013 menunjukkan bahwa Surabaya merupakan kota dengan persentase angka tertinggi, yang diikuti dengan Kab. Bojonegoro, Jombang, Kediri dan Bangkalan. Perkembangan kasus DBD per bulan di kota Surabaya pada lima tahun terakhir menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan. Perkembangan kasus DBD per bulan selalu mulai mengalami peningkatan pada bulan Februari setiap tahunnya, puncak kasusnya adalah pada bulan Maret (Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa penanganan DBD di Kota Surabaya membutuhkan perhatian yang sangat serius.

Pola hubungan faktor-faktor yang diketahui mempengaruhi DBD dapat dilakukan dengan analisis regresi kuantil. Data angka penyakit DBD di kota Surabaya dalam penelitian ini akan dimodelkan dengan menggunakan Estimasi Parameter Regresi Kuantil. Penelitian yang berkaitan dengan DBD di Indonesia sudah banyak dilakukan. Penelitian mengenai DBD yang menerapkan analisis regresi parametrik pernah dilakukan oleh Rahmawati *et al.* (2012), di mana penelitiannya bertujuan untuk mengetahui pengaruh karakteristik wilayah terhadap jumlah kasus DBD. Yussanti (2012) melakukan pemodelan DBD di Jawa Timur berdasarkan faktor iklim dan sosial ekonomi dengan pendekatan regresi panel semiparamterik. Penelitian-penelitian terdahulu yang sudah disebutkan sebelumnya, tidak ada satupun yang menggunakan pendekatan analisis regresi kuantil. Hal ini menunjukkan bahwa metode analisis ini belum digunakan

khususnya oleh peneliti dalam negeri. Beberapa penelitian yang pernah memanfaatkan regresi kuantil antara lain adalah Abrevaya (2001) dalam penelitiannya di bidang demografi, Koenker dan Billias (2001) untuk data durasi dan Machado dan Mata (2001) yang menerapkan regresi kuantil fungsi pendapatan di Portugal.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan utama yang akan dikaji pada penelitian ini adalah mencari model terbaik pengaruh dari faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran persentase penderita DBD di Kota Surabaya menggunakan estimasi parameter regresi kuantil.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mendapatkan bentuk estimasi parameter regresi kuantil.
2. Memodelkan regresi kuantil pada kasus DBD di Kota Surabaya.
3. Mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran penyakit DBD di Kota Surabaya berdasarkan model terbaik.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Menambah wawasan keilmuan dalam menerapkan model persamaan regresi kuantil
2. Memberikan informasi akurat dan lebih terperinci mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kasus DBD di Kota Surabaya, sehingga dapat membantu pemerintah dalam menentukan kebijakan program untuk mengatasi masalah DBD di kota Surabaya.

## **1.5 Batasan Masalah**

Beberapa batasan yang digunakan dalam penelitian ini dikarenakan keterbatasan waktu yang dimiliki peneliti adalah sebagai berikut.

1. Nilai kuantil yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $\theta = 0,05; 0,25; 0,50; 0,75$  dan  $0,95$ .
2. Ukuran untuk mengevaluasi performa estimator adalah  $R^2$ .

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk melihat hubungan antara variabel respon dengan satu atau lebih variabel prediktor. Misalkan terdapat data berpasangan  $(x_i, y_i)$  untuk  $n$  pengamatan, maka hubungan antara variabel  $x_i$  dan variabel  $y_i$  dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i ; i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.1)$$

dimana  $f(x_i)$  adalah kurva regresi dan  $\varepsilon_i$  adalah error random yang diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varian  $\sigma^2$  (Eubank, 1999). Analisis regresi memiliki dua tujuan utama. Pertama, memberikan cara mengeksplorasi hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dan yang kedua adalah membuat prediksi (Rory, 2016).

#### 2.2 Estimasi Parameter Regresi Linier

Metode *Ordinary Least Square* (OLS) pada prinsipnya adalah meminimumkan jumlah kuadrat error (residual). Model umum persamaan regresi adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.2)$$

dimana :

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{pn} \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Selanjutnya akan ditunjukkan penaksir untuk  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  dengan meminimumkan persamaan berikut :

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \quad (2.3)$$

dimana :  $\varepsilon_i^2 = (y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{1i} - \dots - \beta_k X_{ki})^2$

Langkah berikutnya mencari turunan parsial terhadap  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$  kemudian disamakan dengan nol sehingga diperoleh nilai estimasi model regresi linier.

$$\begin{aligned} \frac{\partial s}{\partial \beta_0} &= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \dots - \beta_k x_{ki}) = 0 \\ \frac{\partial s}{\partial \beta_1} &= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \dots - \beta_k x_{ki}) x_{1i} = 0 \\ \frac{\partial s}{\partial \beta_2} &= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \dots - \beta_k x_{ki}) x_{2i} = 0 \\ &\vdots \\ \frac{\partial s}{\partial \beta_p} &= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \dots - \beta_k x_{ki}) x_{ki} = 0 \end{aligned}$$

sehingga diperoleh persamaan :

$$n \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^n x_{ki} = \sum_{i=1}^n y_i \quad (2.4)$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_{1i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} + \dots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{ki} = \sum_{i=1}^n x_{1i} y_i \quad (2.5)$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_{2i} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 + \dots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^n x_{2i} x_{ki} = \sum_{i=1}^n x_{2i} y_i \quad (2.6)$$

$$\begin{aligned} &\vdots \\ \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_{ki} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{ki} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} x_{ki} + \dots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^n x_{ki}^2 &= \sum_{i=1}^n x_{ki} y_i \quad (2.7) \end{aligned}$$

Persamaan (2.4), (2.5) dan (2.6) serta (2.7) bisa dibuat kedalam persamaan berikut:

$$\mathbf{X}^T \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} = \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (2.8)$$

penyelesaian persamaan (2.8), dapat diperoleh dengan mengkalikan kedua sisi dengan invers dari  $(\mathbf{X}^T \mathbf{X})$ . Sehingga diperoleh estimator OLS dari  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  sebagai berikut :

$$(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y}$$

$$\mathbf{I} \hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y}$$

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (2.9)$$

### 2.3 Regresi Kuantil

Regresi Kuantil merupakan suatu pendekatan dalam analisis regresi yang dikenalkan oleh Koenker dan Bassett (1978). Pendekatan ini menduga berbagai fungsi kuantil dari suatu distribusi  $Y$  sebagai fungsi dari  $X$ . Regresi Kuantil sangat berguna jika distribusi data tidak homogen (*heterogenous*) dan tidak berbentuk standar. Bentuk tidak standar antara lain tidak simetris, terdapat ekor pada sebaran. Estimasi parameter pada regresi kuantil dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti pendekatan *direct*, *rank-score*, dan *resampling* (Koenker, 2005).

Misalkan diberikan data  $\{X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}, Y_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  merupakan himpunan berpasangan dari variabel random yang berdistribusi secara independen dan tidak identik dengan kuantil  $\theta \in (0, 1)$ . Data ini memiliki fungsi sebaran peluang bersyarat  $F(y | X_i) = P(Y \leq y | X_i)$  dan fungsi invers  $F^{-1}(\theta) = \inf \{y : F(y) \geq \theta\}$  yang merupakan kuantil ke  $-\theta$  didefinisikan sebagai  $Q(\theta) = \inf \{y : F(y) \geq \theta\} = F^{-1}(\theta)$  yang merupakan fungsi kuantil ke  $-\theta$  dari variabel dependen  $Y$  (Goh, 2009). Oleh karena itu, kuantil ke  $-\theta$  yang linier pada vektor ke  $-d$  yang bersyarat  $x$ . Persamaan umum regresi kuantil linier khusus untuk kuantil bersyarat  $Q_{Y_i}(\theta | X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki})$  dari variabel dependen  $Y_i$  yaitu

$$Y_i = \beta_0(\theta) + \beta_1(\theta) X_{1i} + \dots + \beta_k(\theta) X_{ki} + \varepsilon_i(\theta), \quad (2.10)$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Jika model regresi kuantil disajikan dalam bentuk matriks, persamaan (2.10) dapat ditulis

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0(\theta) \\ \beta_1(\theta) \\ \vdots \\ \beta_k(\theta) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(\theta) \\ \varepsilon_2(\theta) \\ \vdots \\ \varepsilon_n(\theta) \end{bmatrix}, \quad (2.11)$$

Selanjutnya persamaan (2.11), dapat ditulis dalam bentuk model linier berikut:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(\theta) + \boldsymbol{\varepsilon}(\theta), \quad (2.12)$$

Jika fungsi bersyarat dari kuantil ke  $-\theta$  dengan variabel independen  $X$  tertentu, maka fungsi bersyarat tersebut didefinisikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{Y_i}(\theta | X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}) &= Q_Y(\theta | X) \\ &= \mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}(\theta), \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2.13)$$

Maka solusi optimasi pada regresi kuantil adalah sebagai berikut :

$$\operatorname{argmin}_{\boldsymbol{\beta} \in \mathbb{R}^p} \sum_{i=1}^n \rho_\theta(y_i - \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(\theta)), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \theta \in (0, 1) \quad (2.14)$$

dimana  $y_i = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  merupakan sampel random dengan variabel dependen  $Y$  dan  $x_i \in \mathbb{R}^p$  merupakan vektor kovariat, sedangkan  $\rho_\theta(u) = u(\theta - I(u < 0))$ ,  $0 < \theta < 1$  yang merupakan *loss function* yang asimetrik dan  $u$  adalah residual dari estimasi parameter. Estimator tersebut adalah bentuk umum dengan tujuan minimisasi permasalahan (Koenker, 2005).

### 2.3.1 Estimasi Parameter Regresi Kuantil

Estimasi parameter dalam regresi OLS, hanya dapat digunakan untuk memberi solusi pada masalah *mean*, sehingga Basset dan Koenker (1978) mengembangkan metode alternatif yaitu regresi kuantil. Regresi OLS diestimasi dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual, sedangkan regresi kuantil akan meminimumkan jumlah absolut residual yang lebih dikenal dengan *Least Absolute Deviatin* (LAD).

Pada regresi kuantil median, residual diberi bobot yang sama. Sedangkan pada regresi kuantil residual diberi bobot yang berbeda. Bobot yang digunakan yaitu  $\theta$  untuk nilai residual yang lebih besar atau sama dengan nol, dan  $1 - \theta$  untuk

residual yang kurang dari nol (Koenker and Hallock, 2001). Perkalian antara residual dengan bobot yang diberikan disebut sebagai *loss function* ( $\rho_\theta$ ) yaitu :

$$\rho_\theta(u) = \sum_{i=1, u_i \geq 0}^n \theta |u_i| + \sum_{i=1, u_i < 0}^n (1-\theta) |u_i|. \quad (2.16)$$

Dengan demikian, dalam regresi kuantil terdapat fungsi kuantil ke  $-\theta$  dari variabel Y dengan syarat X yang mempertimbangkan penduga  $\beta(\theta)$ , sehingga diperoleh solusi untuk permasalahan tersebut yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}^p} \sum_{i=1}^n \rho_\theta(y_i - Q_\theta(Y | X)); \theta \in (0,1) \quad (2.17)$$

dengan :

$\rho_\theta(\cdot)$  : *loss function* yang asimetris

$\theta$  : Indeks kuantil dengan  $\theta \in (0,1)$

$Q_\theta(Y | X)$  : fungsi kuantil ke  $-\theta$  dari variabel Y dengan syarat X.

Dalam regresi kuantil, pada kuantil ke  $-\theta$  dari  $F_y$ , meminimumkan *loss function* dari persamaan (2.17) adalah

$$\begin{aligned} \hat{\beta}(\theta) &= \operatorname{argmin}_{\beta} \sum_{i=1}^n \rho_\theta(u_i) \\ &= \operatorname{argmin}_{\beta} \sum_{i=1}^n \rho_\theta(y_i - \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}), \end{aligned} \quad (2.18)$$

dimana  $\theta \in (0,1)$  dan  $\rho_\theta(u_i)$  pada persamaan (2.18) didefinisikan

$$\rho_\theta(u_i) = \begin{cases} \theta u_i & , \text{ jika } u_i \geq 0 \\ (\theta - 1)u_i & , \text{ jika } u_i < 0 \end{cases} \quad (2.19)$$

Jika Y merupakan fungsi X yang diketahui dan memiliki fungsi probabilitas  $F_{Y|X}(y)$ , maka kuantil ke  $-\theta$  dari fungsi tersebut dapat dituliskan seperti pada persamaan berikut :

$$\min_q \theta \int_{i=1; u_i > 0}^n |u_i| dF_Y(y) + (1-\theta) \int_{i=1; u_i < 0}^n |u_i| dF_Y(y). \quad (2.20)$$

dengan mempertimbangkan  $\hat{\beta}(\theta)$ , sehingga diperoleh solusi untuk permasalahan tersebut yang dinyatakan

$$\hat{\beta}(\theta) = \operatorname{argmin}_{\beta} \left\{ \theta \sum_{i=1; y>q}^n |y_i - \mathbf{x}_i^T \beta(\theta)| + (1-\theta) \sum_{i=1; y<q}^n |y_i - \mathbf{x}_i^T \beta(\theta)| \right\}. \quad (2.21)$$

### 2.3.2 Optimasi Algoritma Simpleks Regresi Kuantil

Algoritma simpleks adalah salah satu metode pendugaan parameter secara numerik untuk regresi kuantil yang telah dikembangkan oleh Barrodan dan Robert pada tahun 1974. Metode simpleks merupakan cara untuk menentukan kombinasi optimal dari tiga variabel atau lebih, dimana algoritma ini dapat memberikan solusi permasalahan program linier dengan komputasi serta melibatkan banyak variabel. Bentuk umum formulasi metode primal dari permasalahan regresi kuantil linier yaitu (Koenker, 2005).

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}^p} \sum_{i=1}^n \rho_{\theta}(y_i - \mathbf{x}_i^T \beta), \quad (2.12)$$

dan dapat dijabarkan

$$\min \{ \theta e_n^T u + (1-\theta) e_n^T v \mid y - X\beta = u - v, \beta \in \mathbb{R}^p, (u, v) \in \mathbb{R}_+^{2n} \}, \quad (2.23)$$

Akan dicari bentuk kanonik dengan mengidentifikasi :

$$c = (0_p^T, \theta e_n^T, (1-\theta) e_n^T)^T, \quad x = (\beta^T, u^T, v^T)^T, \quad A = [X : I : -I], \quad \beta = y, \quad T = 0_n.$$

Seperti yang dijelaskan diatas, sifat himpunan *polyhedral* dan fungsi objektif menunjukkan bahwa himpunan tersebut dapat fokus terhadap kendalanya. Sehingga

dapat diindekskan sebagai  $\binom{n}{p}$  pada elemen  $h \in H$  yang diperoleh dari

$$\begin{aligned} \beta(h) &= X(h)^{-1} y(h), \\ u(h) &= v(h) = 0, \\ u(\bar{h}) &= (y - X\beta(h))^+, \\ v(\bar{h}) &= (y - X\beta(h))^- . \end{aligned} \quad (2.24)$$

Setiap titik memiliki batas *slackness*  $u_i, v_i = 0$  dan setidaknya terdapat indeks  $p$ , dengan  $i \in h, u_i = v_i = 0$ . Titik tersebut memberikan kesesuaian terhadap pengamatan  $p$  dalam subset  $h$  dan mengatur hubungan vektor  $u$  dan  $v$  dari solusi yang sama terhadap bagian positif dan negatif sehingga menghasilkan vektor

residual. Permasalahan regresi kuantil primal memiliki masalah dual yang sesuai, yaitu

$$\max\{y^T d \mid X^T d = 0, d \in [\theta - 1, \theta]^n\}.$$

dengan kendala  $c - A^T y \in S^*$  menjadi

$$\begin{pmatrix} 0_p \\ \theta e_n \\ (1-\theta)e_n \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} X^T \\ I_n \\ -I_n \end{pmatrix} d \in 0_p \times \mathbb{R}_+^{2n},$$

dimana kondisi  $y \in T^*$  tidak mempengaruhi  $d \in \mathbb{R}^n$ . Dengan cara yang sama, permasalahan pada parameter dual semula untuk memecahkan solusi berikut:

$$\max\{y^T a \mid X^T a = (1-\theta)X^T e_n, a \in [0, 1]^n\}, a = d + (1-\theta)e_n$$

Pada bentuk dual, permasalahan tersebut dapat menjadi salah satu dari optimalisasi dengan menghubungkan pada sebuah vektor yang terletak di sebuah matrik. Seperti permasalahan variabel kendala pada program linier.

$$\theta e_n^T \hat{u} + (1-\theta)e_n^T \hat{v} \tag{2.25}$$

$$\hat{d} = \begin{cases} \theta & , \text{ jika } \hat{u}_i \geq 0 \\ (\theta - 1) & , \text{ jika } \hat{v}_i < 0. \end{cases} \tag{2.26}$$

Sedangkan observasi  $i \in h$ , dengan  $\hat{u}_i = \hat{v}_i = 0$ ,  $\hat{d}(h)$  diperoleh dari  $X^T d = 0$  karena

$$\hat{d}(h) = -[X(h)^T]^{-1} X(\bar{h})^T \hat{d}(\bar{h}).$$

## 2.4 Koefisien Korelasi

Korelasi adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur besarnya hubungan linier antara dua variabel atau lebih (Walpole, 1995). Nilai korelasi populasi ( $\rho$ ) berkisar antara interval  $-1 \leq \rho \leq 1$ . Jika korelasi bernilai positif, maka hubungan antara dua variabel bersifat searah. Sebaliknya jika korelasi bernilai negatif, maka hubungan antara dua variabel bersifat berlawanan arah. Koefisien korelasi biasanya mengacu pada koefisien korelasi *momen-produk Pearson*, sesuai nama orang yang mengembangkannya yaitu Pearson. Koefisien korelasi Pearson diperoleh dengan membagi kovarians kedua variabel dengan perkalian simpangan bakunya dengan persamaan sebagai berikut :

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sqrt{\text{var}(x)\text{var}(y)}} \quad (2.22)$$

Pengujian korelasi antar variabel digunakan hipotesis berikut:

$H_0$  : Tidak ada hubungan antara kedua variabel

$H_1$  : Tidak ada hubungan antara kedua variabel

Statistik uji yang digunakan yaitu :

$$t = \frac{r_{x,y} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.23)$$

dimana  $r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right)\left(\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2\right)}}$

Kriteria penolakan adalah tolak  $H_0$  jika nilai  $|t_{hit}| > t_{(\alpha/2; (n-2))}$

## 2.5 Multikolinieritas

Multikolinieritas adalah salah satu masalah dalam analisis regresi, apabila beberapa prediktor berkorelasi maka akan sulit membedakan pengaruh dari masing-masing variabel, korelasi antara variabel-variabel prediktor disebut dengan multikolinieritas dalam pemodelan regresi. Korelasi antar variabel prediktor menyebabkan determinan matriks sama dengan nol sehingga invers matriks  $\mathbf{X}^T\mathbf{X}$  tersebut tidak ada dan pendugaan parameter tidak bisa diperoleh. Salah satu cara untuk mendeteksi terjadinya multikolinieritas yaitu dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF), merupakan nilai yang menggambarkan kenaikan varians dari dugaan parameter antar variabel prediktor, dirumuskan dalam persamaan berikut :

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.24)$$

dengan  $R_j^2$  adalah koefisien determinasi antara  $x_j$  dengan variabel prediktor lainnya.  $VIF_j$  yang lebih besar dari 10 menunjukkan adanya kolinearitas antar variabel prediktor.

## 2.6 Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien determinasi adalah metode untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi dari variabel independen. Nilai koefisien determinasi yaitu antara nol dan satu. Nilai  $R^2$  yang kecil atau mendekati nol, berarti kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variasi variabel dependen sangat terbatas. Sebaliknya, Apabila nilai  $R^2$  mendekati satu berarti variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel dependen (Ghazali, 2003).

Berikut merupakan rumus dari koefisien determinasi ( $R^2$ ):

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (2.25)$$

dimana :

$y_i$  : Observasi respon ke- $i$

$\bar{y}$  : Rata-rata

$\hat{y}_i$  : Penduga respon ke- $i$

## 2.7 Demam Berdarah *Dengue*

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) banyak ditemukan di daerah tropis dan sub-tropis. Data dari seluruh dunia menunjukkan Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya. sementara itu, terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2009, *World Health Organization* (WHO) mencatat negara Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara (Kemenkes RI, 2010). Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) masih merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama di Indonesia. Di Indonesia

Demam Berdarah pertama kali ditemukan di Kota Surabaya pada tahun 1968 (Dinkes Jatim, 2013). Secara umum penjelasan mengenai penyakit DBD dapat diuraikan sebagai berikut :

### **2.7.1 Pengertian Penyakit Demam Berdarah *Dengue***

Penyakit Demam Berdarah Dengue adalah Penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan oleh nyamuk *Aedes Aegypti* yang ditandai dengan demam mendadak 2 sampai 7 hari tanpa penyebab yang jelas, lemah atau lesu, gelisah, nyeri ulu hati, disertai tanda perdarahan di kulit berupa bintik perdarahan (*petechiae*), lebam (*ecchymosis*), atau ruam (*purpura*), kadang-kadang mimisan, berak darah, muntah darah, kesadaran menurun (*shock*). Demam berdarah merupakan suatu penyakit akut yang disebabkan oleh infeksi virus yang dibawa oleh nyamuk *Aedes Aegypti* serta *Aedes Albopictus* betina yang umumnya menyerang pada musim panas dan musim hujan.

### **2.7.2 Penyebab Demam Berdarah *Dengue***

Penyakit ini disebabkan oleh virus *Dengue* dari genus *Flavivirus*, famili *Flaviviridae*. DBD ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes* yang terinfeksi virus *Dengue*. Virus *Dengue* penyebab Demam *Dengue* (DD), Demam Berdarah *Dengue* (DBD) dan *Dengue Shock Syndrome* (DSS) termasuk dalam kelompok B *Arthropod Virus (Arboviroisis)* yang sekarang dikenal sebagai genus *Flavivirus*, famili *Flaviviride*, dan mempunyai 4 jenis serotipe, yaitu: Den-1, Den-2, Den-3, Den-4. Demam berdarah baru terjadi apabila telah terinfeksi oleh virus dengue untuk kedua kalinya, atau mendapat virus dari sumber yang tidak sama. Infeksi yang pertama dengan atau tanpa obat, demam tersebut sering sembuh sendiri atau berlalu begitu saja tanpa disadari oleh penderitanya. Orang yang terinfeksi kedua kalinya pada darah atau pipa-pipa pembuluh darah dalam di dalam tubuh yang telah terkontaminasi virus dengue itu menjadi lebih sensitif terhadap serangan yang kedua kali sehingga dalam tubuh mereka yang telah terkena virus dengue biasanya akan terjadi reaksi yang lebih dahsyat atau *hypersensitivity*, reaksi yang berlebihan atau terlalu sensitif itulah yang sesungguhnya menimbulkan tanda-tanda atau gejala yang disebut dengan demam berdarah.

### **2.7.3 Cara Penularan Penyakit Demam Berdarah *Dengue***

Seseorang yang menderita demam berdarah, dalam darahnya mengandung virus *dengue*. Penderita tersebut apabila digigit oleh nyamuk *Aedes*, maka virus dalam darah penderita tadi ikut terhisap masuk ke lambung nyamuk dan virus akan memperbanyak diri dalam tubuh nyamuk dan tersebar di berbagai jaringan tubuh termasuk dalam kelenjar liur nyamuk. Nyamuk siap untuk menularkan kepada orang atau anak lain 3-10 hari setelah menggigit atau menghisap darah penderita. Penularan penyakit terjadi karena setiap kali nyamuk menggigit (menusuk), alat tusuknya yang disebut proboscis akan mencari kapiler darah. Setelah diperoleh, maka dikeluarkan liur yang mengandung zat anti pembekuan darah (anti koagulan), agar darah mudah di hisap melalui saluran proboscis yang sangat sempit. Bersama liurnya inilah virus dipindahkan kepada orang lain.

### **2.7.4 Penyebaran Penyakit Demam Berdarah *Dengue***

Tempat perindukan nyamuk *Aedes* berupa genangan air yang tetampung disuatu wadah yang disebut kontainer, bukan pada genangan air di tanah. Kontainer ini dibedakan menjadi 3 macam, yaitu :

1. Tempat penampungan air yang bersifat tetap (TPA) Penampungan ini biasanya dipakai untuk keperluan rumah tangga sehari-hari, pada umumnya keadaan airnya adalah jernih, tenang dan tidak mengalir seperti bak mandi, bak WC, drum penyimpanan air dan lain-lain.
2. Bukan tempat penampungan air (non TPA). Adalah kontainer atau wadah yang bisa menampung air, tetapi bukan untuk keperluan sehari-hari seperti tempat minum hewan piaraan, barang bekas (ban, kaleng, botol, pecahan piring/gelas), vas atau pot bunga dan lain-lain.
3. Tempat perindukan alami. Bukan tempat penampungan air tetapi secara alami dapat menjadi tempat penampungan air misalnya potongan bambu, lubang pagar, pelepah daun yang berisi air dan bekas tempurung kelapa yang berisi air.

Berbagai penelitian yang telah dilakukan terhadap perindukan nyamuk didapatkan bahwa :

1. Tempat perindukan alami lebih disukai bila dibandingkan dengan non alami.
2. Jenis kontainer tanah liat dan bambu paling disukai bila dibandingkan kontainer semen, kaca/gelas, aluminium dan plastik
3. Warna-warna kontainer terang (coklat muda, kuning dan merah) lebih disukai sebagai tempat berkembang biak.
4. Semakin dalam jarak permukaan air ke permukaan bejana semakin banyak didapatkan larva.

Kemampuan terbang nyamuk betina rata-rata 40 m, maksimal 100 m, tetapi secara pasif nyamuk dapat berpindah lebih jauh, misalnya : karena angin atau terbawa kendaraan. *Aedes aegypti* tersebar luas di daerah tropis dan sub tropis. *Aedes* dapat hidup dan berkembangbiak sampai ketinggian daerah + 1.000 m dari permukaan air laut, apabila berada di atas ketinggian + 1.000 m nyamuk tidak dapat berkembang biak, karena pada ketinggian tersebut suhu udara terlalu rendah.

Tempat potensial untuk terjadi penularan DBD menurut Depkes RI adalah tempat-tempat umum merupakan tempat berkumpulnya orang-orang yang datang dari berbagai wilayah, sehingga kemungkinan terjadinya pertukaran beberapa tipe virus dengue cukup besar. Tempat-tempat umum itu antara lain sekolah, Hotel, RS atau Puskesmas dan sarana pelayanan kesehatan lainnya. Penyakit DBD masih menjadi salah satu masalah kesehatan utama bagi masyarakat Indonesia. Penyakit ini tidak hanya sering menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) tetapi juga menimbulkan dampak buruk sosial ekonomi penduduk.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder berdasarkan publikasi data profil kesehatan di Dinas Kesehatan Kota Surabaya, dan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2013 dengan unit observasi adalah 31 kecamatan di kota Surabaya. (Dinkes Jatim, 2013)

#### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel respon ( $Y$ ) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu persentase kasus DBD di Kota Surabaya tahun 2013. Sedangkan variabel prediktor ( $X$ ) adalah faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus DBD adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
$X_1$	Persentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk <i>Aedes Aegypti</i>
$X_2$	Persentase rumah tangga miskin
$X_3$	Rasio tenaga medis
$X_4$	Rasio sarana kesehatan
$X_5$	Persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat

**Tabel 3.2.** Definisi Operasional Variabel Penelitian

Variabel	Nama Variabel	Definisi Operasional
Y	Persentase Kasus DBD	<p>Angka kesakitan DBD (berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium) per 1000 penduduk dalam 1 tahun. Berikut merupakan perhitungan persentase kasus DBD:</p> $\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah Penderita DBD}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 1000$
X <sub>1</sub>	Persentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk <i>Aedes Aegypti</i>	<p>Hasil bagi antara banyaknya rumah atau bangunan yang bebas jentik nyamuk <i>Aedes</i> terhadap banyaknya bangunan yang dipantau dikalikan 100%</p>
X <sub>2</sub>	Persentase rumah tangga miskin	<p>Hasil bagi antara banyaknya rumah tangga miskin terhadap banyaknya rumah tangga seluruhnya dikalikan 100%</p>
X <sub>3</sub>	Rasio tenaga medis	<p>Rasio antar banyaknya dokter umum dengan jumlah penduduk di suatu wilayah. Menurut Standar WHO, satu dokter umum melayani 2.500 penduduk. Berikut merupakan perhitungan rasio dokter umum:</p> $\text{Rasio} = \frac{\text{Jumlah Dokter Umum}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 2.500$
X <sub>4</sub>	Rasio sarana kesehatan	<p>Rasio antara banyaknya puskesmas dengan jumlah penduduk di suatu wilayah. Menurut Standar Dinas Kesehatan, satu Puskesmas melayani 30.00 penduduk. Berikut merupakan perhitungan Puskesmas:</p> $\text{Rasio} = \frac{\text{Jumlah Puskesmas}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 30.000$
X <sub>5</sub>	Persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat	<p>Hasil bagi antara banyaknya rumah yang memiliki tempat sampah sehat dengan banyak rumah yang dipantau dikalikan 100%</p>

### 3.3 Struktur Data

Dalam penelitian ini struktur data yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut

Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian

Subyek	$\mathbf{Y}$	$\mathbf{X}_1$	$\mathbf{X}_2$	$\mathbf{X}_3$	$\mathbf{X}_4$	$\mathbf{X}_5$
1	$y_{1,1}$	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$	$x_{3,1}$	$x_{4,1}$	$x_{5,1}$
2	$y_{1,2}$	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	$x_{3,2}$	$x_{4,2}$	$x_{5,2}$
3	$y_{1,3}$	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	$x_{3,3}$	$x_{4,3}$	$x_{5,3}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
31	$y_{1,31}$	$x_{1,31}$	$x_{2,31}$	$x_{3,31}$	$x_{4,31}$	$x_{5,31}$

### 3.4 Metode Analisis

Langkah-langkah untuk mencapai tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Langkah-langkah estimasi parameter regresi kuantil.
  - a. Mengestimasi parameter model regresi kuantil dengan meminimumkan:

$$\min_{\theta} \theta \int_{i=1; u_i > 0}^n |u_i| dF_Y(y) + (1-\theta) \int_{i=1; u_i < 0}^n |u_i| dF_Y(y).$$

- b. Mengoptimasi simpleks dengan proses sebagai berikut :
  - Menghitung nilai  $\mathbf{s}_1 = [\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}]_+$  dan nilai  $\mathbf{s}_2 = [\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{y}]_+$  sehingga diperoleh permasalahan linier.
  - Menghitung nilai  $\min_{\phi} \mathbf{d}^T \phi$  dan memperoleh nilai parameter dual dari  $\max_{\mathbf{d}} \mathbf{y}^T \mathbf{z}$  dimana  $\mathbf{B}^T \mathbf{z} \leq \mathbf{d}$
  - Menentukan permasalahan minimalisasi yaitu dengan formulasi  $\max_{\mathbf{z}} \left\{ \mathbf{y}^T \mathbf{z} \mid \mathbf{X}^T \mathbf{z} = \mathbf{0}, \mathbf{z} \in [-1, +1]^n \right\}$
  - Untuk  $\mathbf{X}^T \mathbf{z} = \mathbf{0}$  dapat ditransformasikan menjadi  $\mathbf{X}^T \left( \frac{1}{2} \mathbf{z} + \frac{1}{2} \mathbf{1} \right)$

- Jika  $\frac{1}{2}\mathbf{z} + \frac{1}{2}\mathbf{1} = \boldsymbol{\eta}$  dan  $\frac{1}{2}\mathbf{X}^T\mathbf{1} = \mathbf{b}$  maka diperoleh

$$\max \left\{ \mathbf{y}^T \mathbf{J} \mid \mathbf{X}^T \mathbf{J} = \mathbf{b}, \mathbf{J} \in [0,1]^n \right\}$$

- c. Mendapatkan estimator  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  yaitu sebagai berikut :

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}(\theta) = \min_{\boldsymbol{\beta} \in \mathbb{R}^{p+1}} \theta \sum_{y \geq x} |\mathbf{y} - \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}| + (1-\theta) \sum_{y < x} |\mathbf{y} - \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}|$$

2. Penerapan model regresi kuantil terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran DBD di Kota Surabaya.

- Diberikan data persentase kasus penyebaran DBD di Kota Surabaya.
- Melakukan identifikasi hubungan antara variabel persentase kasus DBD dengan faktor-faktor yang memengaruhinya menggunakan *scatter plot* serta korelasi.
- Melakukan pengujian multikolinieritas antar variabel prediktor terhadap kasus DBD di kota Surabaya. Jika tidak terdapat kasus multikolinieritas pada data, maka dapat dilanjutkan pada langkah berikutnya.
- Mendapatkan model regresi klasik (OLS) pada faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran DBD di Kota Surabaya.
- Mendapatkan model regresi kuantil pada faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran DBD di Kota Surabaya.
- Mendapatkan model terbaik.
- Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran penyebaran DBD di Kota Surabaya.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi parameter pada metode Regresi Kuantil akan dijelaskan pada bab ini kemudian dilanjutkan dengan analisis DBD dengan metode Regresi Kuantil serta mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran penyakit DBD di kota Surabaya.

#### 4.1 Penaksir Parameter Model Regresi Kuantil

Diberikan himpunan data berpasangan  $\{x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, \dots, x_{ki}, y_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $j = 1, 2, \dots, k$  adalah himpunan berpasangan variabel random yang berdistribusi independen dan identik dengan kuantil  $\theta \in (0,1)$ . Data tersebut memiliki fungsi distribusi peluang bersyarat yang didenifisikan sebagai berikut :

$$F(y|x_i) = P(Y \leq y|x_i) \quad (4.1)$$

Fungsi invers  $F^{-1}(\theta) = \inf\{y : F(y) \geq \theta\}$  yang merupakan kuantil ke- $\theta$  dari variabel respon  $y$ . Sehingga, persamaan umum regresi kuantil linier untuk kuantil bersyarat didenifisikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_y(\theta|x) &= F_y^{-1}(y|x_i) \\ &= \inf\{y : F_y(y|x) \geq \theta\} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh model fungsi kuantil bersyarat berikut :

$$Q_y(\theta|x_i) = \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}(\theta), \theta \in (0,1) \quad (4.2)$$

Persamaan umum regresi kuantil linier dari variabel respon  $\mathbf{Y}$  dapat ditulis menjadi

$$y_i = \beta_0(\theta) + \beta_1(\theta)x_{1i} + \dots + \beta_k(\theta)x_{ki} + \varepsilon_i(\theta) \quad (4.3)$$

dimana :

$$\begin{aligned} y_1 &= \beta_0(\theta) + \beta_1(\theta)x_{11} + \dots + \beta_k(\theta)x_{k1} + \varepsilon_1(\theta) \\ y_2 &= \beta_0(\theta) + \beta_1(\theta)x_{21} + \dots + \beta_k(\theta)x_{k2} + \varepsilon_2(\theta) \\ &\vdots \\ y_n &= \beta_0(\theta) + \beta_1(\theta)x_{n1} + \dots + \beta_k(\theta)x_{kn} + \varepsilon_n(\theta) \end{aligned}$$

Selanjutnya pada persamaan (4.3) dapat dibuat dalam bentuk matriks berikut :

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0(\theta) \\ \beta_1(\theta) \\ \vdots \\ \beta_k(\theta) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1(\theta) \\ \varepsilon_2(\theta) \\ \vdots \\ \varepsilon_n(\theta) \end{bmatrix}$$

Maka diperoleh bentuk model linier sebagai berikut :

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(\theta) + \boldsymbol{\varepsilon}(\theta) \quad (4.4)$$

Regresi kuantil mempunyai prinsip meminimumkan jumlah kuadrat error untuk mencari penaksir  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ , seperti metode OLS. Regresi kuantil ke-  $\theta$  dari  $F_Y$  bisa diperoleh dari persamaan (4.5) berikut :

$$E\rho(Y - \hat{y}) = \int_{-\infty}^{\hat{y}} (1-\theta)(y - \hat{y})f(y)dy + \int_{\hat{y}}^{\infty} \theta(y - \hat{y})f(y)dy \quad (4.5)$$

selanjutnya persamaan (4.5) diminimumkan menjadi nol :

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \hat{y}} E[\rho_\theta(Y - \hat{y})] &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial \hat{y}} \int_{-\infty}^{\hat{y}} (1-\theta)(y - \hat{y})f(y)dy + \int_{\hat{y}}^{\infty} \theta(y - \hat{y})f(y)dy &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial \hat{y}} \left[ (1-\theta) \int_{-\infty}^{\hat{y}} (y - \hat{y})f(y)dy + \theta \int_{\hat{y}}^{\infty} (y - \hat{y})f(y)dy \right] &= 0 \\ (1-\theta) \left[ (y - \hat{y})f(y) \Big|_{-\infty}^{\hat{y}} + \int_{-\infty}^{\hat{y}} \frac{\partial}{\partial \hat{y}} (y - \hat{y})f(y)dy \right] + \\ \theta \left[ (y - \hat{y})f(y) \Big|_{\hat{y}}^{\infty} + \int_{\hat{y}}^{\infty} \frac{\partial}{\partial \hat{y}} (y - \hat{y})f(y)dy \right] &= 0 \\ (1-\theta) \left[ (y - \hat{y})f(y) \Big|_{y=\hat{y}} + \int_{-\infty}^{\hat{y}} f(y)dy \right] + \\ \theta \left[ (y - \hat{y})f(y) \Big|_{y=\hat{y}} + \int_{\hat{y}}^{\infty} f(y)dy \right] &= 0 \\ (1-\theta)[0 + F_Y(\hat{y})] + \theta[0 - (1 - F_Y(\hat{y}))] &= 0 \\ (1-\theta)F_Y(\hat{y}) - \theta(1 - F_Y(\hat{y})) &= 0 \\ (1-\theta)F_Y(\hat{y}) - \theta - \theta F_Y(\hat{y}) &= 0 \end{aligned}$$

$$F_Y(\hat{y}) - \theta = 0$$

sehingga diperoleh

$$F_Y(\hat{y}) = \theta$$

maka kuantil ke- $\theta$  merupakan solusi dari  $F_Y$ .

Regresi kuantil ke- $\theta$  diperoleh dengan meminimumkan jumlah nilai mutlak dari error dengan pembobot ( $\theta$ ) untuk error non negatif dan pembobot ( $1-\theta$ ) untuk error negatif. sehingga diperoleh solusi persamaan berikut :

$$\hat{\beta}(\theta) = \min_{\beta \in R^{p+1}} \theta \sum_{y \geq x} |y - \mathbf{X}^T \beta| + (1-\theta) \sum_{y < x} |y - \mathbf{X}^T \beta| \quad (4.6)$$

atau bisa ditulis pada persamaan (4.7) berikut :

$$\hat{\beta}(\theta) = \min_{\beta \in R^{p+1}} \sum_{i=1}^n \rho_{\theta}(u_i) \quad (4.7)$$

dimana :

$$\rho_{\theta}(u_i) = \begin{cases} (\theta-1)u_i & , \text{ dengan } u_i < 0 \\ \theta u_i & , \text{ dengan } u_i \geq 0 \end{cases}$$

dengan

$\hat{\beta}(\theta)$  : Penaksir parameter

$\theta$  : Indeks kuantil dengan  $\theta \in (0,1)$

$\rho_{\theta}(u_i)$  : *Loss function* (fungsi kerugian)

$u_i$  : Error dari penaksir parameter

Estimasi OLS dari suatu model linier terhadap  $y$  diperoleh dengan meminimumkan jumlah kuadrat error. Sedangkan dalam estimasi regresi kuantil dari suatu model linier terhadap  $y$  diperoleh dengan meminimumkan nilai *loss function* yang tidak simetris dengan meminimumkan nilai harapan  $\rho_{\theta}(u)$ .

Selanjutnya akan dibuktikan bahwa *loss function* berbentuk asimetris dengan penjelasan berikut :

diberikan

$$\begin{aligned}\rho_{\theta} &= [\theta I(u \geq 0) + (1 - \theta)I(u < 0)]|u| \\ &= [\theta - I(u < 0)]u\end{aligned}$$

dengan

$$I(u \geq 0) = \begin{cases} 1, & u \geq 0 \\ 0, & u < 0 \end{cases} \quad \text{dan} \quad |u| = \begin{cases} u, & u \geq 0 \\ -u, & u < 0 \end{cases}$$

dimana

$u$  : Error dari penaksir parameter

$I(u)$  : Fungsi indikator yang terdefinisikan sehingga bisa dibuktikan

$$\rho_{\theta} = \begin{cases} \theta u, & , u \geq 0 \\ (\theta - 1)u, & , u < 0 \end{cases}$$

a. Untuk  $u \geq 0$

$$\begin{aligned}\rho_{\theta} &= [\theta I(u \geq 0) + (1 - \theta)I(u < 0)]|u| \\ &= [\theta I(u \geq 0) + (1 - \theta)I(u < 0)]u \\ &= [\theta 1 + (1 - \theta)I(u < 0)]u \\ &= [\theta + I(u < 0) - \theta I(u < 0)]u \\ &= [\theta + (1 - I(u \geq 0)) - \theta(1 - I(u \geq 0))]u \\ &= [\theta + (1 - 1) - \theta(1 - 1)]u \\ &= \theta u\end{aligned}$$

Bisa juga diselesaikan dengan cara berikut :

$$\begin{aligned}\rho_{\theta} &= [\theta - I(u < 0)]u \\ &= [\theta - (1 - I(u \geq 0))]u \\ &= [\theta - (1 - 1)]u \\ &= \theta u\end{aligned}$$

b. Untuk  $u < 0$

$$\begin{aligned}
\rho_\theta &= [\theta I(u \geq 0) + (1-\theta)I(u < 0)]|u| \\
&= [\theta I(u \geq 0) + (1-\theta)I(u < 0)](-u) \\
&= [\theta 0 + (1-\theta)I(u < 0)](-u) \\
&= [(\theta-1)I(u < 0)]u \\
&= [(\theta-1)(1-I(u < 0))]u \\
&= [(\theta-1)(1-0)]u \\
&= (\theta-1)u
\end{aligned}$$

Atau diselesaikan dengan cara berikut :

$$\begin{aligned}
\rho_\theta &= [\theta - I(u < 0)]u \\
&= [\theta - (1 - I(u \geq 0))]u \\
&= [\theta - (1 - 0)]u \\
&= (\theta - 1)u
\end{aligned}$$

sehingga menjadi

$$\rho_\theta = [\theta I(u \geq 0) + (1-\theta)I(u < 0)]|u| = [\theta - I(u < 0)]u, \forall u$$

dimana

$$\rho_\theta = \begin{cases} \theta u & , \text{jika } u \geq 0 \\ (\theta - 1)u & , \text{jika } u < 0 \end{cases}$$

Solusi dari persamaan (4.6) tidak bisa diperoleh dengan cara analitik, tetapi secara numerik. Salah satu metode numerik yaitu algoritma simpleks. Metode algoritma simpleks telah dikembangkan oleh Barrodale dan Robert pada tahun 1974. Metode algoritma tersebut memberikan solusi permasalahan program linier yang melibatkan banyak variabel - variabel keputusan dengan bantuan komputasi. (Davino, Furno dan Vistocco, 2014). Berikut merupakan langkah-langkah proses optimasi metode simpleks :

Diberikan bentuk umum regresi kuantil

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(\theta) + \boldsymbol{\varepsilon}(\theta)$$

Langkah awal yaitu dengan menggunakan kuantil  $\theta = 0,05$  untuk mencari nilai estimasi  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ , maka harus meminimumkan fungsi

$$\min_{\beta} \sum_{i=1}^n |y_i - \mathbf{X}\beta|$$

Diberikan  $[x]_+$ , non negatif bagian dari  $x$ , yaitu  $\mathbf{s}_1 = [y - \mathbf{X}\beta]_+$  dan  $\mathbf{s}_2 = [\mathbf{X}\beta - y]_+$ , maka permasalahan linier dapat ditulis sebagai berikut:

$$\min_{\beta} \{1^T \mathbf{s}_1 + 1^T \mathbf{s}_2 \mid y = \mathbf{X}\beta + \mathbf{s}_1 - \mathbf{s}_2, \{\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2\} \in R_+^n\}$$

Selanjutnya diberikan  $\mathbf{B} = [\mathbf{X} \quad -\mathbf{X}\mathbf{I} \quad -\mathbf{I}]$  dan  $\phi = \begin{bmatrix} [\beta] \\ [-\beta] \\ [y - \mathbf{X}\beta] \\ [\mathbf{X}\beta - y] \end{bmatrix}$ ,  $\mathbf{d} = \begin{bmatrix} 0_{[p]} \\ 0_{[p]} \\ 1_{[n]} \\ 1_{[n]} \end{bmatrix}$

seperti permasalahan pemrograman linier standar, formulasinya dapat ditulis  $\min_{\phi} \mathbf{d}^T \phi$  dimana untuk  $\mathbf{B}\phi = \mathbf{y}$ ,  $\theta \geq 0$ . Oleh karena itu parameter dual dapat ditulis  $\max_d \mathbf{y}^T \mathbf{z}$  dimana untuk  $\mathbf{B}^T \mathbf{z} \leq \mathbf{d}$ .

Mengingat hasil utama program linier yaitu solusi dari masalah minimasi tersebut diselesaikan dengan metode simpleks. Secara sederhana masalah diatas dapat diformulasikan menjadi  $\max_z \{ \mathbf{y}^T \mathbf{z} \mid \mathbf{X}^T \mathbf{z} = \mathbf{0}, \mathbf{z} \in [-1, +1]^n \}$ , untuk  $\mathbf{X}^T \mathbf{z} = \mathbf{0}$  bisa ditransformasikan dengan cara dikalikan dengan  $\frac{1}{2}$  dan  $\frac{1}{2} \mathbf{X}^T \mathbf{z} + \frac{1}{2} \mathbf{X}^T \mathbf{1} = \frac{1}{2} \mathbf{X}^T \mathbf{1}$ , untuk yang ditambah  $\frac{1}{2} \mathbf{X}^T \mathbf{1}$  dengan kata lain dapat ditulis seperti pada persamaan berikut :

$$\mathbf{X}^T \left( \frac{1}{2} \mathbf{z} + \frac{1}{2} \mathbf{1} \right) = \frac{1}{2} \mathbf{X}^T \mathbf{1}. \quad (4.8)$$

Jika  $\frac{1}{2} \mathbf{z} + \frac{1}{2} \mathbf{1} = \eta$  dan  $\frac{1}{2} \mathbf{X}^T \mathbf{1} = \mathbf{b}$ , maka persamaan dapat ditulis  $\mathbf{X}^T \eta = \mathbf{b}$

$$\text{dan } \max_{\mathbf{J}} \{ \mathbf{y}^T \mathbf{J} \mid \mathbf{X}^T \mathbf{J} = \mathbf{b}, \mathbf{J} \in [0, 1]^n \}$$

Nilai  $\frac{1}{2}$  pada persamaan (4.2) di atas, merupakan kunci utama generalisasi untuk kondisi kuantil yang lain. Bahkan masalah minimalisasi untuk median bersyarat dapat dipakai untuk kuantil bersyarat ke- $\theta$  sehingga diperoleh

$$\min_{\beta} \sum_{i=1}^n \rho_{\theta}(\mathbf{y} - \mathbf{X}^T \beta(\theta))$$

dan dengan cara yang sama diperoleh  $\max_{\mathbf{z}} \left\{ \mathbf{y}^T \mathbf{z} \mid \mathbf{X}^T \mathbf{z} = (1-\theta) \mathbf{X}^T \mathbf{1}, \mathbf{z} \in [0,1]^n \right\}$

dimana  $(1-\theta)$  memiliki peran yang sama seperti  $\frac{1}{2}$  pada rumus di median.

## 4.2 Pemodelan Penyebaran Penyakit DBD di Kota Surabaya

### 4.2.1 Statistika Deskriptif

Letak geografis kota Surabaya berada antara 112° 36'' dan 112° 54'' Bujur Timur serta antara 07° 12'' garis Lintang Selatan. Luas wilayah kota Surabaya 326,37 km<sup>2</sup> terdiri dari 31 kecamatan dan 160 kelurahan.

Kota Surabaya terletak di daerah yang strategis sehingga Surabaya. dapat dengan mudah dijangkau melalui jalur darat, udara dan laut. Surabaya dibatasi oleh wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Selat Madura
- Sebelah Timur : Selat Madura
- Sebelah Selatan : Kabupaten Sidoarjo
- Sebelah Barat : Kabupaten Gresik

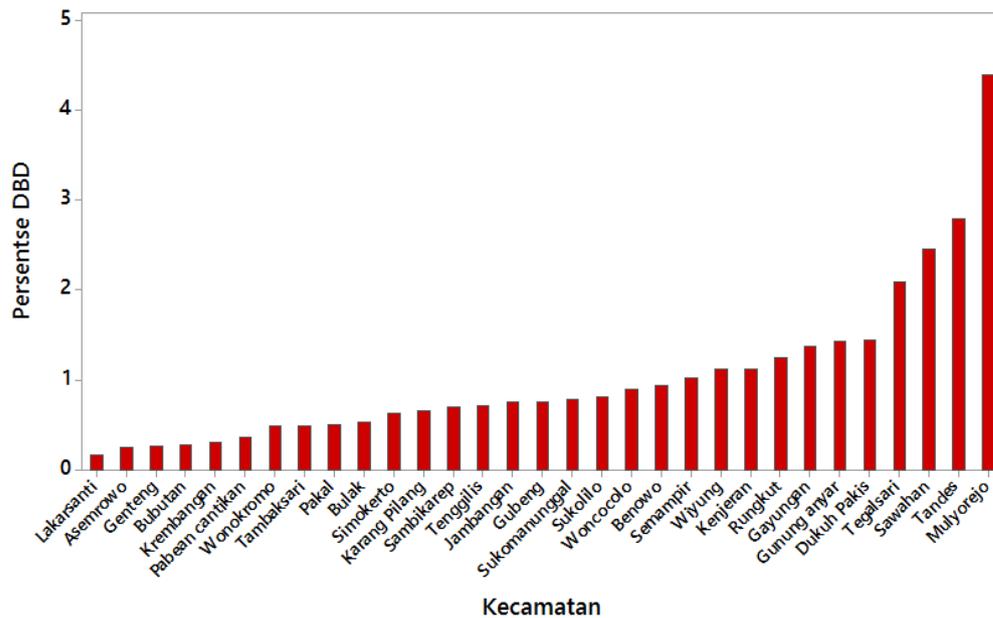
Jumlah penduduk kota Surabaya tahun 2013 adalah 2.816.729 jiwa meliputi jumlah penduduk laki-laki 1.390.020 jiwa dan jumlah penduduk perempuan 1.426.709 jiwa dengan rasio jenis kelamin 97,43 dengan kepadatan penduduk 8.728 jiwa/km<sup>2</sup>.

Statistika deskriptif dapat digunakan untuk mengetahui ukuran pemusatan data (*mean*), minimum dan maksimum, standar deviasi serta variansi dari suatu data. Hasil statistika deskriptif pada kasus faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran penyakit DBD, disajikan pada Tabel 4.1

**Tabel 4.1** Statistik Deskriptif Variabel

Deskriptif	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
Mean	1,028	89,11	10,644	80,93	85,67	0,2394
Minimum	0,165	74,15	74,15	55,43	35,35	0,0300
Maksimum	4,401	100,00	100,00	100,00	100,00	0,5300
Std Deviasi	0,885	7,44	5,480	9,53	16,17	0,0889
Variansi	0,784	55,39	30,033	90,74	261,46	0,0079

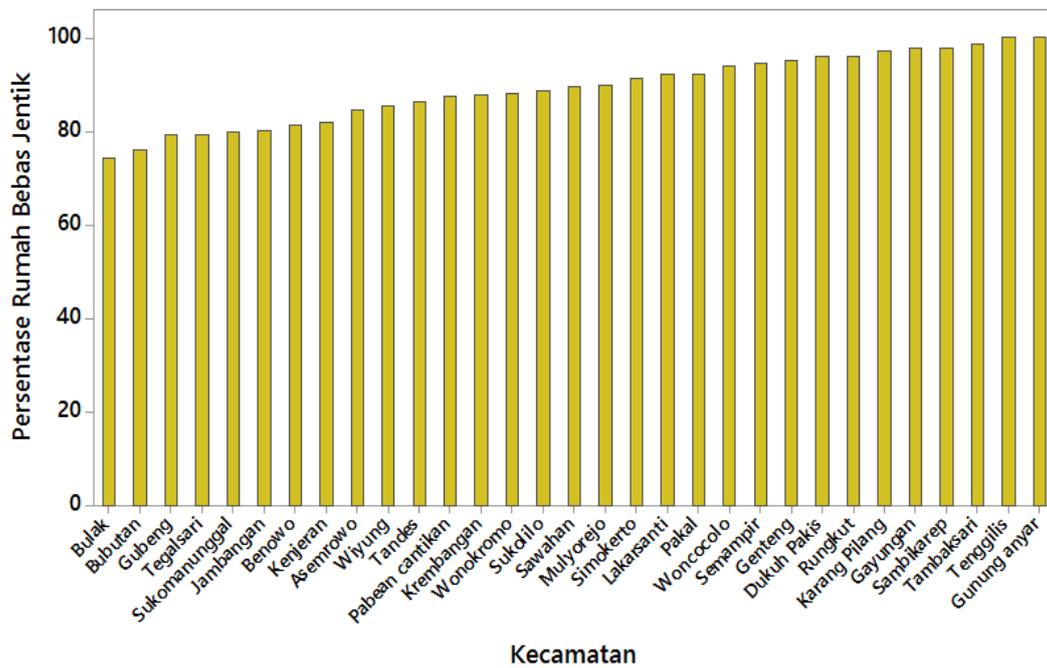
Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya, pada tahun 2013 jumlah kasus DBD mencapai 2.207 orang dengan rincian penderita laki-laki 1.102 orang dan perempuan 1.105 orang. Jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya, menunjukkan adanya kenaikan kasus DBD dari 1.091 menjadi 2.207 orang. Hal ini menunjukkan bahwa penanganan DBD di Kota Surabaya membutuhkan perhatian yang sangat serius, baik dari pemerintah maupun seluruh masyarakat di Kota Surabaya. Kondisi bangunan yang lembab memungkinkan lebih untuk masuknya nyamuk. Demikian pula kondisi lingkungan yang buruk sehingga dapat menjadi tempat yang ideal bagi nyamuk. Upaya mencegah penularan penyakit DBD yang tepat adalah dengan Pemberantasan Sarang Jentik Nyamuk (PSJN) melalui 3 M Plus (Menguras, Menutup, Membersihkan lingkungan dan Plus menghindari gigitan nyamuk *Aedes Aegypti*). Berdasarkan Tabel 4.1, persentase penderita penyakit DBD tertinggi berada di Kecamatan Mulyorejo yang memiliki persentase 4,401 persen . Sedangkan Kecamatan Lakarsanti merupakan kecamatan yang memiliki persentase kasus DBD terendah yaitu sebanyak 0,165 persen. Selanjutnya pada Gambar 4.1 dapat dilihat persentase DBD di Kota Surabaya.



**Gambar 4.1** Grafik persentase kasus DBD di Kota Surabaya pada tahun 2013

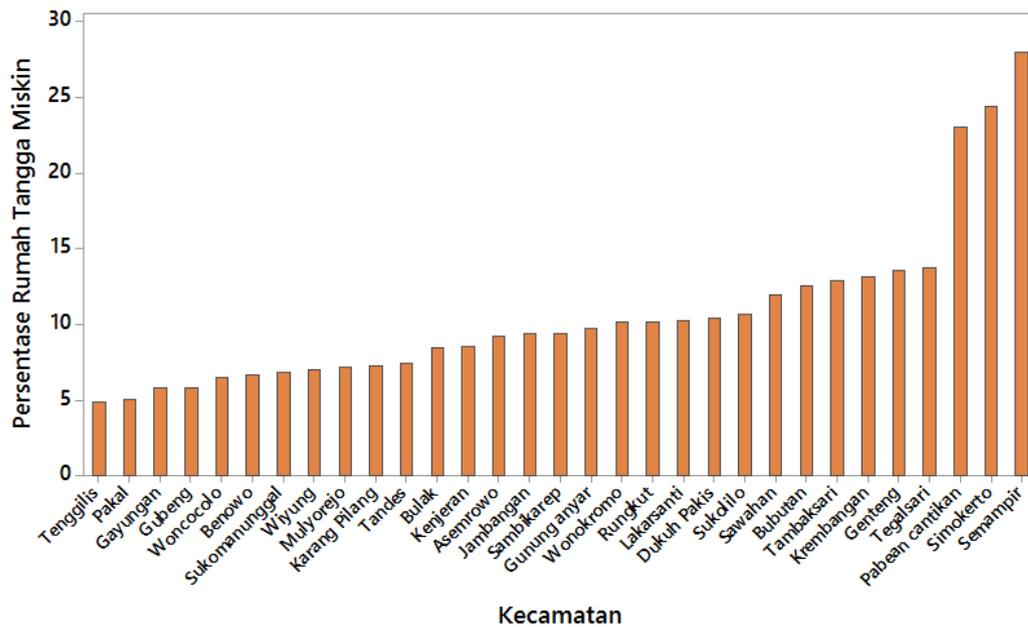
Berdasarkan Gambar 4.1, dapat diketahui bahwa pada tahun 2013 terdapat beberapa kecamatan yang memiliki persentase kasus DBD yang tinggi. Beberapa kecamatan dengan persentase DBD yang tinggi yaitu Kecamatan Mulyorejo sebanyak 4,401 persen, Kecamatan Tandes sebanyak 2,793 persen, Kecamatan Sawahan sebanyak 2,455 persen dan Kecamatan Tegalsari sebanyak 2,096 persen.

Salah satu faktor yang mempengaruhi penyebaran DBD adalah faktor rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti*. Rata-rata rumah/bangunan di Kota Surabaya yang bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* yaitu sebanyak 89,11 persen rumah/bangunan. Kecamatan Tenggilis dan Kecamatan Gunung Anyar merupakan kecamatan yang memiliki rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* tertinggi di Kota Surabaya dengan presentase sebanyak 100 persen rumah/bangunan. Sedangkan, Kecamatan Bulak merupakan kecamatan dengan kepemilikan rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* terendah yaitu sebanyak 74,15 persen rumah/bangunan. Gambar 4.2, dapat dilihat persentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* di Kota Surabaya.



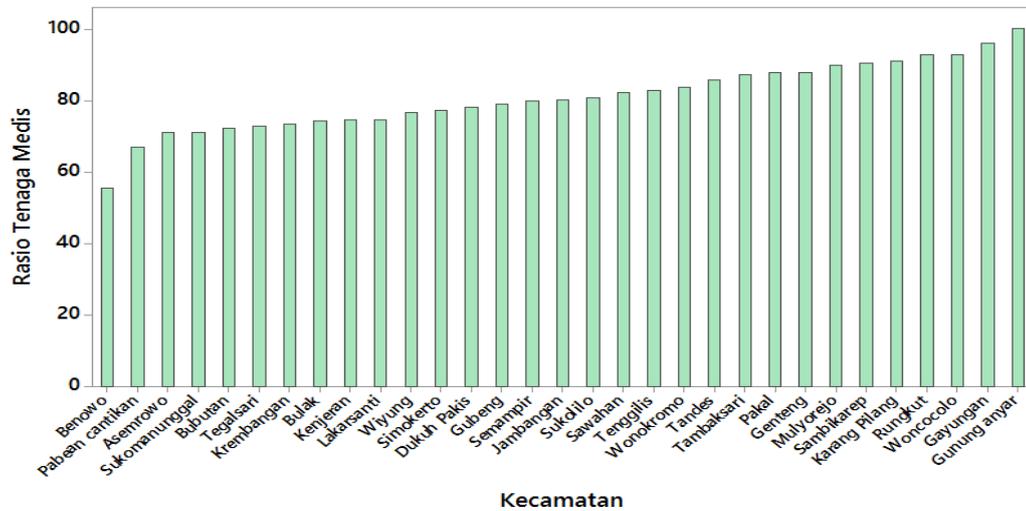
**Gambar 4.2** Grafik persentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* di Kota Surabaya pada tahun 2013

Selanjutnya salah satu pemicu bertambahnya presentase penderita DBD di suatu daerah, disebabkan karena masalah kemiskinan. Rata-rata persentase rumah tangga miskin di Kota Surabaya pada tahun 2013 sebanyak 10,644 persen rumah tangga miskin. Kecamatan yang memiliki rumah tangga miskin terendah yaitu Kecamatan Tenggiling dengan presentase sebanyak 4,87 persen rumah tangga miskin, disusul oleh Kecamatan Pakal sebanyak 5,07 persen rumah tangga miskin dan Kecamatan Gubeng sebaanyak 5,83 persen rumah tangga miskin. Sementara itu, presentase rumah tangga miskin tertinggi berada di Kecamatan Semampir yaitu sebanyak 28 persen rumah tangga miskin, disusul oleh Kecamatan Simokerto sebanyak 24,41 persen rumah tangga miskin dan Kecamatan Pabean Cantikan sebanyak 23,03 persen rumah tangga miskin. Selanjutnya pada Gambar 4.3, dapat dilihat sebaran presentase rumah tangga miskin di Kota Surabaya.



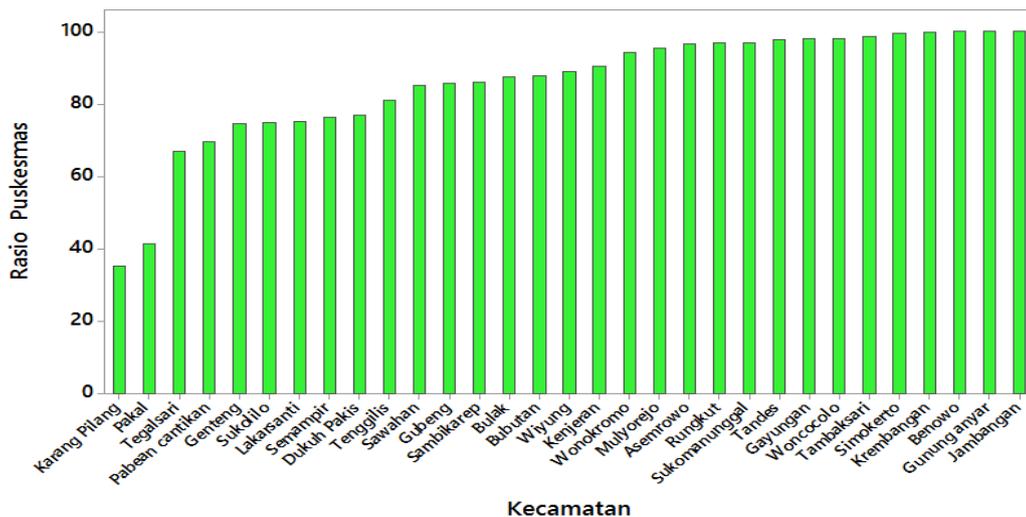
**Gambar 4.3** Grafik Persentase Rumah Tangga Miskin di Kota Surabaya pada tahun 2013

Tenaga medis memegang peranan penting dalam kesehatan masyarakat di suatu daerah. Minimnya tenaga medis akan mempersulit masyarakat untuk memeriksa kesahatan serta berkonsultasi mengenai masalah kesehatan dan lain-lain, begitu sebaliknya. Rata-rata rasio tenaga medis di Kota Surabaya yaitu sebanyak 80,93 tenaga medis. Kecamatan Gunung Anyar merupakan kecamatan yang memiliki rasio tenaga medis tertinggi yaitu sebanyak 100 tenaga medis, disusul oleh Kecamatan Gayungan yaitu sebanyak 96 tenaga medis. Sedangkan Kecamatan Benowo merupakan kecamatan yang memiliki rasio tenaga medis terendah yaitu sebanyak 55,43 tenaga medis, disusul oleh Kecamatan Pabean Cantikan dengan rasio tenaga dokter sebanyak 67 tenaga medis. Selanjutnya pada Gambar 4.4 dapat dilihat rasio tenaga medis di Kota Surabaya.



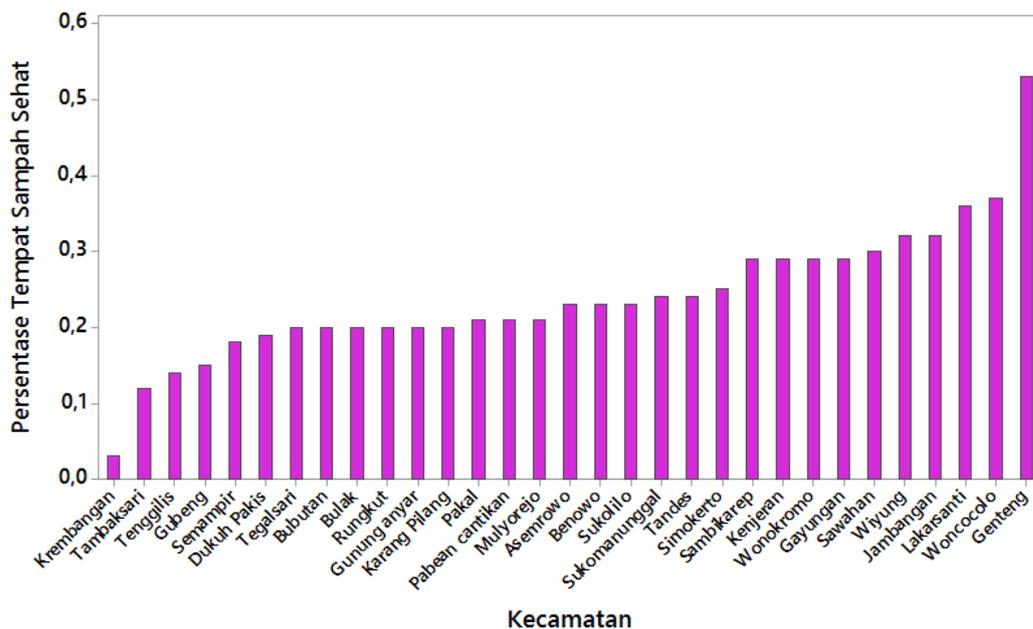
**Gambar 4.4** Grafik Rasio Tenaga Medis di Kota Surabaya pada tahun 2013

Rata-rata rasio sarana kesehatan di Kota Surabaya yaitu sebanyak 85,67 sarana kesehatan. Keberadaan sarana kesehatan terbanyak berada di Kecamatan Benowo, Kecamatan Gunung Anyar dan Kecamatan Jambangan dengan rasio sebanyak 100 sarana kesehatan. Sementara itu, Kecamatan Karang Pilang merupakan kecamatan yang memiliki sarana kesehatan paling sedikit dengan rasio sebanyak 35,35 sarana kesehatan. Selanjutnya pada Gambar 4.5, dapat dilihat rasio keberadaan sarana kesehatan di Kota Surabaya.



**Gambar 4.5** Rasio Puskesmas di Kota Surabaya tahun 2013.

Salah satu faktor yang mempengaruhi penyebaran DBD adalah faktor rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat. Rata-rata persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat di Kota Surabaya yaitu sebanyak 0,2394 persen rumah. Kecamatan Genteng merupakan kecamatan dengan rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat tertinggi di Kota Surabaya dengan presentase sebanyak 0,53 persen rumah. Sedangkan, Kecamatan Krembangan merupakan kecamatan dengan rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat terendah yaitu sebanyak 0,03 persen rumah. Selanjutnya pada Gambar 4.6, dapat dilihat persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat di Kota Surabaya.



**Gambar 4.6** Grafik persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat di Kota Surabaya pada tahun 2013

Selanjutnya pada nilai standar deviasi dapat diartikan bahwa semakin tinggi nilai standar deviasi, maka semakin besar penyimpangan data dari rata-rata hitungnya, sehingga data dikatakan memiliki variabilitas yang tinggi. Pada penelitian ini, variabel yang memiliki standar deviasi paling tinggi adalah variabel rasio sarana kesehatan ( $X_4$ ) yaitu sebanyak 16,17 persen. Artinya, pada variabel rasio sarana kesehatan adalah heterogen. Sebaliknya, semakin rendah nilai standar deviasi, maka semakin rendah pula penyimpangan data dari rata-rata hitungnya, sehingga

dapat dikatakan memiliki variabilitas yang rendah. Seperti halnya standar deviasi, nilai varians menunjukkan tingkat keragaman pada data masing-masing variabel. Keragaman data terbesar berada pada variabel rasio sarana kesehatan ( $X_4$ ) yaitu sebanyak 261,46 persen. Nilai varians yang besar terjadi apabila data memiliki nilai range yang luas. Seperti pada variabel rasio sarana kesehatan ( $X_4$ ) memiliki nilai jarak paling bawah yaitu 35,35 dan jarak paling atas yaitu 100,00.

#### 4.2.2 Identifikasi Pola Hubungan

Sebelum melakukan pemodelan persentase kasus DBD di Kota Surabaya, terlebih dahulu dilakukan identifikasi pola hubungan antara variabel banyaknya kasus DBD di Kota Surabaya dengan faktor-faktor yang diduga berpengaruh. Pemeriksaan hubungan antara variabel secara statistik dapat dilakukan dengan menggunakan Korelasi Pearson. Berikut merupakan pengujian Korelasi Pearson :

$H_0$  : Tidak terdapat hubungan antar kedua variabel

$H_1$  : Terdapat hubungan antar kedua variabel

Pertama identifikasi dapat dilakukan dengan membuat *scatter plot* dan juga korelasi antara variabel respon dengan beberapa prediktor yang diduga berpengaruh dijelaskan pada Tabel 4.2

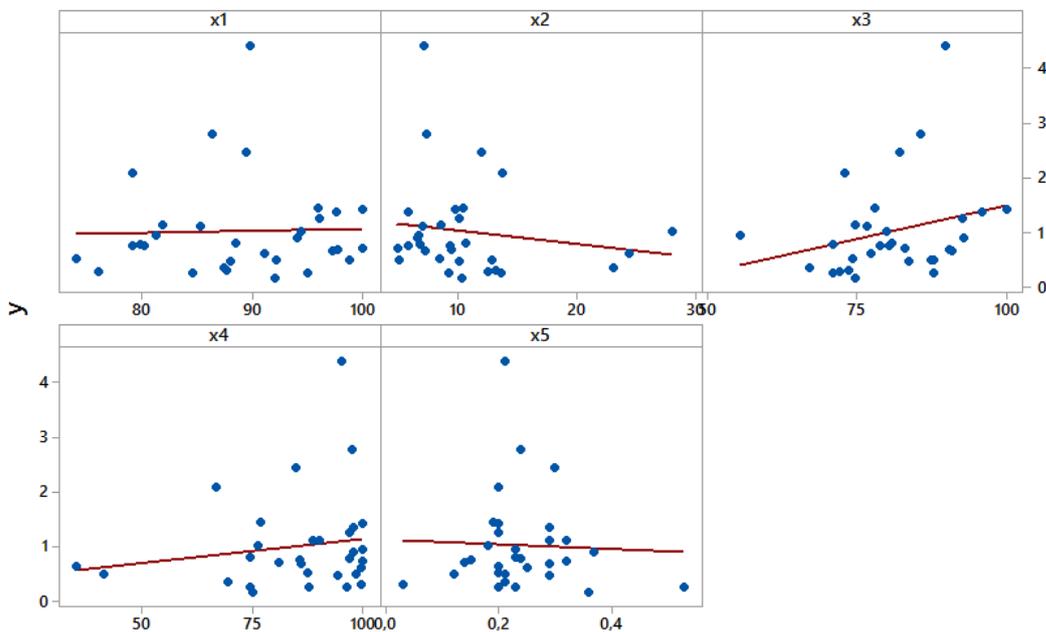
**Tabel 4.2** Koefisien korelasi antar variabel

Korelasi	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
X <sub>1</sub>	[0,025] (0,893)				
X <sub>2</sub>	[-0,158] (0,397)	[0,070] (0,708)			
X <sub>3</sub>	[0,263] (0,153)	[0,694] (0,000)	[- 0,217] (0,240)		
X <sub>4</sub>	[0,160] (0,389)	[-0,160] (0,389)	[- 0,042] (0,821)	[-0,055] (0,770)	
X <sub>5</sub>	[-0,044] (0,813)	[0,051] (0,784)	[- 0,077]	[0,162] (0,385)	[-0,005] (0,981)

(0,680)

Ket: [ ] Korelasi Pearson, ( ) *P-value*,

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui bahwa terdapat tiga variabel yang berkorelasi positif terhadap persentase DBD, yaitu persentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* ( $X_1$ ), rasio tenaga medis ( $X_3$ ) dan rasio sarana kesehatan ( $X_4$ ). Hal ini menunjukkan bahwa jika terjadi peningkatan terhadap setiap variabel prediktor akan mengakibatkan semakin tingginya persentase kasus DBD. Sementara itu, variabel persentase rumah tangga miskin ( $X_2$ ) dan persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat ( $X_5$ ) memiliki korelasi negatif, artinya jika terjadi peningkatan pada variabel tersebut maka akan mengakibatkan penurunan pada kasus DBD. Jika dilihat dari koefisien korelasi antar variabel prediktor bisa disimpulkan bahwa tidak terdapat multikolinearitas karena nilai koefisien korelasinya tidak lebih dari 0,95. Pola hubungan juga dapat diketahui melalui hasil pembuatan *scatter plot* yang ditunjukkan pada gambar 4.7.



**Gambar 4.7** *Scatter plot* antara variabel respon dengan prediktor

Agar lebih memastikan terdapat atau tidaknya multikolinearitas, bisa diketahui dari nilai *Variance Inflation Factors* (VIF) pada setiap variabel prediktor. Nilai

*Variance Inflation Factors* (VIF) dari masing-masing variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.3** Nilai *Variance Inflation Factor* (VIF)

Prediktor	Nilai VIF
$X_1$	2,21
$X_2$	1,17
$X_3$	2,31
$X_4$	1,03
$X_5$	1,03

Tabel diatas menunjukkan bahwa nilai VIF untuk setiap variabel prediktor lebih kecil dari 10, artinya tidak terdapat multikolinieritas antara variabel prediktor.

#### 4.2.3 Analisis Regresi Linier

Analisis regresi merupakan salah satu metode statistik untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Estimasi parameter  $\beta$  diperoleh dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Nilai taksiran untuk parameter pada metode OLS diperoleh dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual. Selain itu, metode OLS didasarkan pada distribusi mean sehingga tidak dapat merepresentasikan keseluruhan data. Tabel 4.4 dapat dilihat hasil estimasi dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS).

**Tabel 4.4** Hasil Estimasi Parameter dan Signifikansi Parameter

Parameter	Koefisien	Std Error	<i>p-value</i>
$\beta_0$	0,02	2,33	0,992
$\beta_1$	-0,0316	0,0326	0,343
$\beta_2$	-0,0066	0,0322	0,840
$\beta_3$	0,0431	0,0260	0,111
$\beta_4$	0,0077	0,0103	0,459
$\beta_5$	-1,08	1,87	0,570

Ket : Signifikan pada  $\alpha = 5\%$  ,  $R^2 = 14,89\%$

Berdasarkan hasil estimasi dengan metode OLS dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$\hat{y} = 0,02 - 0,0316X_1 - 0,0066X_2 + 0,0431X_3 + 0,0077X_4 - 1,08X_5$$

Berdasarkan Tabel 4.5 diatas, diketahui bahwa dengan menggunakan taraf signifikan ( $\alpha=5\%$ ), tidak ada variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap persentase DBD di Kota Surabaya. Metode OLS menghasilkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,1489. Hal ini menunjukkan bahwa 14,89% persentase DBD di Kota Surabaya mampu dijelaskan oleh model, sedangkan sisanya sebesar 85,11 % dijelaskan oleh variabel lain di luar model. Analisis regresi menggunakan ukuran rata-rata untuk melihat nilai variabel respon tiap satu satuan variabel prediktor. Hal ini mengakibatkan data-data yang jauh dari rata-rata memiliki residual yang besar. Oleh karena itu, dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui hubungan antara DBD dengan variabel prediktor dilakukan dengan estimasi parameter regresi kuantil.

### 4.3 Estimasi Parameter Regresi Kuantil

Dalam penelitian ini metode regresi kuantil digunakan untuk mendapatkan model pada tiap kuantil yang menggambarkan seberapa besar pengaruh variabel prediktor terhadap persentase kasus DBD pada tiap kuantil sehingga diperoleh besarnya koefisien untuk masing-masing variabel prediktor. Selain itu, dapat dilihat seberapa besar efek variabel prediktor memengaruhi persentase kasus DBD pada tiap kuantil. Hasil estimasi parameter disajikan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Hasil estimasi parameter regresi kuantil

Paramete r	Kuantil ( $\theta$ )				
	0,05	0,25	0,5	0,75	0,95
$\beta_0(\theta)$	-0,71046	-1,23311	-1,31303	2,66718	-0,39052
$\beta_1(\theta)$	-0,00992	-0,00617	0,00806	-0,05438	-0,10957
$\beta_2(\theta)$	-0,02293	-0,02735	-0,01215	0,00196	-0,01298
$\beta_3(\theta)$	0,02487	0,02600	0,01442	0,03702	0,13020
$\beta_4(\theta)$	0,00371	0,00781	0,01003	0,01277	0,04335
$\beta_5(\theta)$	-0,44361	-0,78198	-1,96369	-2,77047	-5,25682

Berdasarkan hasil estimasi parameter pada tabel 4.5, maka model regresi kuantil adalah sebagai berikut:

Kuantil 0,05

$$\hat{Q}_{0,05}(y|x) = -0,71046 - 0,00992x_1 - 0,02293x_2 + 0,02487x_3 + 0,00371x_4 - 0,44361x_5$$

Kuantil 0,25

$$\hat{Q}_{0,25}(y|x) = -1,23311 - 0,00617x_1 - 0,02735x_2 + 0,02600x_3 + 0,00781x_4 - 0,78198x_5$$

Kuantil 0,50

$$\hat{Q}_{0,50}(y|x) = -1,31303 + 0,00806x_1 - 0,01215x_2 + 0,01442x_3 + 0,01003x_4 - 1,96369x_5$$

Kuantil 0,75

$$\hat{Q}_{0,75}(y|x) = 2,66718 - 0,05438x_1 + 0,00196x_2 + 0,03702x_3 + 0,01277x_4 - 2,77047x_5$$

Kuantil 0,95

$$\hat{Q}_{0,95}(y|x) = -0,39052 - 0,10957x_1 - 0,01298x_2 + 0,13020x_3 + 0,04335x_4 - 5,25682x_5$$

Interpretasi dari model di atas adalah misalnya menggunakan  $Q_{0,95}$  artinya untuk data dibawah kuantil 0,95 maka sebaiknya digunakan model  $Q_{0,95}$  dimana jika  $x_1$  bertambah satu satuan sedangkan variabel prediktor lainnya tetap maka kasus DBD di daerah dibawah kuantil 0,95 berkurang 0,11.

Dari beberapa kuantil yang ditampilkan terlihat bahwa dalam mempengaruhi DBD, beberapa variabel prediktor mempunyai pengaruh positif dan negatif. Selanjutnya akan dilihat variabel yang signifikan mempengaruhi DBD pada setiap kuantil. Hasil signifikansi parameter disajikan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** *p-value* dari Hasil estimasi parameter

Paramete r	Kuantil ( $\theta$ )				
	0,05	0,25	0,5	0,75	0,95
$\beta_0(\theta)$	0,07925	0,45739	0,40255	0,00013*	0,87793
$\beta_1(\theta)$	0,07957	0,78941	0,71166	0,00000*	0,00458*
$\beta_2(\theta)$	0,00024*	0,23568	0,57266	0,81164	0,71134
$\beta_3(\theta)$	0,00001*	0,16593	0,40973	0,00001*	0,00010*
$\beta_4(\theta)$	0,03962*	0,28754	0,15148	0,00005*	0,00061*
$\beta_5(\theta)$	0,16584	0,55517	0,12414	0,00000*	0,01509*

Berdasarkan hasil signifikasni parameter terlihat bahwa variabel-variabel prediktor yang berpengaruh terhadap DBD untuk tiap kuantil berbeda. Pada kuantil 0,05, variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap persentase DBD adalah variabel persentase rumah tangga miskin, variabel rasio tenaga medis dan variabel rasio sarana kesehatan Puskesmas. Pada kuantil 0,25 dan 0,50 tidak ada variabel yang berpengaruh signifikan terhadap persentase DBD. Pada kuantil 0,75 dan 95 semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap persentase DBD, kecuali variabel persentase rumah tangga miskin.

Model regresi kuantil juga dapat dilihat *goodness of fit* pada tiap kuantil yang disajikan pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Nilai  $R^2$  Pada Tiap Kuantil

Kuantil	0,05	0,25	0,5	0,75	0,95
$R^2$	22%	11%	7%	8%	40%

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) merupakan besaran yang digunakan untuk mengukur kelayakan model regresi dan menunjukkan besar kontribusi variabel  $x$  terhadap perubahan variabel  $y$ . Semakin tinggi nilai  $R^2$  mendekati 1 semakin baik model regresi yang terbentuk. Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa pada model kuantil  $Q_{0,95}$ , memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebanyak 40% lebih besar

dibandingkan dengan model kuantil yang lain. Artinya model ini dapat menjelaskan kasus DBD sebesar 40%.

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa dalam pengambilan suatu kebijakan dalam mengatasi DBD tidak dapat digunakan satu model yang sama untuk seluruh kecamatan di Surabaya karena sebaran data yang heterogen dapat menghasilkan error yang besar. Selain itu diperoleh variabel prediktor yang berbeda untuk tiap kuantil yang signifikan mempengaruhi DBD sehingga treatment dalam mengatasi DBD akan berbeda untuk tiap kuantil.

#### **4.4 Faktor-faktor yang Berpengaruh Terhadap Penyebaran DBD di Kota Surabaya**

Berdasarkan model terbaik yaitu model estimasi regresi kuantil  $Q_{0,95}$ , menunjukkan bahwa variabel presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* ( $X_1$ ) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap persentase kasus DBD di Kota Surabaya. Pada kuantil  $Q_{0,95}$  menunjukkan bahwa koefisien variabel presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* ( $X_1$ ) sebanyak minus 0,10957. Artinya jika presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* di suatu daerah naik sebanyak 1 persen, maka akan menurunkan tingkat persentase DBD sebanyak 0,11 per 1000 penduduk. Hal ini sesuai dengan hipotesis yang diharapkan bahwa kondisi rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti* dapat mengurangi persentase DBD. Kondisi rumah dengan dinding yang terbuat dari kayu memungkinkan lebih banyak lubang untuk masuknya nyamuk. Demikian pula lantai rumah dari tanah menyebabkan kondisi rumah menjadi lembab sehingga menjadi tempat yang ideal bagi nyamuk.

Selanjutnya estimasi regresi kuantil  $Q_{0,95}$ , menunjukkan bahwa variabel presentase rumah tangga miskin ( $X_2$ ) berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap persentase kasus DBD. Kuantil  $Q_{0,95}$  menunjukkan bahwa koefisien variabel presentase rumah tangga miskin ( $X_2$ ) sebanyak minus 0,01. Hal ini berarti bahwa daerah dengan rumah tangga miskin tinggi cenderung memiliki tingkat kerentanan terhadap penyakit DBD lebih sedikit. Hal ini tidak sesuai dengan hipotesis yang diharapkan yaitu rumah tangga miskin dapat meningkatkan persentase kasus

DBD. Ketidaksesuaian hasil ini, diduga disebabkan karena kurang bervariasinya data banyaknya kasus penderita DBD.

Selanjutnya pada kuantil  $Q_{0,95}$  menunjukkan bahwa variabel rasio tenaga medis ( $X_3$ ), berpengaruh positif dan signifikan terhadap kasus DBD. Koefisien rasio tenaga medis (dokter umum) ( $X_3$ ) sebanyak 0,1302. Artinya jika rasio tenaga medis di suatu daerah naik sebanyak 1, maka akan meningkatkan persentase kasus DBD sebanyak 0,13 per 1000 penduduk. Hal ini tidak sesuai dengan hipotesis yang diharapkan bahwa banyaknya tenaga medis dapat menekan tingkat persentase kasus DBD. Ketidaksesuaian hubungan ini, diduga disebabkan karena jumlah tenaga medis yang banyak tidak menjamin kualitas dalam menangani jumlah penyakit DBD yang terus meningkat. Maka untuk menghasilkan tenaga medis yang berkualitas dibutuhkan juga sumber daya manusia yang berkualitas pula. Permasalahan besar tentang SDM adalah inefisiensi dan inefektivitas SDM dalam menanggulangi masalah kesehatan. Walaupun rasio SDM kesehatan telah meningkat, tetapi masih jauh dari target Indonesia Sehat 2010 dan variasinya antar daerah masih tajam (Bappeda Jatim, 2012)

Selanjutnya pada kuantil  $Q_{0,95}$  menunjukkan bahwa variabel rasio banyaknya sarana kesehatan ( $X_4$ ) berpengaruh positif dan signifikan terhadap persentase DBD. Koefisien rasio banyaknya puskesmas ( $X_4$ ) sebanyak 0,0435. Artinya bahwa ada kecenderungan daerah dengan rasio banyaknya sarana kesehatan relatif tinggi, akan diikuti dengan tingkat persentase DBD yang relatif tinggi pula. Hal ini tidak sesuai dengan hipotesis yang diharapkan bahwa banyaknya sarana kesehatan dapat menekan tingkat persentase DBD. Ketidaksesuaian hubungan ini, diduga disebabkan karena jumlah sarana kesehatan yang banyak tidak menjamin akses ke sarana kesehatan yang lebih baik bagi masyarakat. Faktor utama yang menjadi kendala adalah upaya peningkatan derajat kesehatan masyarakat yang masih belum merata disetiap kecamatan. Selain itu, jumlah sarana kesehatan yang banyak namun tidak diikuti dengan pelayanan yang maksimal akan menyebabkan ketimpangan dalam akses sarana kesehatan bagi masyarakat.

Selanjutnya pada kuantil  $Q_{0,95}$  menunjukkan bahwa variabel persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat ( $X_5$ ) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap persentase kasus DBD. Koefisien variabel persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat ( $X_5$ ) sebanyak minus 5,25682. Artinya jika persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat naik sebanyak 1 persen, maka akan menurunkan tingkat persentase DBD sebanyak 5,25 per 1000 penduduk. Artinya ada kecenderungan daerah dengan persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat relatif tinggi akan diikuti tingkat persentase DBD yang relatif lebih rendah. Hal ini sesuai dengan hipotesis yang diharapkan bahwa rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat dapat menurunkan tingkat persentase kasus DBD. Kondisi rumah dengan tempat sampah yang tidak sehat menjadi tempat yang ideal bagi nyamuk.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Model Regresi Kuantil pada faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran DBD di Kota Surabaya disajikan pada model regresi kuantil ( $\theta = 0,05 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75 ; 0,95$ ) secara berturut-turut sebagai berikut :

$$\hat{Q}_{0,05}(y|x) = -0,71046 - 0,00992x_1 - 0,02293x_2 + 0,02487x_3 + 0,00371x_4 - 0,44361x_5$$

$$\hat{Q}_{0,25}(y|x) = -1,23311 - 0,00617x_1 - 0,02735x_2 + 0,02600x_3 + 0,00781x_4 - 0,78198x_5$$

$$\hat{Q}_{0,50}(y|x) = -1,31303 + 0,00806x_1 - 0,01215x_2 + 0,01442x_3 + 0,01003x_4 - 1,96369x_5$$

$$\hat{Q}_{0,75}(y|x) = 2,66718 - 0,05438x_1 + 0,00196x_2 + 0,03702x_3 + 0,01277x_4 - 2,77047x_5$$

$$\hat{Q}_{0,95}(y|x) = -0,39052 - 0,10957x_1 - 0,01298x_2 + 0,13020x_3 + 0,04335x_4 - 5,25682x_5$$

2. Pemodelan kasus DBD di Kota Surabaya dengan menggunakan Regresi Kuantil dan dilakukan pada kuantil 0,05; 0,25; 0,50; 0,75; dan 0,95. Dari hasil pemodelan menggunakan Regresi Kuantil diperoleh estimasi  $\hat{\beta}$  yang berbeda untuk setiap kuantil, artinya didapatkan 5 model untuk mengetahui hubungan antara kasus DBD dengan persentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes Aegypti*, persentase rumah tangga miskin, rasio tenaga medis, rasio sarana kesehatan dan persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat.
3. Pada kuantil 0,05, variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap persentase DBD adalah variabel persentase rumah tangga miskin, variabel rasio tenaga medis dan variabel rasio sarana kesehatan. Pada kuantil 0,25 dan 0,50 tidak ada variabel yang berpengaruh signifikan terhadap persentase DBD. Pada kuantil 0,75 dan 95 semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap persentase DBD, kecuali variabel persentase rumah tangga miskin.

## **5.2 Saran**

Penelitian ini estimasi parameter regresi kuantil diperoleh dengan menggunakan metode simpleks untuk data dengan jumlah kecil, pada penelitian selanjutnya bisa dilakukan untuk jumlah data besar dan memiliki variabel yang banyak. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengkaji tentang hubungan fungsional regresi kuantil dalam metode nonparametrik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abrevaya, J. (2001), "The Effects of Demographics and Maternal Behavior on The Distribution of Birth Outcomes", *Empirical Economics*, Springer, Vol. 26, No.1, hal: 247-257
- Badan Pusat Statistik. (2013), Data dan Informasi Kemiskinan Kabupaten/Kota Tahun 2012, Badan Pusat Statistik, Surabaya.
- Bintariningrum M.F dan Budiantara I. N. (2014), "Pemodelan Regresi Nonparametrik Spline *Truncated* dan Aplikasinya pada Angka Kelahiran Kasar di Surabaya", *Jurnal Sains Dan Seni Pomits* Vol. 3, No.1, hal. 2337-3520.
- Budiantara, I. N. (2009). "Spline Dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik. Sebuah Permodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang". *Pidato Pengukuhan Untuk Jabatan Guru Besar Dalam Bidang Ilmu Matematika Statistika dan Probabilitas, Pada Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya: ITS Press.
- Budiantara, I. N. dan Subanar, (1998). "Estimator Spline Terbobot", *Majalah Ilmiah Himpunan Matematika Indonesia*, hal. 35-45.
- Budiantara, I. N., Mariati, N.P.A.M, Ratnasari, V., Ismaini, Z., Ratna, M., Sudiarsa, I.W. , Mardianto, M.F.F., dan Hendayanti, N.P.N, (2015), "Comparison Truncated Spline and Fourier Series in Multivariable Nonparametric Regression Models (Application: Data of Poverty in Papua, Indonesia)", *International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS-IJENS*, Vol. 15, No. 04, hal. 9-12.
- Chen, C. dan Wei, Y. (2005), Computational Issues for Quantile Regression, *The Indian Journal of Statistics*, Volume 67, Part 2, pp 399-417.
- Davino, Furno dan Vistocco, (2014). *Quantile regression (Theory and application)*. Stanford Weisberg.
- Dinkes Jatim (2013), *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012*, Dinkes Provinsi Jatim, Surabaya.

- Djuraidah A. dan Rahman L.O.A. (2009). “Regresi Kuantil Spline Untuk Pemodelan Nilai Ekstrim Pada Pencemaran Udara PM<sub>10</sub> Di Kota Surabaya”, *Seminar Nasional Statistika IX*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Eubank, R. (1988), *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*, Marcel Dekker, New York
- Eubank, R. (1999), *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*, Volume 157, 2<sup>nd</sup> edition, Marcel Dekker, Inc., New York
- Furno, M. (2007), *Parameter Instability in Quantile Regression*, *Statistical Modelling*, 7(4):345-362.
- Ghozali, Imam. (2013), *Aplikasi Analisis Multivariat dengan Program SPSS*. Edisi ketujuh. Semarang
- Goh, S. C. dan Knight, K. (2009). “Nonstandard Quantile-Regression Inference”. *Econometric Theory*. Vol. 25, hal. 1415-1432
- Goldameir, N.E. (2015), *Pemodelan Statistical Downscaling Dengan Regresi Kuantil Spline Untuk Prediksi Curah Hujan Ekstrim di Kabupaten Indramayu*. Tesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hardle, W, (1990), *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge University Press. New York.
- Kementrian Kesehatan RI (2010), *Buletin Jendela Epidemiologi*, Vol.2, Kemen-kes RI, Jakarta.
- Koenker, R. (2005), *Quantile Regression, Econometric Society Monographs*, Vol 38, Cambridge University Press, 349 pp.
- Koenker, R. dan Billias, Y., (2001). “Quantile Regression for Duration Data: A Reappraisal of The Pennsylvania Reemployment Bonus Experiments”, *Empirical Economics*, Springer, Vol. 26, No. 1, hal: 199-220.
- Koenker, R., Ng, P. dan Portnoy, S. (1994), *Quantile smoothing splines*. *Biometrika* 81, 673–680.
- Machado, J. A. F. dan Mata, J., (2001), “Earning Functions In Portugal 1982-1994: Evidence From Quantile Regressions”, *Empirical Economics*, Vol. 26, No.1, hal: 115-134.

- Mubarak, R. (2012), “Analisis Regresi Spline Multivariabel untuk Pemodelan Kematian Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jawa Timur”, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.1, No.1, hal: 224-229.
- Navianti, D.R. (2014), *Regresi Kuantil dengan Metode Sparsity Untuk Memodelkan Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia*. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Oh, H.-S., Nychka, D.W. dan Lee, T.C.M. (2011). “Fast Nonparametric Quantile Regression with Arbitrary Smoothing Methods”. *Journal of Computational and Graphical Statistik*, Vol. 20, hal: 510-526
- Pradhani, F.A. (2016), *Perbandingan Model Neural Networks dengan Poisson Regression dan Negative Binomial Regression Pada Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Surabaya*. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rahmawati R., Kartono, Sulisty R.H., Noranita B., Sarwoko E.A., dan Wardaya A.Y., (2012),”Analisis Pengaruh Karakteristik Wilayah (Kelurahan) Terhadap Banyaknya Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Kota Semarang”, *Media Statistika*, Vol. 5, No. 2, hal. 87-93.
- Rory, (2016), *Regresi Campuran Nonparametrik Spline Linier Truncated dan Fungsi Kernel untuk Pemodelan Data Kemiskinan di Provinsi Papua*. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sugiantari, A. P., dan Budiantara, I. N. (2013), “Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Jawa Timur Menggunakan Regresi Semiparametrik Spline”. *Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya.
- Yussanti, N. (2012), *Pemodelan DBD di Jawa Timur Berdasarkan Faktor Iklim dan Sosio Ekonomi dengan Pendekatan Regresi Panel Semiparametrik*. Tugas Akhir Statistika, ITS, Surabaya.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

Lampiran 1. Data Kasus DBD di Kota Surabaya Tahun 2013 dan faktor-faktor yang mempengaruhinya

No	Kecamatan	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	Sukomanunggal	0.794	79.87	6.8	71.03	97.03	0.24
2	Tandes	2.793	86.37	7.39	85.72	97.66	0.24
3	Asemrowo	0.26	84.63	9.19	70.97	96.51	0.23
4	Benowo	0.946	81.4	6.68	55.43	100	0.23
5	Pakal	0.504	92.25	5.07	87.86	41.54	0.21
6	Lakarsantri	0.165	92.09	10.28	74.68	75.17	0.36
7	Sambikerep	0.703	97.76	9.4	90.4	86.11	0.29
8	Genteng	0.263	95.05	13.56	87.9	74.55	0.53
9	Tegalsari	2.096	79.24	13.74	72.93	66.98	0.2
10	Bubutan	0.278	76.19	12.52	72.14	87.93	0.2
11	Simokerto	0.632	91.2	24.41	77.29	99.64	0.25
12	Pabean Cantikan	0.363	87.43	23.03	67	69.51	0.21
13	Semampir	1.021	94.5	28	80.01	76.29	0.18
14	Krembangan	0.306	87.67	13.17	73.53	99.83	0.03
15	Bulak	0.534	74.15	8.44	74.15	87.56	0.2
16	Kenjeran	1.13	81.93	8.57	74.62	90.35	0.29
17	Tambaksari	0.498	98.78	12.87	87.3	98.62	0.12
18	Gubeng	0.766	79.23	5.83	78.84	85.8	0.15
19	Rungkut	1.256	96.14	10.13	92.72	96.98	0.2
20	Tenggiling	0.716	100	4.87	82.9	81.05	0.14
21	Gunung Anyar	1.427	100	9.75	100	100	0.2
22	Sukolilo	0.81	88.58	10.66	80.8	74.75	0.23
23	Mulyorejo	4.401	89.87	7.17	89.87	95.39	0.21
24	Sawahan	2.455	89.53	11.98	82.19	85.06	0.3
25	Wonokromo	0.485	88.11	10.12	83.65	94.38	0.29
26	Karang Pilang	0.656	97.27	7.26	90.94	35.35	0.2
27	Dukuh Pakis	1.452	95.96	10.41	78	76.95	0.19
28	Wiyung	1.127	85.36	6.98	76.71	88.83	0.32
29	Gayungan	1.371	97.64	5.79	96	97.98	0.29
30	Wonocolo	0.899	94.07	6.53	92.85	98.1	0.37
31	Jambangan	0.753	80.29	9.35	80.28	100	0.32

Keterangan:

$y$  = Persentase kasus DBD di Kota Surabaya tahun 2013

$x_1$  = Persentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes*

$x_2$  = Persentase rumah tangga miskin

$x_3$  = Rasio tenaga medis

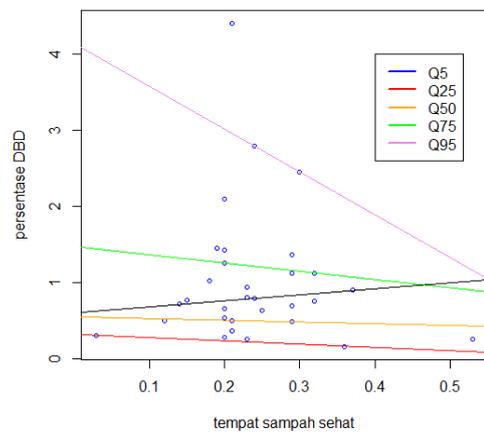
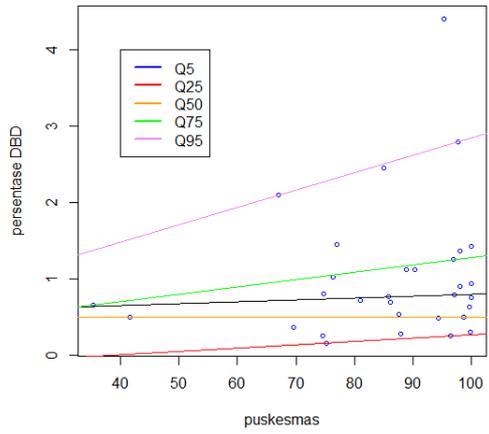
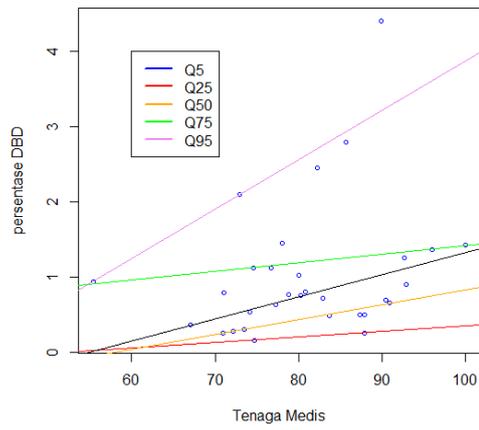
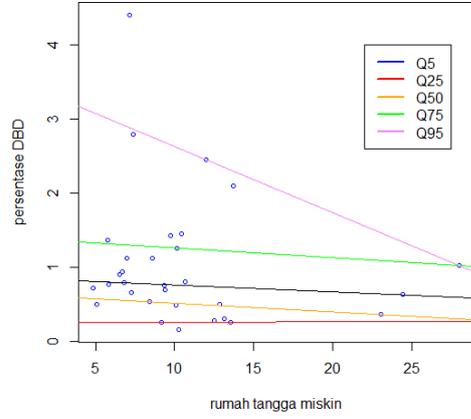
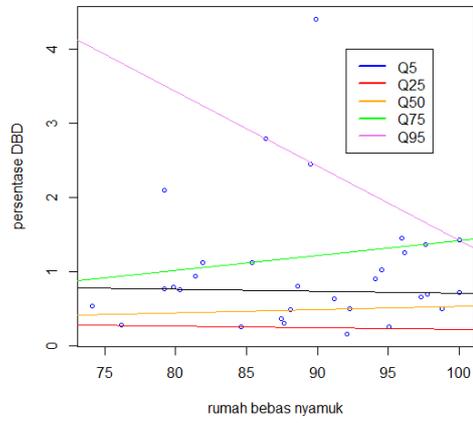
$x_4$  = Rasio sarana kesehatan

$x_5$  = Persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat

Lampiran 2. Data kasus DBD pada tiap kuantil di Kota Surabaya Tahun 2013 dan faktor-faktor yang mempengaruhinya

No	Kecamatan	$y$	$\hat{Q}_{0,05}$	$\hat{Q}_{0,25}$	$\hat{Q}_{0,5}$	$\hat{Q}_{0,75}$	$\hat{Q}_{0,95}$
1	Sukomanunggal	0.794	0.361003	0.505112	0.774507	1.541298	2.961927
2	Tandes	2.793	0.650672	0.835781	1.037875	1.740858	4.182005
3	Asemrowo	0.26	0.26	0.412588	0.797396	1.305978	2.431549
4	Benowo	0.946	-0.02396	0.124335	0.612784	0.946	0.946
5	Pakal	0.504	0.504	0.504	0.640193	0.862036	1.571632
6	Lakarsantri	0.165	0.116483	0.165	0.428406	0.407036	0.474655
7	Sambikerep	0.703	0.542979	0.703	0.958685	1.012611	2.753735
8	Genteng	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.908468
9	Tegalsari	2.096	0.161751	0.165268	0.489598	1.386455	2.096
10	Bubutan	0.278	0.278	0.360445	0.678624	1.788286	3.251259
11	Simokerto	0.632	0.005809	0.128888	0.748732	1.19706	2.367484
12	Pabean Cantikan	0.363	-0.27502	-0.2816	0.363	0.744377	0.363
13	Semampir	1.021	-0.0971	-0.04647	0.674143	1.021	1.669303
14	Krempangan	0.306	0.303295	0.533855	1.236514	1.839736	3.575365
15	Bulak	0.534	0.440393	0.534	0.737013	1.96091	3.773419
16	Kenjeran	1.13	0.342328	0.446097	0.656175	1.341793	2.628264
17	Tambaksari	0.498	0.498	0.751782	1.33939	1.479961	3.629209
18	Gubeng	0.766	0.582124	0.721378	0.957816	1.969217	4.047864
19	Rungkut	1.256	0.680239	0.908577	1.256	1.576214	4.168111
20	Tenggilis	0.716	0.485856	0.695881	1.167408	0.955217	2.159782
21	Gunung Anyar	1.427	0.842907	1.108041	1.427	1.673647	4.828859
22	Sukolilo	0.81	0.350919	0.433758	0.734814	1.180006	2.316338
23	Mulyorejo	4.401	0.729096	0.933866	1.164735	1.75785	4.401
24	Sawahan	2.455	0.352972	0.453681	0.712457	1.120154	2.455
25	Wonokromo	0.485	0.485	0.631851	0.857798	1.394534	3.281379
26	Karang Pilang	0.656	0.462077	0.452729	0.656	0.656	1.178425
27	Dukuh Pakis	1.452	0.239689	0.37074	0.857578	0.813467	1.452
28	Wiyung	1.127	0.377783	0.487459	0.659111	1.127	2.321599
29	Gayungan	1.371	0.81021	1.040757	1.201404	1.371	4.057381
30	Wonocolo	0.899	0.715279	0.899	0.962328	1.229866	3.613474
31	Jambangan	0.753	0.503953	0.633915	0.753	1.682187	3.795356

### Lampiran 3. Plot Regresi Kuantil



#### Lampiran 4. *Syntax* Metode Regresi Kuantil dengan Menggunakan Program R

```
library(quantreg)

data=read.csv("D:/DBD.csv", sep=",")

k1=rq(y~x1+x2+x3+x4+x5, data=data,
tau=c(0.05,0.25,0.5,0.75,0.95))

summary(k1, se="iid")

###yhat

error=residuals(k1)

prediksi=fitted(k1)

#plot

attach(data)

x1<-data[,2]

y<-data[,1]

plot(x1, y, type="n", xlab="rumah bebas nyamuk",
ylab="persentase DBD")

points(x1, y, cex=0.70, col="blue")

abline(rq(y~x1, tau=0.05), col="red")

abline(rq(y~x1, tau=0.25), col="orange")

abline(rq(y~x1, tau=0.5), col="black")

abline(rq(y~x1, tau=0.75), col="green")

abline(rq(y~x1, tau=0.95), col="violet")

legend(94, 190, c("Q5", "Q25", "Q50", "Q75", "Q95"),
lty=c(1,1), lwd=c(2.2), col=c("blue", "red", "orange", "green",
, "violet"))

#plot

attach(data)

x2<-data[,3]
```

#### Lampiran 4. *Syntax* Metode Regresi Kuantil dengan Menggunakan Program R (Lanjutan)

```
abline(rq(y~x2, tau=0.05), col="red")
abline(rq(y~x2, tau=0.25), col="orange")
abline(rq(y~x2, tau=0.5), col="black")
abline(rq(y~x2, tau=0.75), col="green")
abline(rq(y~x2, tau=0.95), col="violet")
legend(22, 170, c("Q5", "Q25", "Q50", "Q75", "Q95"),
lty=c(1,1), lwd=c(2.2), col=c("blue", "red", "orange", "green",
, "violet"))
#plot
attach(data)
x3<-data[,4]
y<-data[,1]
plot(x3, y, type="n", xlab="tenaga medis",
ylab="persentase DBD")
points(x3, y, cex=0.70, col="blue")
abline(rq(y~x3, tau=0.05), col="red")
abline(rq(y~x3, tau=0.25), col="orange")
abline(rq(y~x3, tau=0.5), col="black")
abline(rq(y~x3, tau=0.75), col="green")
abline(rq(y~x3, tau=0.95), col="violet")
legend(79, 170, c("Q5", "Q25", "Q50", "Q75", "Q95"),
lty=c(1,1), lwd=c(2.2), col=c("blue", "red", "orange", "green",
, "violet"))
#plot
attach(data)
x4<-data[,5]
y<-data[,1]
plot(x4, y, type="n", xlab="puskesmas", ylab="persentase
DBD")
points(x4, y, cex=0.70, col="blue")
abline(rq(y~x4, tau=0.05), col="red")
abline(rq(y~x4, tau=0.25), col="orange")
abline(rq(y~x4, tau=0.5), col="black")
abline(rq(y~x4, tau=0.75), col="green")
abline(rq(y~x4, tau=0.95), col="violet")
legend(25000, 180, c("Q5", "Q25", "Q50", "Q75", "Q95"),
lty=c(1,1), lwd=c(2.2), col=c("blue", "red", "orange", "green",
, "violet"))
#plot
attach(data)
x5<-data[,6]
y<-data[,1]
plot(x5, y, type="n", xlab="tempat sampah sehat",
ylab="persentase DBD")
```

Lampiran 4. *Syntax* Metode Regresi Kuantil dengan Menggunakan Program R (Lanjutan)

```
points(x5, y, cex=0.70, col="blue")
abline(rq(y~x5, tau=0.05), col="red")
abline(rq(y~x5, tau=0.25), col="orange")
abline(rq(y~x5, tau=0.5), col="black")
abline(rq(y~x5, tau=0.75), col="green")
abline(rq(y~x5, tau=0.95), col="violet")
legend(60, 180, c("Q5", "Q25", "Q50", "Q75", "Q95"),
lty=c(1,1), lwd=c(2.2), col=c("blue", "red", "orange", "green",
"violet"))
abline(rq(y~x4, tau=0.25), col="orange")

abline(rq(y~x4, tau=0.5), col="black")

abline(rq(y~x4, tau=0.75), col="green")

abline(rq(y~x4, tau=0.95), col="violet")

legend(25000, 180, c("Q5", "Q25", "Q50", "Q75", "Q95"),
lty=c(1,1), lwd=c(2.2), col=c("blue", "red", "orange", "green",
"violet"))
```

Lampiran 5. *Output* koefisien korelasi, Estimasi dengan metode *Ordinary Least Square (OLS)* dan Nilai *Variance Inflation Factor (VIF)*

Correlation: y; x1; x2; x3; x4; x5					
	y	x1	x2	x3	x4
x1	0,025 0,893				
x2	-0,158 0,397	0,070 0,708			
x3	0,263 0,153	0,694 0,000	-0,217 0,240		
x4	0,160 0,388	-0,160 0,389	-0,042 0,821	-0,055 0,770	
x5	-0,044 0,813	0,051 0,784	-0,077 0,680	0,162 0,385	-0,005 0,981

---

Estimasi dengan metode *Ordinary Least Square (OLS)* dan Nilai *Variance Inflation Factor (VIF)*

Coefficients

Term	Coef	SE	Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0,02	2,33		0,01	0,992	
x1	-0,0316	0,0326		-0,97	0,343	2,21
x2	-0,0066	0,0322		-0,20	0,840	1,17
x3	0,0431	0,0260		1,65	0,111	2,31
x4	0,0077	0,0103		0,75	0,459	1,03
x5	-1,08	1,87		-0,58	0,570	1,03

Regression Equation

$$y = 0,02 - 0,0316 x1 - 0,0066 x2 + 0,0431 x3 + 0,0077 x4 - 1,08 x5$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	y	Fit	Resid	Std Resid
23	4,401	1,518	2,883	3,40 R

R Large residual

## Lampiran 6. Output Metode Reresi Kuantil

tau: [1] 0.05

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-0.71046	0.38830	-1.82968	0.07925
x1	-0.00992	0.00543	-1.82757	0.07957
x2	-0.02293	0.00535	-4.28432	0.00024
x3	0.02487	0.00433	5.74260	0.00001
x4	0.00371	0.00171	2.17111	0.03962
x5	-0.44361	0.31078	-1.42739	0.16584

#r-square  
0.2252815

tau: [1] 0.25

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.23311	1.63357	-0.75486	0.45739
x1	-0.00617	0.02284	-0.26996	0.78941
x2	-0.02735	0.02251	-1.21509	0.23568
x3	0.02600	0.01822	1.42709	0.16593
x4	0.00781	0.00718	1.08668	0.28754
x5	-0.78198	1.30747	-0.59808	0.55517

#r-square  
0.1118809

tau: [1] 0.5

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.31303	1.54193	-0.85155	0.40255
x1	0.00806	0.02156	0.37386	0.71166
x2	-0.01215	0.02125	-0.57166	0.57266
x3	0.01442	0.01720	0.83844	0.40973
x4	0.01003	0.00678	1.47959	0.15148
x5	-1.96369	1.23413	-1.59116	0.12414

#r-square  
0.07572522

Lampiran 6. *Output* Metode Reresi Kuantil (Lanjutan)

tau: [1] 0.75

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	2.66718	0.59022	4.51898	0.00013
x1	-0.05438	0.00825	-6.58959	0.00000
x2	0.00196	0.00813	0.24084	0.81164
x3	0.03702	0.00658	5.62343	0.00001
x4	0.01277	0.00260	4.92156	0.00005
x5	-2.77047	0.47240	-5.86469	0.00000

#r-square  
0.08053899

tau: [1] 0.95

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-0.39052	2.51667	-0.15517	0.87793
x1	-0.10957	0.03519	-3.11401	0.00458
x2	-0.01298	0.03468	-0.37430	0.71134
x3	0.13020	0.02807	4.63842	0.00010
x4	0.04335	0.01107	3.91661	0.00061
x5	-5.25682	2.01429	-2.60976	0.01509

#r-square  
0.4037977

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika FMIPA ITS:

Nama : Abdul Malik Balami  
NRP : 1315201022  
Program Studi : Magister Statistika

menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari publikasi lainnya yaitu:

Sumber : 1. Dinas Kesehatan Kota Surabaya  
2. Badan Pusat Statistik Kota Surabaya

Keterangan : 1. Profil Kesehatan Kota Surabaya Tahun 2013  
2. Data dan Informasi Kemiskinan Kabupaten/Kota Tahun 2012

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017

Mengetahui

Pembimbing Tesis

Mahasiswa

Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si  
NIP. 19681124 199412 1 001

Abdul Malik Balami  
NRP. 13 152010 22

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Kota Ambon Provinsi Maluku, pada 1 Oktober 1992, merupakan putra ketiga dari tiga bersaudara buah cinta dari pasangan Drs. Ali Balami dan Aeni Ismail. Pendidikan formal yang pernah ditempuh di SD Negeri 3 Ambon (1999-2000), kemudian pindah ke SD Al-Hilal II Ambon (2000-2004), SMP Negeri 14 Ambon (2004-2007) dan SMA Negeri 11 Ambon (2007-2010). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan tinggi di Jurusan Matematika Universitas Pattimura (2010-2014).

Pada tahun 2015, penulis mendapat kesempatan untuk melanjutkan studi S2 di Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Karena kesempatan, dukungan keluarga dan teman-temanlah yang mendorong penulis untuk melanjutkan studi S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pembaca yang ingin memberikan kritik, saran dan pertanyaan mengenai penelitian ini, dapat menghubungi penulis melalui email [abdulmalikbalami@gmail.com](mailto:abdulmalikbalami@gmail.com)

Surabaya, Juli 2017

Abdul Malik Balami