

**PEMODELAN PENYAKIT CAMPAK DI PROVINSI JAWA TIMUR  
DENGAN REGRESI HURDLE NEGATIVE BINOMIAL**

**SKRIPSI**

**OLEH  
LIZA NUR AIDA  
NIM. 17610074**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2021**

**PEMODELAN PENYAKIT CAMPAK DI PROVINSI JAWA TIMUR  
DENGAN REGRESI HURDLE NEGATIVE BINOMIAL**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**OLEH  
LIZA NUR AIDA  
NIM. 17610074**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2021**

**PEMODELAN PENYAKIT CAMPAK DI PROVINSI JAWA TIMUR  
DENGAN REGRSI HURDLE NEGATIVE BINOMIAL**

**SKRIPSI**

**Oleh**  
**Liza Nur Aida**  
**NIM. 17610074**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal 24 Juni 2021

Pembimbing I,



Ria Dhea Layla Nur K., M.Si  
NIDT. 19900709 20180201 2 228

Pembimbing II,



Erna Herawai, M.Pd  
NIP. 19760723201802012222

Mengetahui  
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si  
NIP. 19650414 200312 1 001

**PEMODELAN PENYAKIT CAMPAK DI PROVINSI JAWA TIMUR  
DENGAN REGRSI HURDLE NEGATIVE BINOMIAL**

**SKRIPSI**

**Oleh  
Liza Nur Aida  
NIM. 17610074**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)  
Tanggal 24 Juni 2021

Penguji Utama : Dr. Sri Harini, M.Si



Ketua Penguji : Abdul Aziz, M.Si



Sekretaris Penguji : Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si



Anggota Penguji : Erna Herawati, M.Pd



Mengetahui  
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si  
NIP. 19650414200312 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Liza Nur Aida

NIM : 17610074

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul skripsi : Pemodelan Penyakit Campak di Provinsi Jawa Timur dengan Regresi Hurdle negative Binomial.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan atau daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 30 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,



Liza Nur Aida  
NIM. 17610074

## **MOTTO**

“Sukses terdiri dari rentetan kegagalan, tanpa kehilangan antusiasme”

## **PERSEMBAHAN**

Dengan rasa syukur alhamdulillah, skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tua penulis dan keluarga yang selalu memberikan doa dan berbagai macam dukungan yang tidak dapat penulis balas dengan apapun.

Para dosen yang senantiasa memberikan ilmunya tanpa pamrih dan para teman dan sahabat yang selalu memberikan semangat dan dukungan demi terselesaikan skripsi ini.

## **KATA PENGANTAR**

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik, serta hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada bidang Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang telah menunjukkan manusia dari jalan yang gelap gulita menuju jalan yang terang benderang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Abd. Haris, M.Ag. selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang sudah memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan solusi dalam menyelesaikan skripsi ini serta meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.



5. Erna Herawati, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan bimbingan, arahan, dan berbagai ilmu kepada penulis.
6. Segenap civitas akademika Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Segenap keluarga terutama Ayah dan Ibu yang sudah memberikan dukungan doa dan lainnya.
8. Seluruh sahabat dan teman-teman yang sudah memberikan bantuan, semangat, dan motivasi selama pengerjaan skripsi hingga selesai.
9. Seluruh pihak yang sudah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun bagi penulis serta dapat dijadikan sebagai penambah wawasan ilmu matematika terutama dalam bidang statistik.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Malang, 30 Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                             |             |
| <b>HALAMAN PENGAJUAN</b>                         |             |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>                       |             |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>                        |             |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b>       |             |
| <b>HALAMAN MOTTO</b>                             |             |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>                       |             |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                       | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                           | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                        | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                        | <b>xiii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                             | <b>xiv</b>  |
| <b>ABSTRACT.....</b>                             | <b>xv</b>   |
| <b>ملخص.....</b>                                 | <b>xvi</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                    | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....                          | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                         | 5           |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                      | 5           |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                     | 5           |
| 1.5 Batasan Masalah .....                        | 5           |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                  | 6           |
| <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>               | <b>7</b>    |
| 2.1 Regresi Hurdle Negative Binomial (HNB) ..... | 7           |
| 2.1.1 Estimasi Parameter Regresi HNB .....       | 9           |
| 2.1.2 Uji Parameter Model Regresi HNB .....      | 11          |
| 2.1.3 Multikolinieritas .....                    | 13          |
| 2.1.4 Akaike’s Information Criterion (AIC).....  | 14          |
| 2.2 Campak.....                                  | 14          |
| 2.3 Kajian Integrasi Islam.....                  | 18          |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>           | <b>20</b>   |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.1 Pendekatan Penelitian .....  | 20        |
| 3.2 Sumber Data .....  | 20        |
| 3.3 Variabel Penelitian .....  | 20        |
| 3.4 Tahapan Penelitian .....   | 21        |
| 3.5 Diagram Alur Penelitian .....  | 22        |
| <b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>  | <b>23</b> |
| 4.1 Analisis Deskriptif .....  | 23        |
| 4.2 Pemodelan Jumlah Kasus campak dengan regresi <i>Hurdle Negative Binomial</i> ..... | 29        |
| 4.2.1 Pemeriksaan Overdispersi .....   | 29        |
| 4.2.2 Pemeriksaan Multikolinieritas .....  | 29        |
| 4.2.3 Pemodelan Regresi <i>Hurdle Negative Binomial</i> Data Tersensor .....           | 30        |
| 4.2.4 Uji Signifikansi Parameter .....   | 31        |
| 4.2.5 Hasil dan Interpretasi Model .....   | 35        |
| 4.3 Kajian Estimasi Parameter Pada Regresi Menurut Al-Qur'an .....                     | 35        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>   | <b>38</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 38        |
| 5.2 Saran .....  | 38        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>40</b> |

## **DAFTAR TABEL**

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 3.1  | Variabel Penelitian .....                      | 16 |
| Tabel 4. 1 | Analisis Deskriptif Variabel Penelitian.....   | 25 |
| Tabel 4. 2 | Pemeriksaan Multikolinieritas dengan VIF ..... | 29 |
| Tabel 4. 3 | Estimasi Parameter.....                        | 30 |
| Tabel 4. 4 | Estimasi Parameter Variabel Signifikan .....   | 33 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 4. 1 | Peta Persebaran Kasus Penyakit Campak di Provinsi Jawa Timur 2019 ..... | 23 |
| Gambar 4. 2 | Diagram Lingkaran Kasus Campak Jatim 2019.....                          | 24 |
| Gambar 4. 3 | Histogram Variabel Y .....  | 24 |
| Gambar 4. 4 | Diagram garis Jumlah Kasus Penyakit Campak JATIM 2019.....              | 25 |
| Gambar 4. 5 | Presentase Pemberian Vit. A.....  | 26 |
| Gambar 4. 6 | Persentase Imunisasi Campak .....                                       | 27 |
| Gambar 4. 7 | Jumlah Balita Kurang Gizi JATIM 2019 .....                              | 27 |
| Gambar 4. 8 | Kepadatan Penduduk di Jawa Timur.....                                   | 28 |
| Gambar 4. 9 | Persentase Keluarga dengan Akses Sanitasi .....                         | 28 |

## ABSTRAK

Aida, Liza Nur. 2021. **Pemodelan Penyakit Campak di Provinsi Jawa Timur dengan Regresi Hurdle Negative Binomial**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si (2) Erna Herawati, M.Pd.

**Kata Kunci:** *Excess Zero, Hurdle Negative Binomial, Campak, Two Part Models*

Campak merupakan salah satu penyakit yang dapat menimbulkan kejadian luar biasa. Beberapa tahun terakhir, angka campak sudah mengalami penurunan sehingga pada tahun 2019 bisa dikatakan jarang terjadi sehingga banyak observasi bernilai nol. Model regresi *Hurdle Negative Binomial* (HNB) adalah metode yang dapat digunakan untuk mengatasi data *count* yang mengalami *excess zero* dan overdispersi. Metode ini merupakan solusi ketika data *count* tidak bisa dimodelkan dengan regresi *Poisson*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pemodelan penyakit campak dengan regresi HNB dan mengetahui variabel yang mempengaruhi penyakit campak di Jawa Timur. Model HNB ini menggunakan pendekatan dua bagian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bagian pertama dengan model logit variabel yang berpengaruh terhadap ditemukannya atau tidak penyakit campak adalah variabel pemberian vitamin A. Pada bagian kedua dengan model log menunjukkan setiap penambahan satu kasus balita kurang gizi akan meningkatkan jumlah kasus penyakit campak sebanyak 1,0004 kali dan setiap penambahan  $1km^2$  kepadatan penduduk akan meningkatkan campak sebanyak 1,0035 kali.

## ABSTRACT

Aida, Liza Nur. 2021. **Measles Disease Modeling in East Java Province with Hurdle Negative Binomial Regression**. Thesis. Mathematics Department, Science and Technology Faculty, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (1) Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si (2) Erna Herawati, M.Pd.

**Keywords:** *Excess Zero, Hurdle Negative Binomial, Measles, Two Part Models*

Measles is a disease that can cause extraordinary events. In recent years, the measles rate has decreased so that in 2019 it can be said to be rare so that many observations are worth zero. Hurdle Negative Binomial (HNB) regression model is a method that can be used to overcome count data that has excess zero and overdispersion. This method is a solution when the count data cannot be modeled with Poisson regression. The purpose of this study is to determine the modeling of measles with HNB regression and to determine the variables that affect measles in East Java. The HNB model uses a two-part approach. The results showed that in the first part with the logit model the variable that affected the discovery or not of measles was the variable of giving vitamin A. In the second part, the log model showed that each addition of one case of undernourished children under five will increase the number of measles cases by 1,0004 times. and every  $1 \text{ km}^2$  increase in population density will increase measles by 1,0035 times.

## ملخص

عايدة, ليذا نور. ١, ٢, ١, ٢. نمذجة مرض الحصبة في مقاطعة جاوة الشرقية مع عقبة الانحدار السلبي  
ذي الحدين. البحث العلمي. قسم الرياضيات, كلية العلوم والتكنولوجيا, جامعة مولانا مالك  
ابراهيم الاسلامية الحكومية في مالانغ. المشرف: (١) رياضيا ليلي نور كريسما, الماجستير.  
(٢) ارنا هراوتي, الماجستير.

الكلمات الرئيسية: زيادة صفرية ، عقبة ذات حدين سلبي ، حصبة ، نموذج من جزأين

الحصبة مرض يمكن أن يسبب أحداثاً غير عادية. في السنوات الأخيرة ، انخفض معدل الإصابة بالحصبة بحيث يمكن القول في عام 2019 أنه نادر الحدوث ، لذا فإن العديد من الملاحظات تساوي صفراً. هو طريقة يمكن استخدامها للتغلب على بيانات العد التي تحتوي (HNB) نموذج الانحدار ذو الحدين السالب على صفر زائد وتشتيت مفرط. تعتبر هذه الطريقة حلاً عندما لا يمكن نمذجة بيانات العد باستخدام انحدار وتحديد المتغيرات التي تؤثر HNB بواسون. الغرض من هذه الدراسة هو تحديد نمذجة الحصبة مع انحدار نهجاً من جزأين. أظهرت النتائج أنه في الجزء الأول HNB على الحصبة في جاوة الشرقية. يستخدم نموذج من النموذج اللوغاريتمي ، كان المتغير الذي أثر في اكتشاف الحصبة من عدمه هو متغير إعطاء فيتامين أ. سيزيد عدد حالات الحصبة بمقدار 1.0004 مرة ، وكل زيادة قدرها كيلومتر واحد في الكثافة السكانية ستزيد من الإصابة بالحصبة بمقدار 1.0035 مرة.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Campak merupakan penyakit PD3I yang disebabkan oleh *Morbilivirus* dengan tanda-tanda gejala batuk, pilek, demam, dan mata merah (konjungtivitis) lalu menimbulkan ruam di sekujur tubuh biasanya terjadi pada anak-anak. Penularan ini bisa terjadi melalui udara yang tercemar oleh sekresi orang yang terinfeksi. Campak merupakan penyakit menular yang biasanya menimbulkan kejadian luar biasa (KLB). Selain itu, campak juga merupakan penyebab kematian tertinggi pada anak, bisa menular sejak masa prodromal (4 hari sebelum muncul ruam) sampai 4 hari setelah munculnya ruam. Kebanyakan campak menyerang anak-anak dari usia pra-sekolah hingga usia sekolah dasar (Dinkes Jatim, 2018).

Menurut data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), terdapat 11.521 kasus campak pada tahun 2013 yang mengalami penurunan dari 15.987 pada tahun 2012. Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah kematian akibat campak secara global juga menurun hingga 78%, pada tahun 2012 penurunan kasus kematian dari 2000 kasus menjadi 1022 kasus kematian. Kasus campak positif tertinggi di Indonesia yaitu pada tahun 2017 mencapai 449 kejadian pada bulan Januari (Kemenkes, 2019). Namun, setelah pemerintah melaksanakan kampanye imunisasi massal campak pada Agustus hingga September, kejadian positif campak mulai menurun. Kasus campak positif berturut-turut menurun mulai 52 kasus pada Agustus, 20 kasus pada September, 9 kasus pada Oktober, 2 kasus pada November, serta 6 kasus pada Desember 2017.

Penanganan kasus campak terbagi menjadi tiga tahap yaitu reduksi, eliminasi, dan eradikasi. Saat ini Indonesia berada dalam fase tahap eliminasi. Kegiatan yang dilakukan di tahap ini adalah cakupan imunisasi > 95%. Menurut data yang dipublikasikan oleh Kementerian Kesehatan, provinsi di Indonesia yang berhasil melaksanakan hingga 95% program imunisasi MR adalah Jawa Tengah, DKI Jakarta, Lampung, Gorontalo, Sulawesi Utara, Sulawesi tengah, Bali, dan Banten. Tahap terakhir dari penanggulangan penyakit ini adalah eradikasi dimana cakupan imunisasi merata dan sangat tinggi (Hernowo, 2015). Selanjutnya, dalam rangka mengurangi mata rantai penularan campak, pemerintah juga telah memetakan

wilayah rawan campak hingga wilayah yang tidak terancam campak. Selain itu, untuk mengurangi risiko kejadian luar biasa (KLB) campak, perlu dilakukan upaya untuk mempersempit celah imun, terutama di daerah beresiko tinggi. Salah satunya adalah mengendalikan wabah melalui Mop Up, ORI atau respon imun (Anung, 2018).

Masalah kesehatan biasanya dipengaruhi tiga faktor yang disebut segitiga epidemiologi. Hal tersebut antara lain bibit penyakit, lingkungan yang memungkinkan bakteri berkembang, dan perilaku manusia yang tidak peduli terhadap bibit penyakit dan lingkungan (Irwan, 2017). Campak perlu dicegah sesegera mungkin agar tidak ada penambahan kasus. Upaya untuk mengurangi jumlah campak adalah dengan mengetahui pola hubungan faktor risiko sehingga dapat ditentukan tindakan apa yang akan dilakukan selanjutnya.

Beberapa kajian tentang penyakit campak telah banyak diteliti yaitu Budiati dan Meilani melakukan kajian tentang analisis regresi logistik di Puskesmas Purwosari Kabupaten Kudus pada tahun 2013 untuk mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit campak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Puskesmas Purwosari Kabupaten Kudus yang mempengaruhi penyakit campak adalah usia pemberian imunisasi, gizi, dan status imunisasi. Pada studi lainnya Nuradi melakukan analisis univariat pada tahun 2017 terhadap gambaran epidemiologi kasus campak di Kota Cirebon, dan ditemukan bahwa penyakit campak terjadi di daerah tinggi kepadatan penduduknya, cakupan imunisasi juga mempengaruhinya, serta kejadian terjadi pada orang yang berusia < 5 tahun dan tidak memiliki stasis imunisasi. Penelitian serupa oleh Caesar pada tahun 2013 mengenai analisis bivariat terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian campak di Kabupaten Kendal pada tahun 2012. Diketahui bahwa faktor penentu penyakit campak meliputi faktor umur, status gizi, riwayat kontak, kepadatan penduduk, dan persepsi masyarakat terhadap penyakit campak.

Imunisasi dapat diartikan pemberian vaksin untuk mencegah terjadinya penyakit tertentu. Vaksinasi juga dapat diartikan sebagai bentuk ikhtiar untuk mencapai kesembuhan atau untuk mencegah dari tertularnya suatu penyakit. Rasulullah juga mengajarkan ummatnya untuk berobat ketika mengalami sakit. "Berobatlah, sebab sesungguhnya Allah 'Azza wa Jalla tidak meletakkan penyakit

kecuali meletakkan baginya obat. Kecuali satu penyakit (tidak ada obatnya) yaitu usia tua” (HR Abu Dawud). Pada hadist di atas menunjukkan bahwa Allah SWT menurunkan penyakit disertai dengan diturunkannya obat, sehingga seorang muslim diizinkan untuk mengobati penyakit maupun mencegahnya. Selain imunisasi untuk mencegahnya suatu penyakit, upaya pembudayaan hidup bersih (sanitasi) juga penting. Dalam hadist dijelaskan bahwa kebersihan adalah sebagian dari iman, sehingga kebersihan merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan. Allah SWT berfirman:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: ”Telah tampak kerusakan di darat dan di laut karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan sebagian dari (akibat) perbuatannya, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Q.S. Ar-Ruum: 41).

Pada ayat tersebut dapat dipahami bahwa timbulnya berbagai macam penyakit yang menimpa manusia disebabkan oleh air yang tidak bersih, yang merupakan peringatan dari Allah kepada manusia supaya kembali ke jalan yang benar, yakni memelihara kebersihan air agar kembali pada fungsinya sebagai sumber kehidupan. Menurut tafsir Al-Jawahir, ayat di atas menjelaskan mengenai rusaknya kehidupan mereka (manusia) disebabkan oleh tangan manusia sendiri. Oleh karena itu, sebagai *balak* bagi mereka, ditimpahkanlah penyakit *tha'un*, berbagai demam, cacar, dan campak. Dikarenakan manusia telah dititipkan ke bumi ini, dan mereka sudah dititipi bumi ini, sehingga harus bertanggung jawab atas terjadinya penyakit tersebut. Hal ini untuk melatih umat manusia dan memberikan pelajaran bagi umat manusia, adapun kerusakan di laut dan di darat terkadang disebabkan oleh ulah manusia ataupun proses alam yang diciptakan karena kekurangan yang manusia miliki dan sebagai ujian serta balasan bagi umat manusia (Jauhari, 1952).

Pada analisis data statistik perlu diperhatikan jenis data yang digunakan. Data *count* (data cacah) merupakan data bilangan bulat non negatif yang menyatakan banyaknya suatu kejadian. Dalam kasus data cacah, model regresi *Poisson* biasanya digunakan untuk memodelkan tipe data tersebut. Namun, jika terjadi overdispersi maka model regresi *Poisson* kurang tepat, karena pada analisis regresi *Poisson* nilai varian harus sama dengan *mean*. Kondisi ini disebut dengan equidispersi. Jika

regresi *Poisson* tetap digunakan pada kondisi overdispersi, maka dapat menyebabkan pendugaan galat baku yang terlalu rendah dan akan menghasilkan parameter yang *underestimate* sehingga dapat memberikan hasil yang tidak sesuai. Pada banyak kasus sering dijumpai data *count* dengan nilai varian yang lebih besar dari *mean*. Oleh karena itu jika data mengalami overdispersi, maka regresi *Poisson* tidak tepat digunakan (Pontoh, 2015).

Pada kejadian yang memiliki peluang kecil, maka dihasilkan nilai pengamatan yang memiliki nilai nol berlebih pada variabel dependennya. Hal ini merupakan salah satu indikator penyebab overdispersi. Kondisi yang memiliki kejadian nol berlebih ini dinamakan *excess zero*. Data yang memiliki kondisi *excess zero* memerlukan metode khusus yang dapat mengatasinya. Hal ini menjadi alasan adanya pengembangan metode statistik untuk dapat mengatasi masalah tersebut. Berbagai pendekatan yang telah dikembangkan untuk mengatasi data cacah yang mengandung overdispersi maupun underdispersi. Antara lain model *mixed Poisson*, *Generalized Poisson*, dan sebagainya. Mullahy (1986) pertama kali mengenalkan model data cacah *Hurdle* yang dapat mengatasi masalah underdispersi maupun overdispersi. Model regresi *Hurdle Negative Binomial* bersifat sangat fleksibel, selain bisa mengatasi kondisi overdispersi maupun underdispersi, metode ini dapat digunakan untuk kejadian nol berlebih (*excess zero*) (McDowell, 2003). Kelebihan lainnya yaitu metode *Hurdle Negative Binomial* dapat menampung semua observasi baik observasi yang bernilai nol maupun bulat non-negatif. pada metode *Hurdle Negative Binomial* ini dilakukan penaksiran parameter secara terpisah (dimaksimumkan secara terpisah) sehingga dapat lebih mudah dalam penginterpretasiannya (Hilbe, 2011).

Berdasarkan data publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur pada tahun 2019, dilaporkan sebanyak 17 kasus yang tersebar di 38 Kota maupun Kabupaten. Pada tahun 2019, penyakit campak sudah mengalami banyak penurunan kasus daripada tahun-tahun sebelumnya sehingga pada tahun 2019 kasus ini bisa dikatakan jarang terjadi dan banyak observasi yang nol. Proporsi angka nol pada data lebih besar, yang berarti data menunjukkan *excess zero*. Data kasus campak mengandung nilai nol di sebagian besar pengamatannya, dan beberapa nilai muncul dalam berbagai bilangan non-negatif yang bervariasi, sehingga data

tersebut merupakan data tersensor. Jenis sensor yang dibahas pada penelitian ini adalah sensor kanan (*right censor*), dan titik sensor yang dipilih menggunakan kategori rendah sebagai batas sensornya. Berdasarkan uraian tersebut, regresi *Hurdle Negative Binomial* akan digunakan dalam memodelkan data *count* pada kasus campak di Provinsi Jawa Timur.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik kasus campak di Provinsi Jawa Timur?
2. Bagaimana pemodelan regresi *Hurdle Negative Binomial* pada data tersensor kasus penyakit campak di Provinsi Jawa Timur?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik kasus campak di Provinsi Jawa Timur
2. Mengetahui model regresi *Hurdle Negative Binomial* pada data tersensor kasus penyakit campak di Provinsi Jawa Timur

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan mengenai implementasi metode *Hurdle Negative Binomial* dalam mengatasi data *count* tersensor kasus penyakit campak.
2. Memberikan informasi mengenai model kasus penyakit campak di Provinsi Jawa Timur sehingga dapat membantu pemerintah dalam membuat kebijakan untuk mencapai target terendahnya.
3. Mengetahui penerapan dan program yang digunakan untuk mengetahui kasus penyakit campak menggunakan metode *Hurdle Negative Binomial*.

## 1.5 Batasan Masalah

Penelitian pada skripsi ini dibatasi oleh sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *Hurdle Negative Binomial*.

2. Data yang dikaji menggunakan data tersensor kanan (*right censored*) dan titik sensor yang dipilih menggunakan kategori rendah sebagai batas sensornya.
3. Data yang digunakan hanya data penyakit campak di Provinsi Jawa Timur.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dibagi menjadi lima bab dengan masing-masing bab terdiri dari sub-bab sebagai berikut:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Pendahuluan terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penelitian.

**BAB II : KAJIAN PUSTAKA**

Pada bab ini memuat teori-teori yang digunakan sebagai kerangka landasan penelitian ini.

**BAB III : METODE PENELITIAN**

Pada bab ini memuat tentang sumber data, waktu dan tempat penelitian, langkah-langkah, dan diagram alur dalam penyusunan penelitian.

**BAB IV : PEMBAHASAN**

Pada bab pembahasan memuat penjabaran dan penjelasan secara rinci mengenai langkah-langkah yang dilakukan, kemudian hasil penelitian dilakukan kajian agama.

**BAB V : PENUTUP**

Pada bab ini memuat kesimpulan tentang hasil dari pembahasan dan saran-saran yang membangun untuk penelitian selanjutnya

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Regresi Hurdle Negative Binomial (HNB)

Regresi *Hurdle Negative Binomial* atau lebih singkatnya regresi HNB merupakan alternatif untuk data yang mengandung banyak angka nol (*excess zero*) dan mengatasi overdispersi. Regresi ini digunakan pada variabel respon yang berupa data *count* (Pontoh, 2015). Data *count* yang memuat nilai nol pada sebagian observasinya disebut dengan data *count* tersensor. Suatu variabel  $Y$  pada pengamatan ke- $i$  disebut tersensor pada batas atas dapat ditulis pada persamaan berikut:

$$d_i = \begin{cases} 1 & \text{jika } Y_i \geq c \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases}$$

Pada analisis data *count* seringkali dijumpai bahwa data mempunyai variansi yang lebih besar dari mean. Kondisi ini dikatakan sebagai overdispersi dan bisa dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Var}(y_i) > E(y_i) \quad (2.1)$$

Sebaliknya, data dengan varians kurang dari mean disebut underdispersi. Overdispersi dapat diketahui dengan membandingkan nilai varian dan mean yang terbentuk dari variabel dependen, apabila nilai varians lebih besar dari nilai mean maka bisa dikatakan terdapat masalah overdispersi. Overdispersi atau underdispersi bisa menyebabkan taksiran parameter yang didapatkan tidak efisien, meskipun cenderung tetap konsisten. Namun, masalah overdispersi atau underdispersi dapat berdampak fatal pada interpretasi model terutama parameter model, karena dapat menaksir *standard error* terlalu rendah dan bisa menghasilkan kesimpulan yang salah mengenai signifikansi parameter regresi yang terlibat (Cullagh, 1989).

Pemeriksaan terhadap overdispersi bisa dideteksi menggunakan rasio antara nilai *deviance* dengan derajat bebas.

$$\theta = \frac{\text{Deviance}}{db}; \text{Deviance} = 2 \sum_{i=0}^n y_i \log\left(\frac{y_i}{\mu_i}\right) \quad (2.2)$$

dimana:

$y_i$  = variabel dependen ke- $i$

$\mu_i$  = mean variabel dependen yang dipengaruhi oleh  $y_i$

$n$  = jumlah observasi variabel dependen

$p$  = jumlah parameter

Overdispersi pada data bisa dilihat melalui nilai parameter dispersi ( $\theta$ ). Jika  $\theta$  berada pada sekitar angka 1 maka data tersebut tidak terjadi masalah overdispersi. Namun jika nilai  $\theta$  berada di atas 1, maka dapat diindikasikan data mengalami masalah overdispersi.

Misalkan terdapat  $Y_i$  merupakan variabel random diskrit dengan  $i$  merupakan bilangan bulat tak negatif sehingga  $i = 1, 2, \dots, n$  yang berupa data cacah (count) dan  $Y_i$  adalah variabel respon dari model regresi *Hurdle Negative Binomial*, maka nilai variabel respon tersebut dimodelkan dalam dua kondisi. Kondisi pertama pada saat keadaan nol *zero state* dan kondisi kedua *negative binomial state* yang mempunyai sebaran Binomial negatif (Wulandari, 2017). Fungsi peluang  $Y_i$  dari model regresi *Hurdle Negative Binomial* adalah:

$$P(Y_i = y_i | x_i, z_i) = \begin{cases} p_i & ; y_i = 0 \\ (1 - p_i) \frac{\Gamma(y_i + k^{-1})}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(k^{-1})} \left( \frac{(1 + k\mu_i)^{-k^{-1}} - y_i k^{y_i} \mu_i^{y_i}}{1 - (1 + k\mu_i)^{-k^{-1}}} \right) & ; y_i > 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

atau

$$\Pr(Y_i = y_i) = \begin{cases} p_i & ; y_i = 0 \\ (1 - p_i) \frac{g}{1 - (1 + k\mu_i)^{-k^{-1}}} & ; y_i > 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

Nilai variabel dependen muncul dalam dua keadaan yang berbeda. Keadaan pertama dinamakan *zero state* yang terjadi pada peluang  $p_i$ . Keadaan kedua disebut *negative binomial state* terjadi pada peluang  $1 - p_i$  dengan  $0 < p_i < 1$ ,  $\mu_i$  merupakan rata-rata dari distribusi *negative binomial* dengan  $\mu_i > 0$  dan  $k$  adalah parameter dispersi dengan  $k > 0$  dan tidak bergantung pada variabel independen.

Diketahui bahwa  $p_i$  dan  $\mu_i$  bergantung pada vektor dari variabel independen yang dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{Logit}(p_i) = \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = x_i^T \delta$$



$$\begin{aligned}\frac{p_i}{1-p_i} &= e^{x_i^T \delta} \\ p_i &= (1-p_i)e^{x_i^T \delta} \\ p_i &= e^{x_i^T \delta} - p_i e^{x_i^T \delta} \\ p_i(1 + e^{x_i^T \delta}) &= e^{x_i^T \delta}\end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh:

$$\frac{e^{x_i^T \delta}}{1 + e^{x_i^T \delta}} \quad (2.5)$$

Untuk nilai  $\mu_i$  didapatkan dari model log linier:

$$\begin{aligned}\log(\mu_i) &= x_i^T \beta \\ \mu_i &= e^{x_i^T \beta}\end{aligned} \quad (2.6)$$

Maka didapatkan fungsi peluang model regresi *Hurdle Negative Binomial* pada persamaan (2.7)

$$P(Y_i = y_i) = \begin{cases} \frac{e^{x_i^T \delta}}{1 + e^{x_i^T \delta}} & , \text{ untuk } y_i = 0 \\ \frac{1}{1 + e^{x_i^T \delta}} \frac{g}{1 - (1 + k e^{x_i^T \delta} k \mu)^{-k-1}} & . \text{ untuk } y_i > 0 \end{cases} \quad (2.7)$$

dengan

$$g = g(y_i; k, \beta) = \frac{\Gamma(y_i + k^{-1})}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(k^{-1})} (1 + k\mu_i)^{k^{-1} - y_i} k^{y_i} \mu_i^{y_i} \quad (2.8)$$

dimana  $x_i^T$  merupakan vektor variabel independen  $(q + 1) \times 1$  dan  $q$  adalah jumlah variabel independen yang dinotasikan, sedangkan parameter  $\beta$  dan  $\delta$  adalah vektor parameter koefisien dengan ukuran  $(q + 1) \times 1$  (Saffari, 2012). Berikut dapat disajikan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\begin{aligned}x_i &= [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \dots \quad x_{pi}]^T \\ \beta &= [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_p]^T \\ \delta &= [\delta_0 \quad \delta_1 \quad \dots \quad \delta_p]^T\end{aligned}$$

### 2.1.1 Estimasi Parameter Regresi HNB

*Maximum Likelihood Estimation* (MLE) adalah metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter. MLE adalah metode yang memaksimumkan fungsi dari *likelihood*, dengan mengambil sebagian turunan dari fungsi *likelihood* dan

mengaturnya sehingga sama dengan nol, maka estimasi parameter persamaan fungsi *likelihood* dapat diperoleh (Saffari, 2012). Fungsi *likelihood* dari model regresi *Hurdle Negative Binomial* dapat dinyatakan pada persamaan berikut:

Untuk  $y_i = 0$

$$L(k, \delta, \beta) = \prod_{i=0}^n \frac{e^{x_i^T \delta}}{1 + e^{x_i^T \delta}} \quad (2.9)$$

Untuk  $y_i > 0$

$$L(k, \delta, \beta) \prod_{i=1}^n \left[ 1 + \frac{1}{1 + e^{x_i^T \delta}} \frac{\Gamma(y_i + k^{-1})}{\Gamma(y_i + 1) \Gamma k^{-1}} \left( \frac{ke^{x_i^T \beta}}{ke^{x_i^T \beta} + 1} \right)^y \frac{(1 + ke^{x_i^T \beta})^\alpha}{1 - (1 + ke^{x_i^T \beta})^\alpha} \right] \quad (2.10)$$

Kemudian dilanjutkan membuat fungsi  $\ln$  *likelihood* berikut:

Untuk  $y_i = 0$

$$\begin{aligned} l(k, \delta, \beta) &= \ln L(k, \delta, \beta) \\ &= \sum_{y_i=0} [\ln e^{x_i^T \delta} - \ln(1 + e^{x_i^T \delta})] \end{aligned} \quad (2.11)$$

Untuk  $y_i > 0$

$$\begin{aligned} L(k, \delta, \beta) &= \ln L(k, \delta, \beta) \\ &= \sum_{y_i > 0} \left[ -\ln(1 + e^{x_i^T \delta}) + \ln \Gamma(y_i + k^{-1}) - \ln \Gamma(y_i + 1) - \right. \\ &\quad \ln \Gamma k^{-1} + y_i \ln(e^{x_i^T \delta}) + y_i \ln(k) - \left( \frac{1}{k} + y_i \right) \ln(1 + ke^{x_i^T \delta}) - \\ &\quad \left. \ln \left( 1 - (1 + ke^{x_i^T \delta})^{-\frac{1}{k}} \right) \right] \end{aligned} \quad (2.12)$$

Fungsi  $\ln$  *likelihood* model regresi *Hurdle Negative Binomial* dapat ditulis:

$$l(k, \delta, \beta) = \ln L(k, \delta, \beta)$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{y_i=0}^n [\ln e^{x_i^T \delta} - \ln(1 + e^{x_i^T \delta})] + \sum_{y_i>0}^n \left[ -\ln(1 + e^{x_i^T \delta}) + \right. \\
&\ln \Gamma\left(y_i + \frac{1}{k}\right) - \ln \Gamma(y_i + 1) - \ln \Gamma\left(\frac{1}{k}\right) + y_i \ln(e^{x_i^T \beta}) + y_i \ln(k) - \\
&\left. \left(\frac{1}{k} + y_i\right) \ln(1 + ke^{x_i^T \beta}) - \ln\left(1 - \left(1 + ke^{x_i^T \beta}\right)^{-\frac{1}{\alpha}}\right) \right] \quad (2.13)
\end{aligned}$$

Estimator parameter dari model regresi *Hurdle Negative Binomial* didapatkan dari turunan pertama persamaan (2.13) terhadap  $\alpha, \delta, \beta$  yang sama dengan nol. Jika hasil persamaan turunan pertama fungsi  $\ln$  *likelihood* pada masing-masing parameter tidak *closed form*, maka dilakukan dengan metode iterasi Newton Raphson (Saffari, 2012). Metode Newton Raphson dapat ditulis pada persamaan (2.14)

$$\theta^{m+1} = \theta^m - [H(\theta^m)]^{-1} q(\theta^m) \quad (2.14)$$

$q(\theta^m)$  adalah syarat dengan vektor yang elemennya memuat turunan pertama dari fungsi  $\ln$  *likelihood* terhadap masing-masing parameter dan  $H(\theta^m)$  syarat dengan matriks yang elemennya memuat turunan kedua fungsi  $\ln$  *likelihood* terhadap parameter.  $q(\theta^m)$  dan  $H(\theta^m)$  dapat dinotasikan ke dalam matriks sebagai berikut:

$$q(\theta^m) = \begin{bmatrix} \frac{\partial l(K, \delta, \beta)}{\partial K} & \frac{\partial l(K, \delta, \beta)}{\partial \delta^T} & \frac{\partial l(K, \delta, \beta)}{\partial \beta^T} \end{bmatrix}^T$$

$$H(\theta^m) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 l(K, \delta, \beta)}{\partial K^2} & \frac{\partial^2 l(K, \delta, \beta)}{\partial \delta \partial K} & \frac{\partial^2 l(K, \delta, \beta)}{\partial \beta \partial K} \\ & \frac{\partial^2 l(K, \delta, \beta)}{\partial \delta \partial \delta^T} & \frac{\partial^2 l(K, \delta, \beta)}{\partial \beta \partial \delta^T} \\ \text{simetris} & & \frac{\partial^2 l(K, \delta, \beta)}{\partial \beta \partial \delta^T} \end{bmatrix}$$

Iterasi ini akan berhenti jika kondisi sudah memenuhi konvergen, yaitu  $\|\theta^{m+1} - \theta^m\| \leq \varepsilon$ . Dimana  $\varepsilon$  merupakan bilangan sangat kecil.

### 2.1.2 Uji Parameter Model Regresi HNB

Pengujian parameter model regresi ini merupakan pengujian yang dilakukan untuk memeriksa peranan variabel independen pada model. Pengujian parameter model dilakukan secara parsial menggunakan uji  $t$  dan secara simultan dengan uji *Likelihood Ratio* (Agresti, 1990).

#### 1. Uji Parsial

Uji parsial dilakukan menggunakan statistik uji  $t$ . statistik uji ini biasanya digunakan untuk menguji setiap  $\beta_i$  secara individual, uji parsial akan menunjukkan apakah suatu variabel terikat memenuhi dalam model atau tidak. Pada pengujian parsial akan dibagi menjadi masing-masing bagian yaitu saat kondisi *zero state* dan kondisi *negative binomial* (Agresti, 1990).

Hipotesis *zero state*:

$$H_0: \delta_i = 0$$

$$H_1: \delta_i \neq 0 \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, p$$

Statistik Uji:

$$t_i = \frac{\delta_i}{SE(\delta_i)} \quad (2.1 5)$$

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

Nilai  $|t| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  atau p-value  $< \alpha$  maka  $H_0$  ditolak

Nilai  $|t| < t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  atau p-value  $> \alpha$  maka  $H_0$  diterima

Hipotesis model *negative binomial*

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0 \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, p$$

Statistik Uji:

$$t_i = \frac{\beta_i}{SE(\beta_i)} \quad (2.1 6)$$

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

Nilai  $|t| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  atau p-value  $< \alpha$  maka  $H_0$  ditolak

Nilai  $|t| < t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  p-value  $> \alpha$  maka  $H_0$  diterima

## 2. Uji Simultan

Pada pengujian simultan menggunakan uji *Likelihood Ratio* yang digunakan untuk mengetahui apakah variabel bebas mempengaruhi variabel terikat secara signifikan (Agresti, 1990).

Hipotesis:

$H_0: \delta_1 = \dots = \delta_p = \beta_1 = \dots = \beta_p = 0$  (model regresi HNB tidak dapat digunakan sebagai model)

$H_1$ : paling sedikit ada satu  $\delta_j \neq 0$  atau  $\beta_j \neq 0$  dimana  $j = 1, 2, \dots, p$

Statistik Uji G dinyatakan:

$$G = -2 \ln \left[ \frac{L(\kappa, \delta_0, \beta_0)}{L(\kappa, \delta, \beta)} \right] = -2 (L(\kappa, \delta_0, \beta_0) - L(\kappa, \delta, \beta)) \quad (2.17)$$

Dimana  $L(\kappa, \delta_0, \beta_0)$  adalah fungsi *ln likelihood* tanpa variabel bebas (model konstan) dan  $L(\kappa, \delta, \beta)$  adalah fungsi *ln likelihood* dengan variabel bebas (model penuh). Nilai uji statistik G mengikuti sebaran *chi square* dengan db  $v$  di bawah populasi dikurangi banyaknya parameter di bawah  $H_0$ .

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

Tolak  $H_0$  jika  $G > \chi^2_{(a,v)}$

Terima  $H_0$  jika  $G < \chi^2_{(a,v)}$

### 2.1.3 Multikolinieritas

Pada analisis regresi ada beberapa asumsi yang harus terpenuhi supaya estimasi yang didapatkan bersifat *unbiased* dan memiliki varians yang minimum. Salah satu asumsi yang harus dipenuhi yaitu dengan tidak adanya multikolinieritas antar variabel independen. Uji Multikolinieritas bertujuan untuk mengetahui apakah model regresi menemukan variabel bebas atau korelasi antar variabel bebas. Adanya korelasi dalam model dapat menyebabkan taksiran parameter regresi menjadi tidak ada atau model yang didapat mempunyai nilai varians yang besar (Gujarati, 2004). Selain itu, pengaruh multikolinieritas ini menyebabkan variabel-variabel dalam sampel menjadi lebih besar, artinya standar errornya besar sehingga pada saat dilakukan pengujian koefisien, t-hitung akan memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan t-tabel. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan linier antara variabel bebas dengan variabel terikat. Pendeteksian adanya multikolinieritas dalam model regresi adalah nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) yang lebih dari 10. (Ghozali, 2016). Nilai VIF dapat dinyatakan pada persamaan:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \quad \text{dengan } j = 1, 2, 3, \dots, p \quad (2.18)$$

Dimana  $R_j^2$  merupakan koefisien determinasi dari  $X_j$  sebagai variabel dependen dan  $X_{j^*}$  sebagai variabel independen. Nilai  $R_j^2$  berkisar antara 0-1.

Hipotesis yang digunakan dalam uji multikolinieritas yaitu:

$H_0$  : Tidak terdapat multikolinieritas

$H_1$  : Terdapat multikolinearitas

Statistik Uji:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \text{ dengan } j = 1, 2, 3, \dots, p \quad (2.19)$$

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

Nilai VIF > 10 maka  $H_0$  ditolak, artinya terdapat multikolinearitas

Nilai VIF  $\leq$  10 maka  $H_0$  diterima, artinya tidak terdapat multikolinearitas (Hocking, 1996).

#### 2.1.4 Akaike's Information Criterion (AIC)

Metode AIC merupakan metode yang bisa digunakan untuk memilih model regresi terbaik yang telah ditemukan oleh Akaike (Grasa,1989). Metode ini berdasarkan pada metode *maximum likelihood estimation* (MLE). Misalkan  $x_1, \dots, x_n$  adalah sampel acak dari distribusi  $g$  yang tidak diketahui dan  $\hat{\theta}_k$  adalah penduga maksimum likelihood yang diberikan oleh  $f_k$ . Menurut metode AIC, model regresi terbaik yaitu model regresi yang memiliki nilai AIC terkecil (Widarjono, 2007). Perhitungan nilai AIC dapat digunakan rumus berikut ini:

$$AIC = e^{\frac{2k}{n} \frac{\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2}{n}} \quad (2.20)$$

dengan:

$k$  = jumlah parameter estimasi dalam regresi

$n$  = jumlah observasi

$e = 2,718$

$u$  = residual

## 2.2 Campak

Campak merupakan penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan bagi anak dan bayi, dan merupakan penyakit yang dapat dicegah dengan imunisasi. Meskipun sudah tersedia vaksin yang aman dan efektif, penyakit ini merupakan salah satu penyebab kematian anak di seluruh dunia. Biasanya penyakit ini menyerang anak kecil di bawah usia 5 tahun. Penyakit Campak disebabkan oleh virus yang disebut paramiksovirus. Penularannya melalui air liur melalui hidung, mulut, dan tenggorokan penderita campak. Masa inkubasi adalah 10-14 hari

sebelum gejala muncul. Gejalanya berupa demam, batuk, pilek, dan bercak merah pada kulit, setelah itu baru muncul bercak-bercak merah di pipi dan kemudian menyebar ke wajah, tubuh, dan anggota tubuh lainnya. Komplikasi campak antara lain pneumonia, infeksi telinga, radang saraf, dan radang otak, yang mana semuanya dapat menyebabkan kerusakan otak secara permanen (Suparyanto, 2014).

Pencegahan campak adalah dengan menjaga kesehatan melalui pola makan yang sehat, olah raga teratur, istirahat yang cukup dan imunisasi. Imunisasi menyebabkan kekebalan aktif, yang bertujuan untuk mencegah penyakit campak. Orang yang rentan terhadap penyakit campak adalah bayi berusia di atas 1 tahun, bayi yang belum divaksinasi, dan anak-anak yang belum mendapatkan vaksinasi kedua (Suparyanto, 2014)

Beberapa faktor risiko yang dapat menyebabkan terjadinya penyakit campak antara lain adalah sebagai berikut:

#### 1. Cakupan Imunisasi Campak

Salah satu tujuan dari *Sustainable Development Goals* (SDG) adalah memberantas campak terutama pada anak-anak, untuk mencapai tujuan tersebut, pemerintah Indonesia telah mulai melaksanakan kampanye imunisasi campak dari pulau Jawa. Sasaran program ini adalah anak-anak dari usia 9 bulan sampai 15 tahun. Kementerian Kesehatan dan WHO akan memantau dan mengevaluasi program tersebut sehingga setidaknya 95% anak akan divaksinasi. Ratusan hingga ribuan kasus campak dilaporkan setiap tahun. Anak-anak dapat dicegah dari penyakit ini melalui vaksin yang aman dan efektif. (IDAI, 2017).

Imunisasi campak merupakan vaksin yang mengandung patogen penyebab penyakit campak melemah. Selain imunisasi campak, terdapat juga imunisasi MRR yang dapat digunakan untuk melindungi bayi dari penyakit campak. Imunisasi campak diberikan dua kali yaitu saat bayi berusia 9 bulan dan setelah 6 tahun. Vaksin campak dapat menimbulkan reaksi tubuh karena virus yang dilemahkan dalam vaksin tersebut merangsang respon imun manusia untuk mengenali virus campak. Tubuh manusia akan membentuk perlawanan yang disebut antibodi.

Proses kerja antibodi ini dapat menyebabkan kejadian selanjutnya setelah imunisasi, salah satu cirinya adalah demam (Ningtyas, 2015).

## 2. Cakupan Vitamin A

Hubungan antara vitamin A dengan campak sangatlah menarik. Vitamin A adalah mikronutrien penting yang diperlukan untuk fungsi kekebalan spesifik dan non-spesifik. Menurut laporan, kekurangan vitamin A dapat menyebabkan gangguan kekebalan humoral dan seluler. Efek antioksidan dari karotenoid ini secara tidak langsung meningkatkan fungsi kekebalan dengan mengurangi konsentrasi partikel bebas dan produk immunosupresifnya. Vitamin A juga dapat bertindak sebagai adjuvan dengan cara menghancurkan membran lisosom. Ketika antigen terdapat dalam sel, membran lisosom dapat merangsang pembelahan sel pada vitamin A. Vitamin A juga berperan dalam proses epitelisasi. Dengan meningkatnya proses ini, fungsi pertahanan fisik non-spesifik terhadap antigen yang masuk ke dalam tubuh akan ditingkatkan. Untuk mengetahui pengaruh suplementasi vitamin A terhadap imunitas campak dengan fakta yang telah ditemukan yaitu vitamin A dapat menghambat replika virus campak (Munasir, 2020).

## 3. Kepadatan Penduduk

Menurut WHO (2015) menyatakan bahwa lingkungan perkotaan yang padat penduduk dapat meningkatkan penyebaran campak. Di daerah perkotaan yang padat penduduk dengan tingkat imunisasi agak rendah, anak sering terjadi kasus campak. Banyak kasus campak di perkotaan yang disebabkan oleh penularan yang mudah, yaitu melalui tetesan penderita. Selain itu, sejumlah besar kasus juga dikaitkan dengan sifat campak yang sangat mudah menular. Di Afrika Selatan menunjukkan bahwa ketika proporsi orang yang rentan terhadap campak di daerah padat penduduk melebihi 20%, maka risiko infeksi campak meningkat. Daerah dengan epidemi yang lebih rendah memungkinkan untuk melawan penyebaran campak. Namun, di daerah dengan kepadatan penduduk tinggi dan daerah perkotaan, risiko wabah campak bisa meningkat (Nelson, 2007).

## 4. Balita Kekurangan Gizi

Campak atau biasa disebut *Measles* merupakan penyakit yang ditularkan melalui udara. Penyakit ini dapat menyerang sistem pernafasan dan kekebalan



tubuh, membuat anak rentan terhadap berbagai infeksi lain, seperti pneumonia dan diare. Jika diobati tepat waktu, maka campak bukanlah penyakit yang berbahaya. Namun, jika pengobatan yang diberikan tidak efektif dan kondisi fisik pasien lemah (gizi buruk), maka ia akan rentan terhadap infeksi atau komplikasi lain yang berpotensi fatal. Selain defisiensi makronutrien atau biasa disebut kekurangan zat gizi makro, penelitian menunjukkan bahwa campak sangat erat kaitannya dengan dengan kekurangan zat gizi mikro (Kemenkes, 2019).

Gizi buruk juga bisa dikatakan sebagai penyakit, meskipun bukan penyakit akut yang terjadi secara mendadak, namun dapat ditandai dengan penurunan berat badan selama beberapa bulan. Perubahan berat badan inilah awal data status gizi balita. Bayi atau balita yang tidak mengalami kenaikan berat dua kali dalam 6 bulan maka beresiko 12,6 kali lebih besar mengalami gizi buruk dibanding dengan yang berat badannya terus meningkat secara signifikan. Selain itu, gizi buruk disebut juga dengan kurang gizi kronis akibat kekurangan asupan protein dan energi yang berlangsung pada waktu yang lama (Hastoety, 2018).

#### 5. Keluarga yang Memiliki Akses Sanitasi

Sanitasi merupakan cara untuk mencegah berjangkitnya wabah penyakit dengan cara memutus rantai sumbernya. Sanitasi adalah suatu usaha kesehatan masyarakat yang didekasikan untuk mengendalikan berbagai faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kesehatan (Arifin, 2009). Keluarga yang sehat adalah kunci penerus negara yang cemerlang. Oleh karena itu, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia telah menetapkan indikator keluarga sehat. Menurut definisi, keluarga yang sehat adalah keluarga dimana setiap berada pada kondisi sejahtera lahir dan batin, sehingga dapat hidup normal. Untuk mencapai tujuan tersebut, tentunya keluarga harus memenuhi standar tertentu terlebih dahulu salah satunya adalah suatu keluarga harus memiliki akses sanitasi. ruang lingkup sanitasi antara lain yaitu penggunaan fasilitas buang air besar (BAB), jenis tempat penampungan air limbah, jenis tempat pembuangan sampah, dan cara pengelolaan sampah. Memiliki akses sanitasi termasuk indikator penting dalam mewujudkan keluarga sehat. Selain membuat lingkungan menjadi bersih dan bebas dari bau, langkah ini juga dapat membantu untuk mencegah penyakit menular seperti campak (Kemenkes, 2019).

### 2.3 Kajian Integrasi Islam

Al-Qur'an yang sesuai dengan pembahasan ini adalah:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ  
 قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِن قَبْلُ ۚ كَانُوا أَكْثَرَ هُمْ مُشْرِكِينَ

Artinya: "Telah tampak kerusakan di darat dan di laut karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan sebagian dari (akibat) perbuatannya, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)". Katakanlah: "Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah)" (Q.S. Ar-Ruum: 41-42).

Menurut tafsir Al-Jawahir, pada ayat 41 menjelaskan mengenai rusaknya kehidupan mereka (manusia) disebabkan oleh tangan manusia sendiri. Oleh karena itu, sebagai *balak* bagi mereka, ditimpahkanlah penyakit *tha'un*, berbagai demam, cacar, dan campak. Dikarenakan manusia telah dititipkan ke bumi ini, dan mereka sudah dititipi bumi ini, sehingga harus bertanggung jawab atas terjadinya penyakit tersebut. Hal ini untuk melatih umat manusia dan memberikan pelajaran bagi umat manusia, adapun kerusakan di laut dan di darat terkadang disebabkan oleh ulah manusia ataupun proses alam yang diciptakan karena kekurangan yang manusia miliki dan sebagai ujian serta balasan bagi umat manusia (Jauhari, 1952).

Pada ayat 41 juga dapat dipahami bahwa timbulnya berbagai macam penyakit yang menimpa manusia disebabkan oleh air yang tidak bersih, yang merupakan peringatan dari Allah kepada manusia supaya kembali ke jalan yang benar, yakni memelihara kebersihan air agar kembali pada fungsinya sebagai sumber kehidupan. Dalam hadist juga dijelaskan bahwa kebersihan adalah sebagian dari iman, sehingga kebersihan merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan. Menjaga kebersihan juga merupakan pencegahan dari timbulnya suatu penyakit. Selain menjaga kebersihan dan melakukan upaya pembudayaan hidup bersih (sanitasi), upaya yang dilakukan untuk mencegah faktor terjadinya penyakit campak salah satunya yaitu dengan imunisasi / vaksinasi. Vaksinasi juga dapat diartikan sebagai bentuk ikhtiar untuk mencapai kesembuhan atau untuk mencegah dari tertularnya suatu penyakit. Rasulullah juga mengajarkan ummatnya untuk berobat ketika mengalami sakit. "Berobatlah, sebab sesungguhnya Allah 'Azza wa Jalla tidak meletakkan penyakit kecuali meletakkan baginya obat. Kecuali satu penyakit (tidak ada obatnya) yaitu usia tua" (HR Abu Dawud). Pada hadist di atas

menunjukkan bahwa Allah SWT menurunkan penyakit disertai dengan diturunkannya obat, sehingga seorang muslim diizinkan untuk mengobati penyakit maupun mencegahnya. Imam Bukhari meriwayatkan dari sahabat Abu Hurairah:

إِنَّ اللَّهَ لَمْ يُنْزِلْ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya: “Sesungguhnya Allah tidak menurunkan suatu penyakit kecuali diturunkan juga baginya obat.”

Dari hadits di atas dapat disimpulkan bahwa ketika Allah memberi penyakit pada hambanya, maka ia juga akan mendapatkan obat yang dapat menyembuhkannya. Tentu saja orang yang sakit harus berusaha mendapatkan obat tersebut. Hal ini juga berlaku pada penyakit campak, bahwa ”Allah akan meletakkan baginya obat”. Namun, penyembuhan terkadang berlangsung dalam waktu agak lama. Oleh karena itu, manusia diperintahkan untuk bersabar dan bertawakkal ketika menghadapi musibah suatu penyakit.

Menurut tafsir Hidayatul Insan bi Tafsiril Qur’an, pada ayat 42 menjelaskan tentang keterkaitan dari ayat 41, yakni semua perbuatan manusia pasti akan mendatangkan balasannya. Sebagaimana jika manusia melakukan perbuatan buruk maka akan mendatangkan azab sebagaimana azab yang telah menimpa umat dahulu. Azab itu berlaku dimasa sekarang maupun masa yang akan datang. Oleh karena itu, kepada siapa saja yang meragukan hakikat ini, dengan mereka berlari ke manapun yang bisa mereka jangkau, mereka tetap akan dihancurkan seperti umat-umat terdahulu akibat perbuatan buruknya. Itu semua adalah bukti bahwa semua perbuatan buruk pasti berdampak negatif. Oleh karena itu bagi siapa saja yang ingin terhindar dari azab Allah, maka tetaplh pada jalan dan agama yang lurus, yakni agama Islam. Ketika umat yang ingin kembali ke jalan yang lurus dan memperbaiki perbuatan buruk di masa lalu, maka Allah akan menerimanya sebelum datang di suatu hari yang tidak dapat diterima yaitu saat kematian dan hari kiamat. Maka dari itu manusia pada akhirnya akan terpisah-pisah, sebagian dari mereka berada di surga dan sebagian lagi di neraka (Musa, 2010).

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan deskriptif kuantitatif. Studi literatur yang digunakan berupa pengumpulan bahan-bahan pustaka yang diperoleh dari buku dan jurnal yang mendukung penelitian. Adapun deskriptif kuantitatif menggunakan data sekunder yang disusun dan dilakukan analisis sesuai dengan aturan penelitian.

### 3.2 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder penyakit campak Provinsi Jawa Timur pada tahun 2019. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Unit penelitian yang digunakan terdiri dari 29 Kabupaten dan 9 Kota di Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan pada penelitian sebanyak 190 data dengan 1 variabel dependen dan 5 variabel independen.

### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua jenis variabel yaitu variabel respon dan variabel prediktor yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

| No. | Variabel | Keterangan                                    | Skala Data |
|-----|----------|---|------------|
| 1.  | $Y$      | Jumlah kasus penyakit campak (jiwa)           | Rasio      |
| 2.  | $X_1$    | Persentase pemberian vitamin A (%)            | Rasio      |
| 3.  | $X_2$    | Persentase imunisasi campak (%)               | Rasio      |
| 4.  | $X_3$    | Jumlah balita gizi buruk (jiwa)               | Rasio      |
| 5.  | $X_4$    | kepadatan penduduk ( $km^2$ )                 | Rasio      |
| 6.  | $X_5$    | Persentase keluarga dengan akses sanitasi (%) | Rasio      |

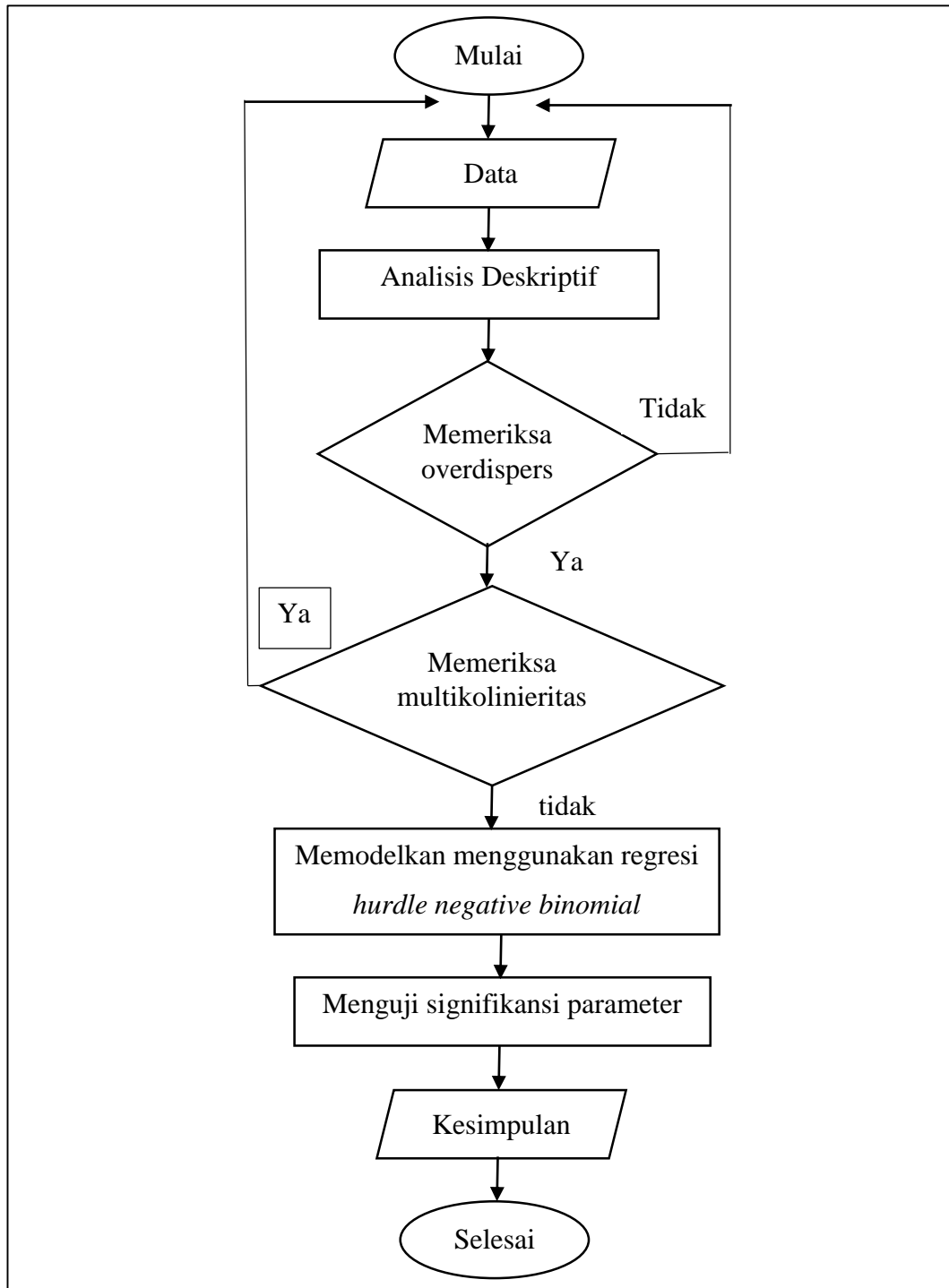
### 3.4 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis deskriptif untuk mengetahui gambaran umum mengenai data penyakit campak di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2019
2. Mengidentifikasi korelasi antar variabel independen
3. Memeriksa overdispersi menggunakan nilai *Deviance*
4. Melakukan pengujian multikolinieritas dengan menggunakan kriteria VIF
5. Melakukan pemodelan regresi *Hurdle Negative Binomial*
6. Menguji signifikansi parameter pada model regresi *Hurdle Negative Binomial* secara simultan dan parsial
7. Menginterpretasi model regresi *Hurdle Negative Binomial* menggunakan *odds ratio*

### 3.5 Diagram Alur Penelitian

Supaya penelitian dapat mudah dipahami, berikut langkah-langkah dalam melakukan penelitian yang disajikan dalam diagram alur berikut ini:



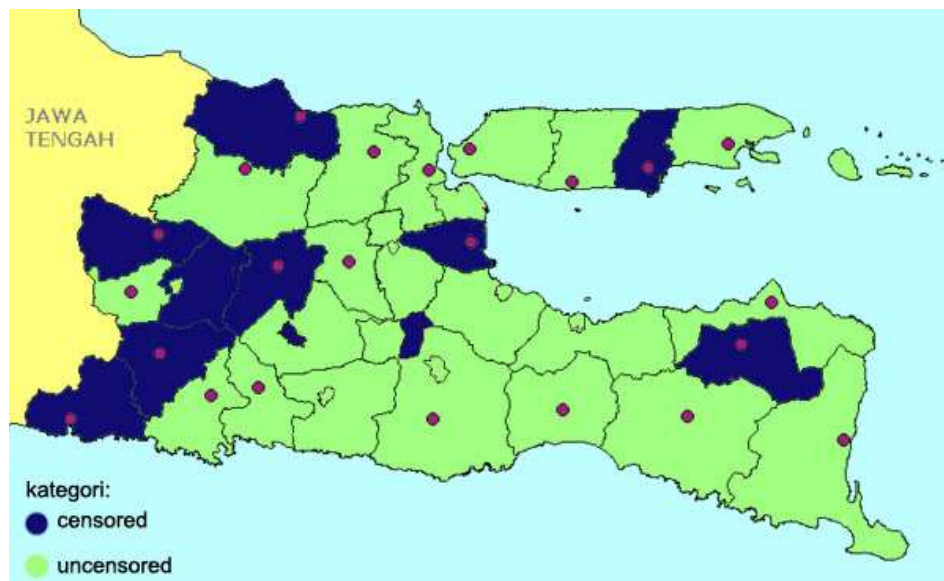
## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Deskriptif

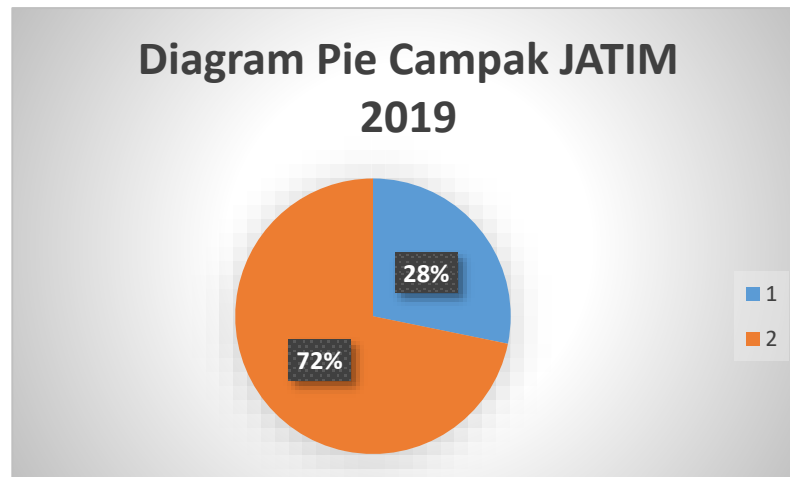
Pada penelitian ini variabel dependen  $Y$  yang digunakan adalah jumlah kasus penyakit campak di Jawa Timur pada tahun 2019.  $Y_i$  bernilai nol apabila suatu kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur tidak terdapat kasus campak, dan  $Y_i$  bernilai bulat non-nagatif apabila suatu kabupaten atau kota terdapat kasus campak. Pada penelitian ini menggunakan titik sensor bernilai satu karena dengan ini diharapkan kasus campak di suatu kabupaten atau kota tereliminasi di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur yang memiliki kasus campak lebih dari sama dengan satu maka dianggap data tersensor.

$$d_i = \begin{cases} 1 & \text{jika } Y_i \geq 1 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

Persebaran kasus penyakit campak di Jawa Timur pada tahun 2019 disajikan pada Gambar 4.1. Wilayah dengan warna hijau muda merupakan wilayah bebas kasus penyakit campak, sedangkan wilayah berwarna biru tua merupakan daerah memiliki kasus penyakit campak yang sama dengan satu atau lebih dari satu. Kabupaten yang memiliki jumlah kasus campak terbanyak yaitu Ponorogo dan kedua Madiun.

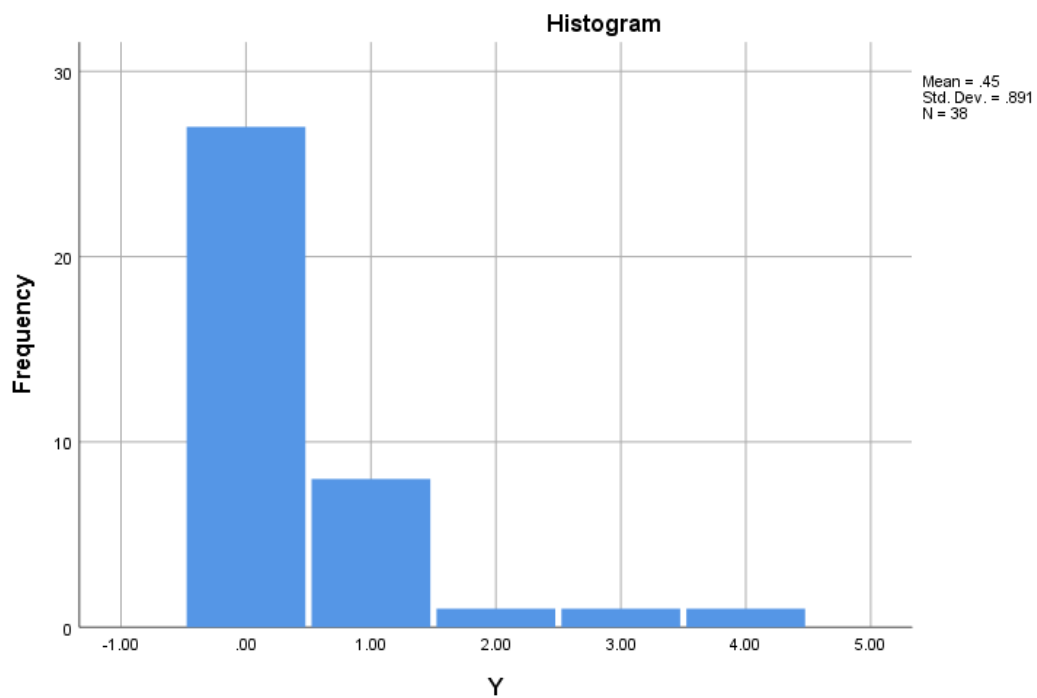


Gambar 4. 1 Peta Persebaran Kasus Penyakit Campak di Provinsi Jawa Timur 2019



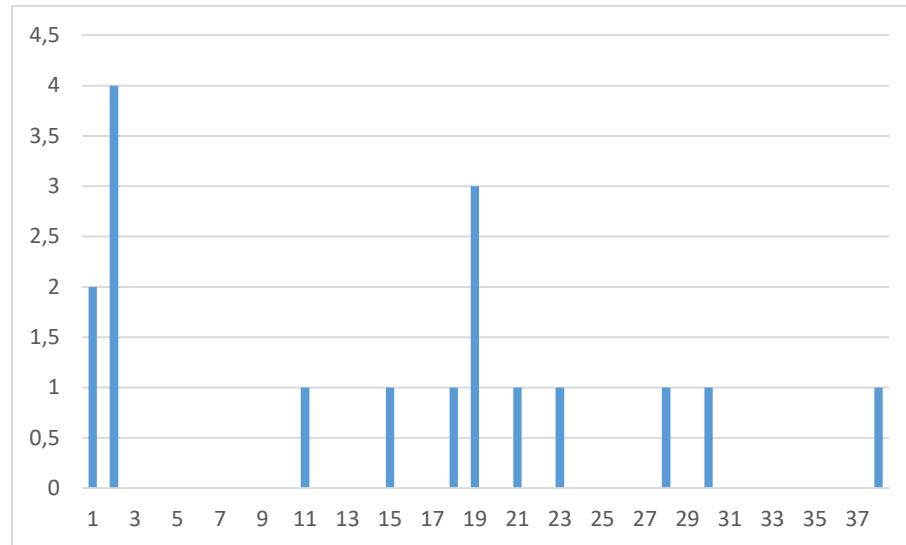
Gambar 4. 2 Diagram Lingkaran Kasus Campak Jatim 2019

Pada diagram lingkaran yang tersaji pada Gambar 4.2 diketahui bahwa presentase kabupaten atau kota yang tidak memiliki kasus penyakit campak di Provinsi Jawa Timur tahun 2019 sebesar 72% dan 28% merupakan kabupaten atau kota yang memiliki kasus campak.



Gambar 4. 3 Histogram Variabel Y





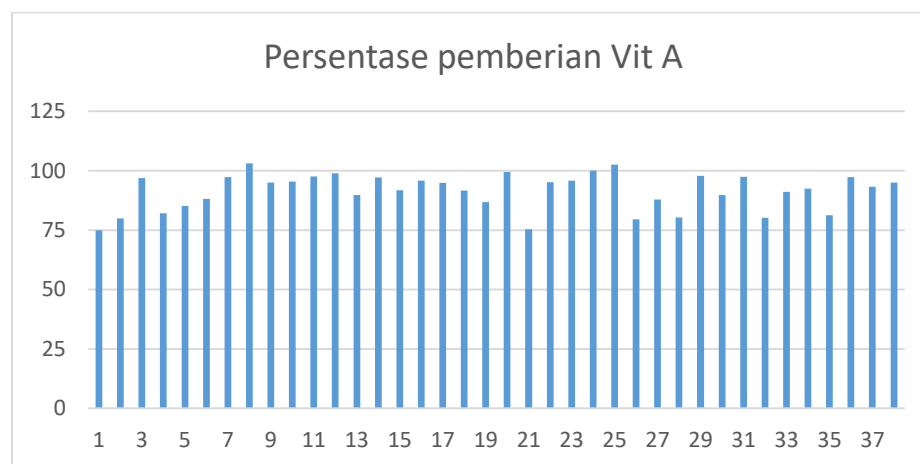
Gambar 4. 4 diagram garis Jumlah Kasus Penyakit Campak JATIM 2019

Pada Gambar 4.3 menyajikan karakteristik variabel Y dengan 72% bernilai nol yang menunjukkan keadaan yang dinamakan dengan *excess zero*. *Excess zero* merupakan data yang mengandung lebih dari 50% angka nol. Terdapat lima variabel independen X yang diduga mempengaruhi jumlah kasus penyakit campak di Provinsi Jawa Timur yang dapat disajikan pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Analisis Deskriptif Variabel Penelitian

| Analisis Deskriptif |    |           |              |         |         |
|---------------------|----|-----------|--------------|---------|---------|
| Variabel            | N  | Mean      | Std. Deviasi | Minimum | Maximum |
| Y                   | 38 | 0,45      | 0,891        | 0       | 4       |
| $X_1$               | 38 | 91,4      | 7,609        | 74,97   | 103,10  |
| $X_2$               | 38 | 87,59     | 13,46984     | 35,20   | 113,90  |
| $X_3$               | 38 | 4408      | 3582         | 325     | 16006   |
| $X_4$               | 38 | 1951,4359 | 2202,60727   | 279,12  | 8262,10 |
| $X_5$               | 38 | 92,8474   | 9,14185      | 66,20   | 100,30  |

Berdasarkan tabel 4.1 di atas, variabel Y memiliki nilai standar deviasi lebih besar daripada nilai mean. Kondisi ini disebut dengan overdispersi pada data jumlah kasus penyakit campak di Provinsi Jawa Timur. Selain itu, dapat dilihat pada variabel  $X_4$  yang mempunyai nilai standar deviasi lebih besar dari mean yang berarti kepadatan penduduk di Provinsi Jawa Timur tidak seimbang. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk mengatasi pertumbuhan penduduk yang tinggi seperti menekan pertumbuhan penduduk dengan program keluarga berencana, juga dengan melakukan pemerataan lapangan kerja.

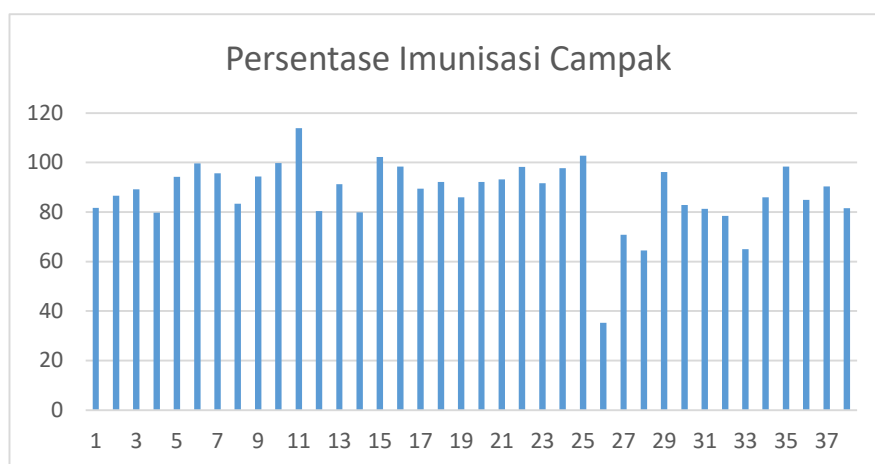


Gambar 4. 5 Presentase Pemberian Vit. A

Berdasarkan tabel 4.1 variabel  $X_1$  yaitu persentase pemberian vitamin A. Menurut laporan profil kesehatan Jatim, jika seseorang tidak memiliki cukup vitamin A dalam tubuhnya, maka dapat dengan mudah terkena campak dan mengalami komplikasi serius. Pasalnya, vitamin A dapat menghambat replikasi virus vaksin campak dengan cara meningkatkan respon imun tubuh. Oleh karena itu digunakanlah variabel pemberian vitamin A sebagai salah satu indikator penyakit campak. Variabel pemberian vitamin A memiliki rata-rata sebesar 91,4 persen dan standar deviasi 7,609. Persentasi maksimum kabupaten atau kota yang menerima pemberian vitamin A sebesar 103,10 yang berada pada Kabupaten Lumajang dan persentase yang menerima pemberian vitamin A minimum sebesar 74,97 berada di Kabupaten Pacitan. Target pemberian kapsul vitamin A tahun 2019 secara nasional sebesar 90,8%. Beberapa kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur masih ada yang berada di bawah angka nasional, diantaranya yaitu Pacitan,

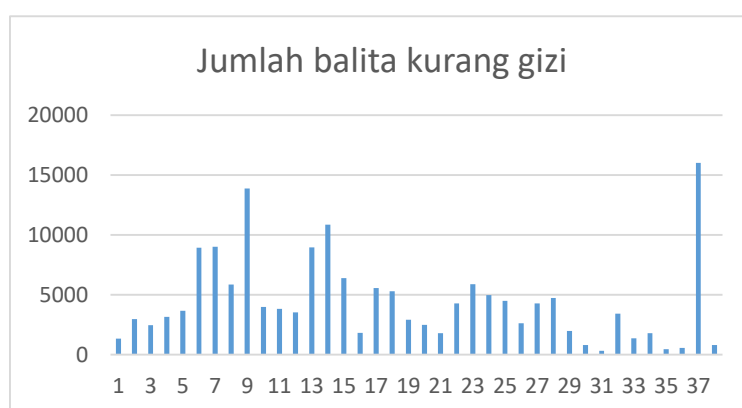
Ponorogo, Tulungagung, Blitar, Kediri, Probolinggo, Madiun, Ngawi, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Kota Kediri, Kota Malang, dan Kota Mojokerto.

Karakteristik variabel  $X_2$  yaitu persentase imunisasi campak yang dapat dilihat gambar 4.5 sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Persentase Imunisasi Campak

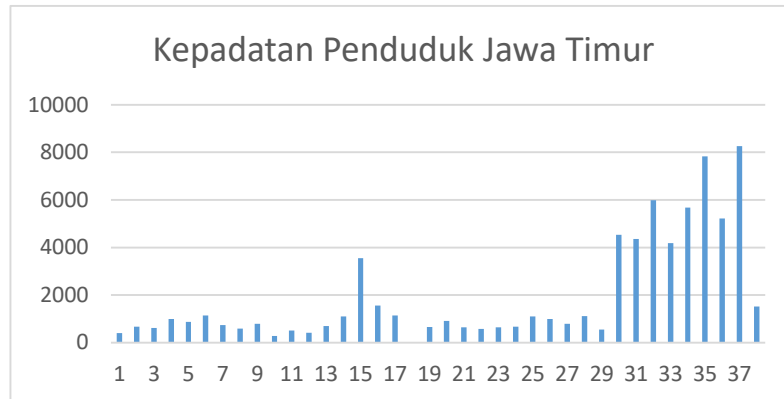
Pada karakteristik variabel  $X_2$  diperoleh rata-rata sebesar 87,5974 dengan standar deviasi sebesar 13,46984, persentase imunisasi campak maksimum sebesar 113,9% berada di Kabupaten Bondowoso dan persentase imunisasi minimum sebesar 35,2% berada di Kabupaten Bangkalan. Target imuniasi campak secara nasional menurut Kementerian Kesehatan sebesar 87,33% dan masih ada beberapa kabupaten dan kota yang maemiliki nilai di bawah angka nasional.



Gambar 4. 7 Jumlah Balita Kurang Gizi JATIM 2019

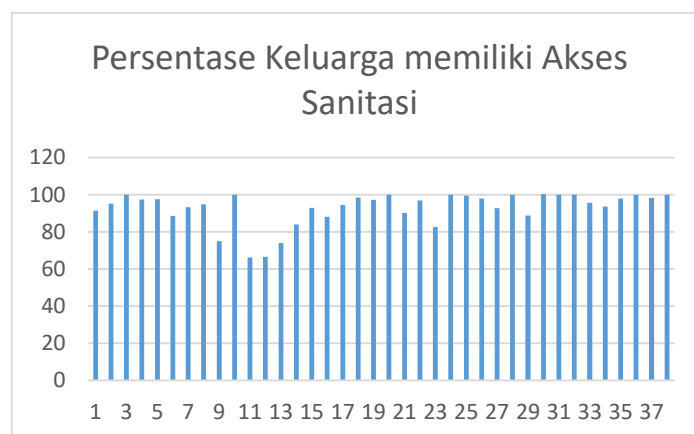
Karakteristik variabel  $X_3$  yaitu jumlah bayi gizi buruk yang mempunyai rata-rata penduduk 4408 jiwa dengan standar deviasi 3582. Jumlah bayi mengalami gizi

buruk minimum sebesar 325 jiwa yang terdapat di Kota Blitar dan jumlah maksimum sebesar 16006 yaitu di Kota Surabaya.



Gambar 4. 8 Kepadatan Penduduk di Jawa Timur

Karakteristik variabel  $X_4$  yaitu kepadatan penduduk dengan diperoleh rata-rata sebesar  $1951,435 \text{ km}^2$  dengan standar deviasi sebesar  $2202,6 \text{ km}^2$ . Nilai rata-rata variabel  $X_4$  lebih kecil dibandingkan dengan nilai standar deviasi yang berarti terdapat ketimpangan terhadap kepadatan penduduk pada Provinsi Jawa Timur. Kepadatan penduduk maksimum sebesar  $8262,1 \text{ km}^2$  yaitu berada di Kota Surabaya dan kepadatan penduduk minimum sebesar  $279,12 \text{ km}^2$  berada di Kabupaten Banyuwangi.



Gambar 4. 9 Persentase Keluarga dengan Akses Sanitasi

Karakteristik variabel  $X_5$  yaitu persentase keluarga yang memiliki akses sanitasi diperoleh rata-rata sebesar  $92,8474$  persen dengan standar deviasi sebesar  $9,1418$  persen. Persentase keluarga yang memiliki akses sanitasi maksimum sebesar

100,3 persen berada di Kota Kediri dan persentase minimum berada di Kabupaten Bondowoso yaitu sebesar 66,2 persen.

## 4.2 Pemodelan Jumlah Kasus campak dengan regresi *Hurdle Negative Binomial*

### 4.2.1 Pemeriksaan Overdispersi

Pada pemeriksaan overdispersi, untuk mengetahuinya dapat dilihat melalui nilai *deviance* dibagi dengan derajat bebasnya. Hasil uji regresi *poisson* untuk pemeriksaan overdispersi menunjukkan bawa nilai *deviance* / db adalah 1,292. Nilai tersebut menunjukkan di atas angka 1 yang berarti data penyakit campak di Provinsi Jawa Timur mengalami overdispersi.

### 4.2.2 Pemeriksaan Multikolinieritas

Pada pemeriksaan multikolinieritas dalam model regresi dapat dilihat menggunakan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Hasil pemeriksaan uji multikolinieritas dapat dilihat pada tabel 4.2

Hipotesis:

$H_0$  : Tidak terdapat multikolinieritas

$H_1$  : Terdapat multikolinieritas

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

Nilai VIF > 10 maka  $H_0$  ditolak, artinya terdapat multikolinieritas

Nilai VIF  $\leq$  10 maka  $H_0$  diterima, artinya tidak terdapat multikolinieritas

Tabel 4. 2 Pemeriksaan Multikolinieritas dengan VIF

| Variabel X | $X_1$                       | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ |
|------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nilai VIF  | 1,224                       | 1,240 | 1,176 | 1,137 | 1,318 |
| Keterangan | Tidak ada multikolinieritas |       |       |       |       |

Pada tabel 4.2 di atas dapat dilihat bahwa kelima variabel independen memiliki nilai VIF lebih kecil dari 10, akibatnya dapat diputuskan bahwa tidak terjadi kasus multikolinieritas.

### 4.2.3 Pemodelan Regresi *Hurdle Negative Binomial Data Tersensor*

Setelah dilakukan pengecekan mengenai overdispersi dan uji multikolinieritas, selanjutnya adalah memodelkan variabel jumlah penyakit campak di Provinsi Jawa Timur terhadap faktor yang dianggap berdampak pada timbulnya penyakit tersebut. Metode regresi *Hurdle* melibatkan variabel dependen berupa data *count* yang tersensor. Variabel ini menggunakan sensor kanan dengan nilai sensor sebesar satu. Asumsinya yaitu terjadinya satu kasus penyakit campak di suatu Kabupaten di Provinsi Jawa Timur akan menggagalkan target eliminasi penyakit campak.

Pemodelan data tersensor kasus penyakit campak di Provinsi Jawa Timur dilakukan menggunakan model regresi *Hurdle Negative Binomial* dengan menggunakan lima variabel penjelas. Parameter model regresi *Hurdle Negative binomial* dapat diestimasi menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), yaitu metode yang digunakan untuk mengestimasi dengan memaksimalkan fungsi *Likelihood* yang dinyatakan pada persamaan (2.11), (2.12) dan (2.13). Pada taraf signifikansi  $\alpha = 10\%$  diperoleh estimasi parameter model yang disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Estimasi Parameter dengan Software R

| Parameter estimates data tersensor |          |         |            |          |         |
|------------------------------------|----------|---------|------------|----------|---------|
| Truncated negative binomial        |          |         | Zero state |          |         |
| Parameter                          | Estimate | p-value | Parameter  | Estimate | p-value |
| $\beta_0$                          | 0,9708   | 0,9678  | $\delta_0$ | 13,2022  | 0,1047  |
| $\beta_1$                          | -0,1019  | 0,4039  | $\delta_1$ | -0,1582  | 0,0233* |
| $\beta_2$                          | -0,0394  | 0,7623  | $\delta_2$ | 0,04835  | 0,1573  |
| $\beta_3$                          | 0,00059  | 0,0002* | $\delta_3$ | -0,0002  | 0,3004  |
| $\beta_4$                          | 0,00911  | 0,0829* | $\delta_4$ | -0,0003  | 0,2304  |
| $\beta_5$                          | 0,15827  | 0,4351  | $\delta_5$ | -0,0260  | 0,6021  |
| $k$                                | 0,01521  | 0,9738  |            |          |         |

Keterangan: \*) signifikan pada  $\alpha = 10\%$

Hasil penaksiran parameter dari model regresi *hurdle negative binomial* terdiri dari dua model. Pertama adalah model logit yaitu dengan proses *zero state* atau *zero hurdle* dan model *truncated negative binomial* yaitu dengan proses *truncated state*.

#### 4.2.4 Uji Signifikansi Parameter

Uji Signifikansi Parameter terdiri dari uji parsial dan simultan sebagai berikut:

##### 1. Uji Parsial

Uji parsial digunakan untuk menguji setiap  $\delta_i$  dan  $\beta_i$  secara individual, uji parsial akan menunjukkan apakah suatu variabel terikat memenuhi dalam model atau tidak.

Hipotesis *zero state*:

$$H_0: \delta_i = 0$$

$$H_1: \delta_i \neq 0 \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, 5$$

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

p-value  $< \alpha$  maka  $H_0$  ditolak

p-value  $> \alpha$   $H_0$  diterima

Dengan menggunakan  $\alpha = 10\%$ , Berdasarkan tabel 4.3 pada model *zero state* dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh signifikan secara parsial adalah pemberian vitamin A ( $X_1$ ) karena  $0,0233 < \alpha = 10\%$ .

Hipotesis *negative binomial*:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0 \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, 5$$

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

p-value  $< \alpha$  maka  $H_0$  ditolak

p-value  $> \alpha$   $H_0$  diterima

Dengan menggunakan  $\alpha = 10\%$ , Berdasarkan tabel 4.3 pada model *negative binomial* dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh signifikan secara parsial adalah balita gizi buruk ( $X_3$ ) karena  $0,0002 < \alpha = 10\%$  dan kepadatan penduduk ( $X_4$ ) karena  $0,0829 < \alpha = 10\%$ .

Keputusan akhir :

Variabel yang berpengaruh signifikan secara parsial dengan  $\alpha = 10\%$  pada kasus penyakit campak di Provinsi Jawa Timur adalah pemberian vitamin A, jumlah balita gizi buruk, dan kepadatan penduduk.

## 2. Uji Simultan

Pada pengujian simultan menggunakan uji *Likelihood Ratio* yang digunakan untuk mengetahui apakah variabel bebas mempengaruhi variabel terikat secara signifikan.

Hipotesis:

$$H_0: \delta_1 = \dots = \delta_5 = \beta_1 = \dots = \beta_5 = 0$$

$$H_1: \text{paling sedikit ada satu } \delta_j \neq 0 \text{ atau } \beta_j \neq 0 \text{ dimana } j = 1, 2, \dots, 5$$

Statistik Uji G dinyatakan pada persamaan (2.17):

Berdasarkan *output R* pada Lampiran 6 diketahui bahwa nilai *Likelihood Ratio* (Uji G) sebesar 25,12 sedangkan nilai  $\chi_{0,1;5}^2 = 9,236$

Sehingga diketahui bahwa Nilai  $G = 25,12$  lebih besar dari  $\chi_{0,1;5}^2 = 9,236$

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika } G > \chi_{(a,v)}^2$$

$$\text{Terima } H_0 \text{ jika } G < \chi_{(a,v)}^2$$

Keputusan: tolak  $H_0$  Hal ini menunjukkan bahwa paling tidak, ada satu variabel independen yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Dari hasil pengujian signifikansi parameter diperoleh tiga variabel yang signifikan, yaitu variabel persentase pemberian vitamin A ( $X_1$ ), variabel jumlah balita gizi buruk ( $X_3$ ), dan kepadatan penduduk ( $X_4$ ). Untuk memperoleh model terbaik dari tiga variabel yang signifikan tersebut, maka dilakukan kembali estimasi parameter model dengan memasukkan variabel yang signifikan saja. Berdasarkan estimasi menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yang dinyatakan



pada persamaan (2.11), (2.12) dan (2.13). Pada taraf signifikansi  $\alpha = 10\%$  diperoleh estimasi parameter model yang disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Estimasi Parameter Variabel Signifikan

| Parameter estimates data tersensor |          |         |            |          |         |
|------------------------------------|----------|---------|------------|----------|---------|
| Truncated negative binomial        |          |         | Zero state |          |         |
| Parameter                          | Estimate | p-value | Parameter  | Estimate | p-value |
| $\beta_0$                          | 7,32193  | 0,833   | $\delta_0$ | 9,75295  | 0,0471* |
| $\beta_1$                          | -0,09938 | 0,508   | $\delta_1$ | -0,10401 | 0,0586* |
| $\beta_3$                          | 0,0004   | 0,001*  | $\delta_3$ | -0,00017 | 0,4568  |
| $\beta_4$                          | 0,00355  | 0,0432* | $\delta_4$ | -0,00031 | 0,2408  |

Keterangan: \*) signifikan pada  $\alpha = 10\%$

Uji Signifikansi Parameter terdiri dari uji parsial dan simultan sebagai berikut:

1. Uji Parsial

Uji parsial digunakan untuk menguji setiap  $\delta_i$  dan  $\beta_i$  secara individual, uji parsial akan menunjukkan apakah suatu variabel terikat memenuhi dalam model atau tidak.

Hipotesis *zero state*:

$$H_0: \delta_i = 0$$

$$H_1: \delta_i \neq 0 \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, 5$$

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

$$p\text{-value} < \alpha \text{ maka } H_0 \text{ ditolak}$$

$$p\text{-value} > \alpha \text{ maka } H_0 \text{ diterima}$$

Dengan menggunakan  $\alpha = 10\%$ , Berdasarkan tabel 4.4 pada model *zero state* dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh signifikan secara parsial adalah pemberian vitamin A ( $X_1$ ) karena  $0,0586 < \alpha = 10\%$ .

Hipotesis *negative binomial*:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0 \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, 5$$

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

p-value  $< \alpha$  maka  $H_0$  ditolak

p-value  $> \alpha$   $H_0$  diterima

Dengan menggunakan  $\alpha = 10\%$ , Berdasarkan tabel 4.3 pada model *negative binomial* dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh signifikan secara parsial adalah balita gizi buruk ( $X_3$ ) karena  $0,001 < \alpha = 10\%$  dan kepadatan penduduk ( $X_4$ ) karena  $0,0432 < \alpha = 10\%$ .

Keputusan akhir :

Variabel yang berpengaruh signifikan secara parsial dengan  $\alpha = 10\%$  pada kasus penyakit campak di Provinsi Jawa Timur adalah pemberian vitamin A, jumlah balita gizi buruk, dan kepadatan penduduk.

## 2. Uji Simultan

Pada pengujian simultan menggunakan uji *Likelihood Ratio* yang digunakan untuk mengetahui apakah variabel bebas mempengaruhi variabel terikat secara signifikan.

Hipotesis:

$$H_0: \delta_1 = \dots = \delta_5 = \beta_1 = \dots = \beta_5 = 0$$

$$H_1: \text{paling sedikit ada satu } \delta_j \neq 0 \text{ atau } \beta_j \neq 0 \text{ dimana } j = 1, 2, \dots, 5$$

Statistik Uji G dinyatakan pada persamaan (2.17):

Berdasarkan *output R* pada Lampiran 7 diketahui bahwa nilai *Likelihood Ratio* (Uji G) sebesar 27,81 sedangkan nilai  $\chi_{0,1;3}^2 = 6,2514$

Sehingga diketahui bahwa Nilai G = 27,81 lebih besar dari  $\chi_{0,1;3}^2 = 6,2514$

Melalui pengujian kriteria sebagai berikut:

Tolak  $H_0$  jika  $G > \chi_{(a,v)}^2$

Terima  $H_0$  jika  $G < \chi_{(a,v)}^2$

Keputusan: tolak  $H_0$  karena  $G > \chi_{(a,v)}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa paling tidak, ada satu variabel independen yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

#### 4.2.5 Hasil dan Interpretasi Model

Hasil penaksiran parameter dari model regresi *hurdle negative binomial* terdiri dari dua model. Pertama adalah model log dengan proses *negative binomial* dan model logit dengan proses *zero state* atau *zero hurdle* pada persamaan (2.7). Pada model *truncated negative binomial* yaitu dengan menggunakan proses *truncated state*, Model ini menjelaskan ada berapa banyak kasus jumlah penyakit campak di suatu kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur.

$$\mu_i = \exp(0,0004 X_3 + 0,00355 X_4)$$

Pada model *truncated negative binomial* diketahui bahwa setiap penambahan satu kasus balita kurang gizi maka akan meningkatkan jumlah kasus penyakit campak sebanyak  $\exp(0,0004) = 1,0004$  kali dari jumlah penyakit campak semula, jika variabel lain bernilai konstan. Selanjutnya, setiap penambahan  $1km^2$  kepadatan penduduk akan meningkatkan jumlah kasus penyakit campak sebanyak  $\exp(0,00355) = 1,0035$  kali dari jumlah semula, jika variabel lain bernilai konstan.

Selanjutnya model kedua yaitu *zero hurdle* yang menjelaskan tentang kecenderungan ditemukannya kasus penyakit campak atau tidak di suatu kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur.

$$\pi_i = \frac{\exp(9,75295 - 0,10401 X_1)}{1 + \exp(9,75295 - 0,10401 X_1)}$$

Faktor yang mempengaruhi peluang ditemukannya kasus penyakit campak yaitu persentase pemberian vitamin A. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan satu persen vitamin A menurunkan peluang jumlah ditemukannya kasus penyakit campak sebanyak 10,4% di suatu kabupaten atau kota. Selain itu terdapat pengaruh lainnya yang disebabkan oleh variabel yang tidak diketahui.

#### 4.3 Kajian Estimasi Parameter Pada Regresi Menurut Al-Qur'an

Analisis regresi dalam Al-Qur'an dijelaskan pada surat Ali Imron ayat 190-191 yang menjelaskan tentang partisi. Partisi ini dimisalkan menjadi suatu variabel.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ  
هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Pada ayat di atas jika dipartisi menjadi regresi akan menghasilkan dua bagian, yaitu:

لأولى الألباب.....(Y)

يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ.....(X)

Pada ayat di atas menjelaskan bahwa penciptaan langit dan bumi serta terjadinya pergantian siang dan malam merupakan tanda-tanda kebesaran Allah yang melekat pada seseorang yang memiliki sifat *ulul albab*. *Ulul albab* dikatakan sebagai variabel dependen karena kriteria *ulul albab* adalah orang yang memiliki karakter meningat Allah setiap saat dan memikirkan tentang diciptakannya langit dan bumi.

Estimasi merupakan proses untuk menaksir atau menduga hubungan parameter populasi yang diketahui berdasarkan informasi sampelnya. Inti dari estimasi yaitu menduga suatu parameter populasi menggunakan nilai-nilai yang diperoleh melalui sampel yang kemudian diperoleh data-data yang dapat mewakili sifat dan karakteristik dari populasi tersebut. Pada Al-Qur'an yang menjelaskan mengenai teori ini adalah surat As-Shaffar ayat 147 yang berbunyi:

وَأَرْسَلْنَاهُ إِلَىٰ مِائَةِ أَلْفٍ أَوْ يَزِيدُونَ

Artinya: “Dan kami utus kepada seratus ribu orang atau lebih.” (Q.S. As-Shaffat:147)

Pada ayat tersebut, Allah SWT mengajarkan kepada kita mengenai metode statistik untuk mengetahui karakteristik atau sifat-sifat dari suatu populasi yaitu metode estimasi.

Estimasi menurut pandangan Islam diperbolehkan asal dapat bermanfaat bagi manusia. Seperti pada kasus jumlah umat Nabi Yunus, maka pada surat As-Shaffat ayat 147 sudah terjawab yaitu seratus orang atau lebih. Dari sini dapat diketahui bahwa jumlah umat Nabi Yunus tidak diketahui secara pasti. Adapun pendapat dari beberapa ulama menyatakan bahwa jumlah umat Nabi Yunus yaitu seratus ribu lebih dua puluh atau tiga puluh atau tujuh puluh ribu orang. Oleh karena itu, jika umat Nabi Yunus dinyatakan dalam peubah acak  $X$ , maka nilai  $X$  berada pada skala interval  $100.000 < X < 200.000$ , artinya umat Nabi Yunus lebih dari 100.000 dan kurang dari 200.000 orang.

Pada penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk mengetahui karakteristik dari suatu populasi, maka dapat dilakukan estimasi atau pendugaan terhadap karakteristik populasi tersebut dengan menggunakan sampel yang diambil dari populasi. Pada surat As-Shaffat sudah mengajarkan pada manusia tentang suatu metode pendugaan melalui Al-Qur'an jauh sebelum adanya ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang statistik yang menjelaskan tentang estimasi parameter.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pemaparan pada bab sebelumnya, maka dapat diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Jumlah kasus penyakit campak terbanyak di Jawa Timur pada tahun 2019 adalah Kabupaten Ponorogo. Terdapat 11 kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur yang terpapar kasus campak. Persentase pemberian imunisasi campak dan vitamin A di Provinsi Jawa Timur sudah melampaui target nasional, meskipun masih ada beberapa kabupaten dan kota yang persentasenya di bawah target nasional. Sedangkan kepadatan penduduk di Provinsi Jawa Timur mengalami ketimpangan, hal itu pemerintah perlu melakukan upaya untuk meratakan penduduk di Provinsi Jawa Timur.
2. Pada hasil pemodelan diperoleh bahwa untuk model logit variabel yang berpengaruh terhadap ditemukannya atau tidak kasus penyakit campak adalah variabel pemberian vitamin A. sementara untuk model log, variabel yang berpengaruh adalah balita gizi buruk dan kepadatan penduduk. setiap penambahan satu kasus balita kurang gizi maka akan meningkatkan jumlah kasus penyakit campak sebanyak  $\exp(0,0004) = 1,0004$  kali dari jumlah penyakit campak semula. Selanjutnya, setiap penambahan  $1km^2$  kepadatan penduduk akan meningkatkan jumlah kasus penyakit campak sebanyak  $\exp(0,00355) = 1,0035$  kali dari jumlah semula.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dalam penulisan skripsi ini antara lain:

1. Pada penelitian ini, pembaca diharapkan dapat menambahkan beberapa variabel dependen lainnya supaya diperoleh model yang lebih baik.
2. Pada metode yang digunakan, pembaca diharapkan dapat menggunakan metode lain yang lebih bagus untuk menangani data yang berkaitan supaya dapat diperoleh hasil yang lebih akurat.

3. Pada penggunaan referensi, pembaca diharapkan dapat menggunakan referensi lain yang lebih lengkap supaya dapat memperjelas penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afri, L. E. (2019). Pempdelan Regresi Hurdle pada Kasus Penyakit Difteri. *Jurnal Absis*.
- Agresti. (1990). *Categorical Data Analysis* . New York: John Willey and Sons.
- Arianto, M. (2018). Faktor Risiko Kejadian Campak Pada Balita di Kabupaten Sarolangun. *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 41-47.
- Arifin, Z. (2009). *Evaluasi Pembelajaran, Prinsip, Teknik, Prosedur*. Bandung: PT remaja Rosdakarya.
- Bilgic, A. (2007). Application of a Hurdle Negative Binomial Count Data Model to Demand for Fishing in the Southeastern United States. *Jpurnal of Environmental Management*, 478-490.
- Cullagh, M. (1989). *Generalized Linier Models* . London: Chapman and Hall.
- Dinas, K. (2019). *Profil Kesehatan Tahun 2019*. Surabaya.
- Famoye. (2004). Modeling Household Fertility Dcision with Generalized Poisson Regression. *Journal of Population Economics*, 273-283.
- Famoye. (2006). Zero-Inflated Generalized Poisson Regression Model with an Application to Domestic Violence Data. *Journal of Data Science* 4, 117-130.
- Ghozali. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 23*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Gujarati, D. (2004). *Basic Econometrics* . The McGraw-Hill Companies.
- Hastoety, S. P. (2018). Disparitas Balita Kurang Gizi Indonesia. *Disparity of Under Nutrition Under Five in Indonesia*.
- Hernowo. (2015). Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Penyakit Campak pada Balita. *Indonesian Journal of Education* , 20-26.
- Hilbe. (2011). *Negative Binomial Regression*. New York: Cambridge University Press.
- Hocking. (1996). *Methods and Application of Linear Methods*. New york: John Willey and Sons.
- IDAI. (2017). *Kampanye Imunisasi Campak Rubela di Pulau Jawa*. Jakarta: Kemenkes Ri.
- Irwan, M. (2017). *Epidemiologi Penyakit Menular*. Yogyakarta: Absolute Media.
- Jauhari, T. (1952). *Al-Jawahir fi Tafsir Al-Qur'an Al-Karim*. Beirut: Dar El-Fikr.



- Julianda, R. (2015). Penerapan Data Count dengan Menggunakan Regresi Hurdle Poisson. *Jurnal Matematika*.
- Kemenkes. (2019). *Profil Kesehatan Jawa Timur 2019*. Surabaya: Kemenkes JATIM.
- Khotimah, H. (2013). Hubungan Antara Usia, Status Giziz, dan Status Imunisasi dengan Kejadian Campak Balita. *Jurnal Obstretika Salentia*.
- McDowell, A. (2003). From The Help Desk: Hurdle Models. *Stat Corporation*, 178-184.
- Munasir, Z. (2020). Pengaruh Suplementasi Vitamin A Terhadap campak. *Jurnal Sari Pediatri*, 72-76.
- Musa, M. b. (2010). *Tafsir Al-Qur'an*. Bandung: (t.p).
- Nelson. (2007). *Infection Disease Epidemiology*. Massachusetts: Jones and Barlett Publishers.
- Ningtyas, D. W. (2015). Pengaruh Kualitas Vaksin Campak Terhadap Kejadian Campak di Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 315-316.
- Oktaviasari, K. E. (2018). Hubungan Imunisasi Cmapak dengan Kejadian Campak di Jawa Timur. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 166-173.
- Pateta, M. (2005). *Fitting Poisson Regression Models Using the Genmod Procedure*. USA: SAS Institute Ins.
- Pontoh, R. S. (2015). *Penerapan Hurdle Negative Binomial Pada Data tersensor*. Yogyakarta: UNY.
- Saffari, S. E. (2012). Hurdle Negative Binomial Regression Model with Right Censored Count Data. *Journal Statistic and Operation Research Transaction*, 181-194.
- Suparyanto. (2014). *Tumbuh Kembang dan Imunisasi*. Jakarta: EGC.
- Sutrisno, H. (2001). *Statistik 3*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Trivedi. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. New York: Cambridge University Press.
- Widarjono, A. (2007). *Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta: Ekonisia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia.
- Wulandari. (2017). Konsumsi Rokok Masyarakat Kota Bandung dengan Hurdle-NB. *Jurnal Aplikasi Statistika dan Komputasi*.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Penyakit Campak Provinsi Jawa Timur dan Faktornya

| kab/kota    | Y | X1    | X2    | X3    | X4      | X5   |
|-------------|---|-------|-------|-------|---------|------|
| Pacitan     | 2 | 74.97 | 81.7  | 1347  | 399.52  | 91.3 |
| Ponorogo    | 4 | 79.9  | 86.6  | 2975  | 667.36  | 95.1 |
| Trenggalek  | 0 | 96.9  | 89.2  | 2454  | 606.94  | 100  |
| Tulungagung | 0 | 82.1  | 79.8  | 3168  | 984.5   | 97.3 |
| Blitar      | 0 | 85.2  | 94.2  | 3660  | 868.46  | 97.6 |
| Kediri      | 0 | 88.1  | 99.7  | 8916  | 1135.8  | 88.6 |
| Malang      | 0 | 97.3  | 95.7  | 8998  | 738.17  | 93.3 |
| Lumajang    | 0 | 103.1 | 83.4  | 5867  | 582.05  | 94.7 |
| Jember      | 0 | 95    | 94.4  | 13864 | 792.5   | 74.9 |
| Banyuwangi  | 0 | 95.4  | 99.8  | 3976  | 279.12  | 100  |
| Bondowoso   | 1 | 97.6  | 113.9 | 3829  | 508.34  | 66.2 |
| Situbondo   | 0 | 98.9  | 80.4  | 3527  | 409     | 66.6 |
| Probolinggo | 0 | 89.8  | 91.3  | 8949  | 688.89  | 74   |
| Pasuruan    | 0 | 97.23 | 79.9  | 10840 | 1104.05 | 83.9 |
| Sidoarjo    | 1 | 91.8  | 102.2 | 6384  | 3545.94 | 92.8 |
| Mojokerto   | 0 | 95.77 | 98.3  | 1826  | 1557.04 | 88.1 |
| Jombang     | 0 | 94.9  | 89.5  | 5552  | 1133.37 | 94.5 |
| Nganjuk     | 1 | 91.7  | 92.1  | 5308  | 861..43 | 98.4 |
| Madiun      | 3 | 86.8  | 85.9  | 2917  | 657.96  | 97.2 |
| Magetan     | 0 | 99.4  | 92.1  | 2497  | 913.1   | 100  |
| Ngawi       | 1 | 75.4  | 93.2  | 1800  | 640.53  | 90.2 |
| Bojonegoro  | 0 | 95.2  | 98.2  | 4272  | 568.35  | 96.8 |
| Tuban       | 1 | 95.8  | 91.6  | 5884  | 639.42  | 82.6 |

|                     |   |        |       |       |         |       |
|---------------------|---|--------|-------|-------|---------|-------|
| Lamongan            | 0 | 100    | 97.7  | 4985  | 667.27  | 100   |
| Gresik              | 0 | 102.53 | 102.8 | 4493  | 1102.1  | 99.4  |
| Bangkalan           | 0 | 79.5   | 35.2  | 2626  | 985.25  | 97.8  |
| Sampang             | 0 | 87.87  | 70.8  | 4274  | 793.85  | 92.7  |
| Pamekasan           | 1 | 80.3   | 64.5  | 4732  | 1110.76 | 99.9  |
| Sumenep             | 0 | 97.8   | 96.1  | 1988  | 544.85  | 88.7  |
| Kota Kediri         | 1 | 89.7   | 82.8  | 815   | 4533.26 | 100.3 |
| Kota Blitar         | 0 | 97.5   | 81.3  | 325   | 4356.03 | 100   |
| Kota Malang         | 0 | 80.2   | 78.4  | 3437  | 5993.13 | 100   |
| Kota<br>Probolinggo | 0 | 91.1   | 65    | 1371  | 4185.78 | 95.6  |
| Kota Pasuruan       | 0 | 92.46  | 85.9  | 1805  | 5679.29 | 93.6  |
| Kota Mojokerto      | 0 | 81.3   | 98.3  | 467   | 7833.27 | 97.9  |
| Kota Madiun         | 0 | 97.3   | 84.9  | 570   | 5218.37 | 100   |
| Kota Surabaya       | 0 | 93.3   | 90.4  | 16006 | 8262.1  | 98.2  |
| Kota Batu           | 1 | 95     | 81.5  | 811   | 1517.41 | 100   |

**Keterangan:**

Jumlah kasus penyakit campak (jiwa)

Persentase pemberian vitamin A (%)

Persentase imunisasi campak (%)

Jumlah balita gizi buruk (jiwa)

Persentase kepadatan penduduk ( $km^2$ )

Persentase keluarga dengan akses sanitasi (%)

## Lampiran 2

### *Output Uji Overdispersion*

|                                      | Value  | df | Value/<br>df |
|--------------------------------------|--------|----|--------------|
| Deviance                             | 47.803 | 37 | 1.292        |
| Scaled Deviance                      | 47.803 | 37 |              |
| Pearson Chi-Square                   | 65.706 | 37 | 1.776        |
| Scaled Pearson Chi-Square            | 65.706 | 37 |              |
| Log Likelihood <sup>b</sup>          | 36.337 |    |              |
| Akaike's Information Criterion (AIC) | 74.675 |    |              |
| Finite Sample Corrected AIC (AICC)   | 74.786 |    |              |
| Bayesian Information Criterion (BIC) | 76.312 |    |              |
| Consistent AIC (CAIC)                | 77.312 |    |              |

Lampiran 3

***Output Uji Kriteria VIF***

| Model     | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients | t      | Sig. | Collinearity Statistics |       |
|-----------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|-------------------------|-------|
|           | B                           | Std. Error | Beta                      |        |      | Tolerance               | VIF   |
| (Constan) | 4.876                       | 2.441      |                           | 1.998  | .055 |                         |       |
| X1        | -.059                       | .020       | -.510                     | -3.036 | .005 | .817                    | 1.224 |
| X2        | .014                        | .011       | .208                      | 1.231  | .228 | .806                    | 1.240 |
| X3        | -3.105E-5                   | .000       | -.125                     | -.762  | .452 | .851                    | 1.176 |
| X4        | -9.699E-5                   | .000       | -.238                     | -1.469 | .152 | .879                    | 1.137 |
| X5        | .001                        | .017       | .012                      | .070   | .945 | .758                    | 1.318 |

Lampiran 4

*Output residuals*

Pearson residuals:

| Min      | 1Q       | Median   | 3Q       | Max     |
|----------|----------|----------|----------|---------|
| -1.09887 | -0.50639 | -0.34233 | -0.06778 | 2.24088 |

## Lampiran 5

### *Syntax* pemodelan dengan R

R is a collaborative project with many contributors.

Type 'contributors()' for more information and  
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or  
'help.start()' for an HTML browser interface to help.

Type 'q()' to quit R.

[Workspace loaded from ~/.RData]

```
> library(AER)
```

Loading required package: car

Loading required package: carData

Loading required package: lmtest

Loading required package: zoo

Attaching package: 'zoo'

The following objects are masked from 'package:base':

as.Date, as.Date.numeric

Loading required package: sandwich

Loading required package: survival

```
> library(MASS)
```

```
> library(MASS, lib.loc = "C:/Program Files/R/R-4.0.5/library")
```

```
> library(pscl)
```



Classes and Methods for R developed in the  
Political Science Computational Laboratory

Department of Political Science

Stanford University

Simon Jackman

hurdle and zeroinfl functions by Achim Zeileis

```
my_data <- cbind(Y, x1, x2, x3, x4, x5)
```

```
my_data
```

```
summary(Y)
```

```
X <- cbind(x1, x2, x3, x4, x5)
```

```
X
```

```
#hurdle negative binomial model
```

```
hnegbin <- hurdle (Y ~ x1+x2+x3+x4+x5, link ="logit", dist = "negbin")
```

```
summary(hnegbin)
```

```
step(hnegbin, method ="backward")
```

```
qqplot(Y, pch=1)
```

```
view (qqnorm)
```

Lampiran 6

***Output truncated negbin log***

Count model coefficients (truncated negbin with log link):

|             | Estimate   | Std. Error | z value | Pr(> z )     |
|-------------|------------|------------|---------|--------------|
| (Intercept) | 0.9708631  | 24.0384487 | 0.040   | 0.9678       |
| x1          | -0.1019367 | 0.1221220  | -0.835  | 0.4039       |
| x2          | -0.0394958 | 0.1305769  | -0.302  | 0.7623       |
| x4          | 0.0091136  | 0.0052554  | -1.734  | 0.0829 **    |
| x3          | 0.0005987  | 0.0001434  | 4.176   | 2.97e-05 *** |
| x5          | 0.1582776  | 0.2027856  | 0.781   | 0.4351       |
| Log(theta)  | 0.0152137  | 0.4632614  | 0.033   | 0.9738       |

Theta: count = 1.0153

Number of iterations in BFGS optimization: 16

Likelihood Ratio: 25.12 on 13 Df

Lampiran 7

***Output zero hurdle models***

Zero hurdle model coefficients (binomial with logit link):

|             | Estimate   | Std. Error | z value | Pr(> z ) |
|-------------|------------|------------|---------|----------|
| (Intercept) | 13.2022277 | 8.1375022  | 1.622   | 0.1047   |
| x1          | -0.1582991 | 0.0697986  | -2.268  | 0.0233 * |
| x2          | 0.0483529  | 0.0341894  | 1.414   | 0.1573   |
| x4          | -0.0003483 | 0.0002904  | -1.199  | 0.2304   |
| x3          | -0.0002462 | 0.0002377  | -1.036  | 0.3004   |
| x5          | -0.0260670 | 0.0499894  | -0.521  | 0.6021   |

Lampiran 8

*Estimasi Parameter Variabel Signifikan*

hurdle(formula = Y ~ x1 + x3 + x4, dist = "negbin",  
link = "logit")

Pearson residuals:

| Min     | 1Q      | Median  | 3Q      | Max    |
|---------|---------|---------|---------|--------|
| -0.9435 | -0.5162 | -0.4029 | -0.1157 | 2.7385 |

Count model coefficients (truncated negbin with log link):

|             | Estimate   | Std. Error | z value | Pr(> z ) |
|-------------|------------|------------|---------|----------|
| (Intercept) | 7.3219302  | 34.6398357 | 0.211   | 0.833    |
| x1          | -0.0993887 | 0.1502637  | -0.661  | 0.508    |
| x3          | 0.0004088  | 0.03009    | -0.368  | 0.001*   |
| x4          | 0.0035501  | 0.0045136  | -0.787  | 0.0432   |
| Log(theta)  | -5.2808095 | 36.0099858 | -0.147  | 0.883    |

Zero hurdle model coefficients (binomial with logit link):

|             | Estimate   | Std. Error | z value | Pr(> z ) |
|-------------|------------|------------|---------|----------|
| (Intercept) | 9.7529546  | 4.9114629  | 1.986   | 0.0471 * |
| x1          | -0.1040110 | 0.0550014  | -1.891  | 0.0586 . |
| x3          | -0.0001710 | 0.0002295  | -0.745  | 0.4563   |
| x4          | -0.0003181 | 0.0002712  | -1.173  | 0.2408   |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Theta: count = 0.0051

Number of iterations in BFGS optimization: 103

Likelihood Ratio: 27.81 on 9 Df

## RIWAYAT HIDUP



Liza Nur Aida, lahir di Lamongan 08 Mei 1999, tinggal di Desa Sungelebak, Kecamatan Karanggeneng, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Anak bungsu dari dua bersaudara, putri pasangan Bapak H. Kasda'I dan Ibu Hj. Muza yanah. Pendidikan taman kanak-kanak ditempuh di TK. Muslimat Nu, kemudian melanjutkan pendidikan dasar di MI Tarbiyatul Banat dan lulus pada tahun 2011. Selanjutnya melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di MTs. Putra-Putri Simo dan lulus pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di MA Matholi'ul Anwar Simo dan lulus pada tahun 2017. Selanjutnya melanjutkan pendidikan perguruan tinggi pada tahun 2017 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil program studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Penulis dapat dihubungi melalui email: [liza66940@gmail.com](mailto:liza66940@gmail.com)



KEMENTERIAN AGAMA RI UNIVERSITAS  
ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Liza Nur Aida  
NIM : 17610074  
Judul Skripsi : Pemodelan Penyakit Campak di Provinsi Jawa Timur dengan Regresi Hurdle Negative Binomial  
Pembimbing I : Ria Dhea Layla Nur Kharisma, M.Si  
Pembimbing II : Erna Herawati, M.Pd

| No  | Tanggal         | Hal                                     | Tanda Tangan |     |
|-----|-----------------|---|--------------|-----|
| 1.  | 26 Oktober 2021 | Setor dan Konsultasi Judul              | 1.           |     |
| 2.  | 30 Januari 2021 | Konsultasi BAB I                        |              | 2.  |
| 3.  | 16 Maret 2021   | Revisi BAB I dan Konsultasi BAB II      | 3.           |     |
| 4.  | 18 Maret 2021   | Konsultasi Kajian Agama                 |              | 4.  |
| 5.  | 25 Maret 2021   | Revisi Kajian Agama                     | 5.           |     |
| 6.  | 14 April 2021   | Revisi BAB II dan Konsultasi BAB III    |              | 6.  |
| 7.  | 3 Mei 2021      | Revisi BAB III dan Konsultasi BAB IV    | 7.           |     |
| 8.  | 6 Mei 2021      | ACC Kajian Agama Sebelum Sempro         |              | 8.  |
| 9.  | 7 Mei 2021      | ACC Bab I, Bab II, dan Bab III          | 9.           |     |
| 10. | 25 Mei 2021     | Revisi Bab IV dan konsultasi BAB V      |              | 10. |
| 11. | 8 Juni 2021     | Konsultasi Penambahan Kajian Ayat       | 11.          |     |
| 12. | 15 Juni 2021    | Revisi Penambahan Kajian Ayat           |              | 12. |
| 13. | 9 Juni 2021     | ACC Bab V Dan Pengecekan Sebelum Sidang | 13.          |     |
| 14. | 27 Juni 2021    | Revisi Semua Bab Pasca Sidang           |              | 14. |
| 15. | 29 Juni 2021    | ACC Keseluruhan                         | 15.          |     |

Malang, 29 Juni 2021  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si  
NIP. 19650414 200312 1 001