



**PEMODELAN GIZI BURUK BALITA DI INDONESIA  
MENGUNAKAN REGRESI 2-LEVEL DENGAN METODE  
ITERATIVE GENERALIZED LEAST SQUARE (IGLS)**

**JURNAL ILMIAH**

Diajukan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana  
Di program studi S1 Statistika

Oleh  
**ULFAANIFA**  
**B2A015002**

**PROGRAM STUDI S1 STATISTIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**

**2019**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan Judul “Pemodelan Gizi Buruk Balita di Indonesia menggunakan Regresi 2-Level dengan Metode Iterative Generalized Least Square (IGLS)” yang disusun oleh:

Nama : Ulfa Anifa

NIM : B2A015002

Program Studi : S1 Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang

Telah disetujui oleh dosen pembimbing pada tanggal: 29 Maret 2019

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr.Rochdi Wasono,M.Si

Abdul Karim, M.Si

NIK. 28.6.1026.119

NIK.28.6.1026.271



**SURAT PERSYARATAN**

## PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Ulfa Anifa  
NIM : B2A015002  
Fakultas/Jurusan : FMIPA/S1 Statistika  
Jenis Penelitian : Skripsi  
Judul : Pemodelan Gizi Buruk Balita di Indonesia menggunakan Regresi 2-level dengan Metode Iterative Generalized Least square (IGLS)

Dengan ini menyatakan bahwa menyetujui untuk:

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan Unimus atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak penyimpanan, mengalih mediakan, mengalih formasikan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya serta menampilkannya dalam bentuk *fotocopy* untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan Unimus, tanpa perlu ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pensipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Unimus, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan yang saya buat dengan kesungguhan dan semoga dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Semarang, 29 Maret 2019

Yang Menyatakan

Ulfa Anifa

NIM: B2A015002

### **PEMODELAN GIZI BURUK BALITA DI INDONESIA MENGUNAKAN REGRESI 2-LEVEL DENGAN METODE ITERATIVE GENERALIZED LEAST SQUARE (IGLS)**

Ulfa Anifa<sup>1</sup>, Rochdi Wasono<sup>2</sup>, Abdul Karim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Statistika, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia  
E-mail : [ulfa.qualffa@gmail.com](mailto:ulfa.qualffa@gmail.com), [rochdi@unimus.ac.id](mailto:rochdi@unimus.ac.id), [abdulkarim@unimus.ac.id](mailto:abdulkarim@unimus.ac.id)

<sup>2,3</sup>Statistika, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

### Abstrak

Gizi buruk merupakan suatu keadaan kurang gizi tingkat berat yang disebabkan oleh suatu rendahnya konsumsi energy dan protein dalam waktu cukup lama yang dapat dilihat secara terang-terangan dengan ditandainya berat badan yang menurut umur (BB/U). Gizi anak-anak usia di bawah 5 tahun sangatlah bergantung pada tingkat gizi dari ibu mereka selama kehamilan dan menyusui. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan model yang terbentuk pada Gizi Buruk Balita di Indonesia dengan menggunakan Regresi 2-Level dengan Metode Iterative Generalized Least Square. Metode ini menggunakan data yang berhirarki atau berjenjang maka dari itu dalam data yang berjenjang disini menggunakan analisis regresi multilevel yaitu salah satu dengan pemakaian analisis regresi 2-level (modelnya), lalu setelah itu maka dibuat estimasi parameternya menggunakan IGLS. Variabel respon yang digunakan adalah Gizi Buruk Balita (Y), Variabel prediktor level-1 adalah Karakteristik Balita (X1), Proporsi Berat badan Lahir (X2) dan Gini Ratio (X3) dan Variabel prediktor level-2 adalah Proporsi Konsumsi Makanan (Z1), Proporsi Konsumsi Buah dan Sayur (Z2) dan Status Ekonomi Keluarga (Z3) berdasarkan Provinsi di Indonesia. Hasil dari penelitian ini adalah Gizi Buruk Balita di Indonesia dipengaruhi oleh Karakteristik Balita, Proporsi Berat Badan Lahir dan Status Ekonomi Keluarga dengan Proporsi Berat Badan lahir, maka akan memberikan dampak peningkatan gizi buruk balita sebesar 0,960, sebaliknya apabila terjadi penurunan karakteristik balita sebesar masing-masing satu tahun akan memberikan pengaruh yang positif dan negatif terhadap peningkatan gizi buruk balita di Indonesia masing-masing sebesar -14,267 dan 0,015.

*Kata kunci: Struktur Hirarki, Status Gizi, Regresi 2-level.*

### Abstract

*Malnutrition is a condition of severe malnutrition caused by a low consumption of energy and protein in a long time which can be seen openly with the mark of body weight according to age (BB / U). Nutrition of children under 5 years is very dependent on the nutritional level of their mothers during pregnancy and lactation. The purpose of this study was to determine the model formed in underfive malnutrition in Indonesia by using 2-level regression with the Iterative Generalized Least Square Method. This method uses hierarchical or tiered data so that in tiered data here using multilevel regression analysis is one with the use of 2-level regression analysis (model), then after that the parameter estimation is made using IGLS. The response variable used was Underfive Nutrition (Y), the level-1 predictor variable was the Characteristics of Toddlers (X1), the proportion of Birth Weight (X2) and Gini Ratio (X3) and the level-2 predictor variable was the Food Consumption Proportion (Z1) , Proportion of Fruit and Vegetable Consumption (Z2) and Family Economic Status (Z3) based on Provinces in Indonesia. The results of this study are underfive malnutrition in Indonesia influenced by the characteristics of toddlers, the proportion of birth weight and economic status of the family with the proportion of birth weight, it will give an impact of increasing under five malnutrition by 0.960, conversely if there is a decrease in the characteristics of toddlers of*

each one year will have a positive and negative influence on improving under-five malnutrition in Indonesia by -14,267 and 0,015, respectively.

**Keywords:** Hierarchical Structure, Nutritional Status, 2-level Regression.

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

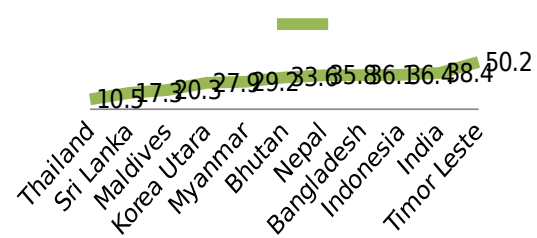
Masalah gizi adalah suatu masalah kesehatan yang terdapat dalam masyarakat yang disebabkan oleh berbagai faktor, sehingga penanggulangannya tidak cukup dengan pelayanan kesehatan dan pendekatan medis saja (Supariasa dkk, 2012). Gizi buruk dapat terjadi pada semua kelompok umur, tetapi yang perlu lebih diperhatikan pada kelompok bayi dan balita. Pada usia 0-2 tahun yang merupakan masa tumbuh kembang yang optimal (*golden period*) terutama untuk pertumbuhan janin sehingga bila terjadi gangguan pada masa ini tidak dapat dicukupi pada masa berikutnya dan akan berpengaruh negative pada kualitas generasi penerus. Status gizi balita dapat diukur berdasarkan tiga indeks yaitu berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TB/U), dan berat badan menurut tinggi badan (BB/TB). Standar pengukuran status gizi berdasarkan Standar *World Health Organization* (WHO 2005) yang telah ditetapkan pada Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1995/Menkes/SK/XII/2010 tentang Standar antropometri Penilaian Status Gizi Anak.

Gizi buruk atau yang dikenal sebagai kwashiorkor dalam dunia medis, merupakan salah satu bentuk malnutrisi. Malnutrisi itu sendiri dapat dipahami sebagai kesalahan dalam pemberian nutrisi. Kesalahan bisa berupa kekurangan maupun kelebihan nutrisi. Pada dasarnya kwashiorkor bisa diartikan sebagai kondisi dimana seseorang kekurangan asupan yang mengandung energi dan protein. Padahal protein dibutuhkan tubuh dalam proses pembentukan sel-sel baru. Selain itu, asupan ini juga turut membantu proses perbaikan sel-sel yang rusak. Kwashiorkor kebanyakan menyerang anak-anak di negara-negara berkembang – termasuk Indonesia. Badan Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan sebanyak 54%

kematian bayi dan balita disebabkan kondisi gizi buruk. Bahkan risiko kematian anak dengan gizi buruk 13 kali lebih besar dibandingkan dengan anak normal.

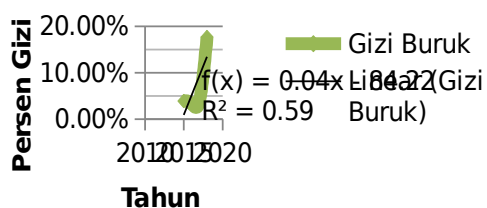
Gizi kurang dan gizi buruk adalah status gizi yang didasarkan pada suatu indeks berat badan menurut umur (BB/U). pemantauan Status Gizi (PSG) tahun 2017 yang diselenggarakan oleh Kementerian Kesehatan menyatakan bahwa persentase gizi buruk pada balita usia 0-59 bulan di Indonesia yaitu sebesar 3,8%, sedangkan persentase gizi kurang adalah 14 %. Hal ini tidak jauh berbeda dengan hasil PSG tahun 2016 yaitu persentase gizi buruk pada balita usia 0-59 bulan yang sebesar 3,4% dan persentase gizi kurang sebesar 14,43%. Provinsi dengan persentase tertinggi gizi buruk dan gizi kurang pada balita usia 0-59 bulan pada tahun 2017 adalah di Provinsi Nusa Tenggara timur, sedangkan provinsi dengan persentase terendah adalah Bali. Selain itu dapat dilihat pada gambar dibawah adalah perbandingan dari data gizi buruk Asia Tenggara dengan Indonesia dimana dalam Asia Tenggara, Indonesia menempati peringkat ke-3 dimana diketahui dengan nilai sebesar 36,4, dan ini alasan kenapa gizi buruk di Indonesia masih tergolong sangat tinggi.

## Gizi Buruk Asia Tenggara



Gambar 1.1 Gizi Buruk Asia Tenggara

## Gizi Buruk di Indonesia



**Gambar 1.2. Gizi Buruk di Indonesia**

Gambar diatas jelas terlihat bahwa Gizi Buruk di Indonesia pada tahun 2015 dan 2018 mengalami kenaikan. Pada tahun 2016 dan 2017 Gizi Buruk di Indonesia mengalami penurunan dan berada di Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Bali. Penyebab timbulnya masalah gizi adalah multifactor. Oleh karena itu penanganannya tidak dapat dilakukan dengan pelayanan kesehatan dan pendekatan medis saja, tetapi harus melibatkan berbagai sektor terkait, karena masalah gizi tidak hanya masalah ahli gizi saja tetapi juga masalah lintas sektor.

Faktor yang mempengaruhi status gizi pada balita salah satunya adalah sanitasi lingkungan yang merupakan faktor tidak langsung, tetapi ada juga faktor lain yang mempengaruhi status gizi. Keadaan sanitasi lingkungan yang kurang baik memungkinkan terjadinya berbagai jenis penyakit antara lain kecacingan, diare dan infeksi saluran pernafasan. Apabila seorang anak yang menderita infeksi saluran pencernaan, penyerapan zat gizi akan terganggu yang bias menyebabkan terjadinya suatu yang kekurangan zat gizi.

Berdasarkan gizi buruk balita diindonesia yang memiliki karakteristik seperti diatas sehingga salah satu pemecahannya adalah dengan memodelkan pemodelan menggunakan metode OLS, jika sudah terdapat asumsi yang dapat terpenuhi maka selanjutnya dilakukan dengan regresi 2-level yaitu pada modelnya yang dengan salah satu analisis yaitu regresi multilevel.

Model multilevel merupakan suatu pemodelan untuk menduga hubungan antar peubah yang diamati pada level-level yang berbeda dalam struktur data berjenjang. Model yang paling sederhana adalah model dua level dimana level kesatu adalah data individu dan level kedua adalah data kelompok (West et al,2007). Model regresi dua-level dapat digolongkan dalam dua bentuk dasar, yaitu random intercept model dan random slope model.

Generalised least square (GLS) adalah teknik untuk memperkirakan parameter yang tidak diketahui dalam model regresi linier ketika ada tingkat korelasi tertentu antara residu dalam model regresi. Dalam kasus ini, kuadrat terkecil biasa dan kuadrat terkecil tertimbang secara statistik tidak efisien, atau bahkan memberikan kesimpulan yang menyesatkan. GLS pertama kali dijelaskan oleh Alexander Aitken pada tahun 1934.

Menurut penelitian Amanda Devi Paramitha (2016), dapat dijelaskan bahwa terjadi peningkatan pendidikan lamanya pendidikan ayah satu tahun memberikan pengaruh positif terhadap lamanya pendidikan anak di Kabupaten Semarang sebesar 0,491 dan apabila terjadi peningkatan pendidikan lamanya pendidikan ibu satu tahun akan memberikan pengaruh positif terhadap lamanya pendidikan anak di Kabupaten Semarang sebesar 0,367.

Dari penelitian Yusna (2012) pada kasus mutu tembakau dengan menggunakan metode Generalized Least Square (GLS) dan metode Ridge Regression untuk mengatasi masalah autokorelasi dan multikolinearitas hanya masalah multikolinearitas yang dapat teratasi sedangkan masalah autokorelasi belum dapat teratasi. Sehingga, penulis tertarik untuk menganalisis metode Generalized Least Square (GLS) berdasarkan nilai dw, AR (1) dan Cochro-ne-Orcutt Iterative Procedure. Sedangkan, untuk mengatasi masalah multikolinearitas digunakan metode Ridge Regression (RR).

Menurut penelitian Suranadi dkk (2008), ada hubungan yang signifikan antara pola pengasuhan anak dengan karakteristik keluarga. Peranan keluarga terutama ibu dalam mengasuh anak sangat menentukan tumbuh kembangnya anak. Pengasuh yang baik terdapat suatu hubungan yang bias menjamin tumbuh kembangnya anak yang lebih optimal. Namun menurut ita (2014), tidak ada hubungan antara pola asuh ibu dengan status gizi anak balita yang berusia 1-5 tahun.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode tentang Generalized Least Square (GLS) dapat diterapkan dalam segala bidang seperti bidang kesehatan, sosial, pertanian dan ekonomi. Berdasarkan hal tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dalam bidang kesehatan dengan menggunakan model regresi 2 level. Studi kasus yang digunakan adalah Status Gizi Buruk Balita di Indonesia. Penelitian tentang Status Gizi Buruk Balita di Indonesia dengan menggunakan regresi 2 level yang sebelumnya belum pernah dilakukan penelitian, sehingga peneliti mengambil kasus ini.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik Data Gizi Buruk Balita di Indonesia dan untuk membentuk model yang terbentuk pada Status Gizi Buruk Balita di Indonesia dengan model regresi 2-level dan Iterative Generalized Least Square (IGLS).

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi Status Gizi Buruk Balita dan faktor yang Mempengaruhinya

Gizi buruk merupakan suatu keadaan kurang gizi tingkat berat yang disebabkan oleh suatu rendahnya konsumsi energy dan protein dalam waktu cukup lama yang dapat dilihat secara terang-terangan dengan ditandainya berat badan yang menurut umur

(BB/U). Gizi adalah suatu proses organism menggunakan makanan yang dikonsumsi secara normal melalui proses digestif, absorbs, transportasi, penyimpanan, metabolisme, dan pengeluaran zat-zat yang tidak digunakan untuk mempertahankan hidup.

Gizi anak-anak usia di bawah 5 tahun sangatlah bergantung pada tingkat gizi dari ibu mereka selama kehamilan dan menyusui. Tingkat gizi ibu selama kehamilan dapat mempengaruhi ukuran tubuh bayi yang baru lahir. Kekurangan iodium pada ibu biasanya juga menyebabkan kerusakan otak pada anak dan beberapa kasus menyebabkan keterbelakangan fisik dan mental yang ekstrim. Hal ini mempengaruhi kemampuan anak untuk mencapai potensi pertumbuhan dan perkembangannya.

Penyebab terjadinya gizi buruk juga pada balita bukan karena konsumsi yang kurang melainkan pemberian pola makan yang tidak baik atau keliru juga mejadi salah satu penyebabnya. Dan juga dengan adanya faktor yang paling sering dialami oleh banyak keluarga di Indonesia adalah masalah ekonomi yang rendah. Ekonomi yang sulit, pekerjaan, dan penghasilan yang belum mencukupi dan dengan mahalnya harga bahan makanan membuat orangtua mengalami kesulitan untuk memenuhi kebutuhan gizi anak. Padahal, usia 1-3 tahun merupakan masa kritis bagi anak untuk mengalami masalah gizi buruk.

### 2.2 Profil Indonesia

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia yang terletak di Asia Tenggara. Jumlah pulau yang dimiliki oleh Indonesia adalah sebanyak 17.508 pulau dengan keseluruhan luas wilayahnya adalah sebesar 1,904,569 km<sup>2</sup>. Pulau-pulau utama Indonesia adalah Pulau Sumatera, Pulau Kalimantan, Pulau Jawa, Pulau Sulawesi dan Pulau Papua. Sebagai Negara Kepulauan Terbesar di dunia, Indonesia juga merupakan salah satu negara yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia. Secara astronomis, Indonesia yang berada diantara Benua Asia

dan Benua Australia ini terletak di antara  $6^{\circ}\text{LU} - 11^{\circ}08'\text{LS}$  dan dari  $95^{\circ}\text{BT} - 141^{\circ}45'\text{BT}$ . Selain diapit oleh dua benua, Indonesia juga berada diantara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia serta dilintasi oleh garis khatulistiwa. Indonesia berbatasan darat dengan negara Papua Nugini di Pulau Papua, Malaysia di pulau Kalimantan dan Timor Leste di Pulau Timor. Sedangkan Negara yang berbatasan laut dengan Indonesia adalah Singapura, Filipina, Australia dan India (Kepulauan Andaman dan Nikobar).

Indonesia memiliki populasi sebanyak 260.580.739 jiwa (estimasi Juli 2017) dengan mayoritas penduduknya adalah penganut agama Islam (sekitar 87,2%). Jumlah penduduk sebanyak 260 juta jiwa tersebut menjadikan Indonesia sebagai negara yang memiliki jumlah penduduk terbanyak keempat di dunia sekaligus juga merupakan negara yang berpenduduk muslim terbesar di dunia (sekitar 227 juta jiwa penduduk Indonesia adalah beragama Islam). Survei potong lintang menggunakan kerangka sampel Blok Sensus (BS) Susenas bulan Maret 2018 dari BPS, populasi sendiri adalah rumah tangga mencakup seluruh provinsi dan kabupaten/kota (34 Provinsi, 416 kabupaten dan 98 kota) di Indonesia.

Badan Pusat Statistik (BPS) telah melakukan pendataan Potensi Desa (Podes) sejak tahun 1980. Sejak saat itu, Podes dilaksanakan secara rutin sebanyak 3 kali dalam kurun waktu sepuluh tahun untuk mendukung kegiatan Sensus Penduduk, Sensus Pertanian, ataupun Sensus Ekonomi. Dengan demikian, fakta penting terkait ketersediaan infrastruktur dan potensi yang dimiliki oleh setiap wilayah dapat dipantau perkembangannya secara berkala dan terus menerus.

### 2.3 Data Hirarki

Data yang berstruktur hirarki adalah suatu data yang timbul disebabkan oleh individu-individu kumpulan dalam sekelompok-kelompoknya. Data yang mempunyai struktur hirarki dapat dianalisis

dengan beberapa pendekatan. Jika analisis regresi linear biasa dilakukan untuk menganalisis data hirarki, maka analisis dapat dilakukan pada unit-unit level-1 saja atau dilevel-2 saja. Jika analisis dilakukan pada level-1, struktur hirarki/pengelompokkan data diabaikan (disaggregated), artinya model regresi dibentuk dari seluruh data pengamatan level-1. Variasi antar unit-unit level-2 tidak dapat diketahui secara langsung, tapi masih bisa diukur dengan membuat model regresi untuk tiap unit level-2. Untuk jumlah unit level-2 yang sedikit mungkin prosedur penaksiran variasi antar unit-unit level-2 tersebut cukup efisien, namun jika jumlah unit level-2 cukup banyak akan mengakibatkan banyaknya parameter-parameter yang harus diestimasi dalam model-model regresi yang terbentuk sehingga prosedur tersebut menjadi tidak efisien.

Jika analisis dilakukan pada unit-unit di level-2 saja (aggregated), maka data yang digunakan untuk membuat model regresi adalah rata-rata data respon dan rata-rata data variabel penjelas pada tiap-tiap unit level-2. Analisis dengan cara seperti itu akan mengakibatkan kesalahan interpretasi mengenai hubungan yang terbentuk. Dilain hal, struktur data yang mempunyai struktur hirarki, unit-unit observasi pada level-1 dalam unit level-2 yang sama akan cenderung mempunyai sifat yang hampir sama, sehingga unit-unit observasi tersebut tidak sepenuhnya independent. Hal tersebut menjadi alasan mengapa analisis regresi linear biasa kurang tepat digunakan pada data yang mempunyai struktur hirarki yang dapat mengakibatkan pelanggaran asumsi kebebasan jika menggunakan model regresi satu level. Jika hal ini diabaikan maka dugaan galat baku koefisien regresi cenderung berbias kebawah, sehingga akan menghasilkan kecenderungan hubungan yang signifikan secara statistik dalam pengujian hipotesis.

Sebagai contoh adalah mahasiswa (level pertama) yang berada pada kelas parallel (level kedua). Secara umum model



regresi multilevel mempunyai struktur data hirarki yaitu :

1. Sebuah peubah tak bebas yang diukur pada level paling bawah (level 1)
2. Beberapa peubah penjelas yang diukur pada setiap level

Pada regresi biasa intersep dan kemiringan untuk setiap kelompok nilainya sama (fixed), sedangkan pada model model multilevel intersep maupun kemiringan untuk setiap kelompok nilainya bisa berbeda (random), sehingga dapat dilihat keragaman antar kelompok (Goldstein, 1995)

## 2.4 Model Regresi 2-Level

Model multilevel merupakan suatu pemodelan untuk menduga hubungan antar peubah yang diamati pada level-level yang berbeda dalam stuktur data berjenjang. Model yang paling sederhana adalah model dua level dimana level kesatu adalah data individu dan level kedua adalah data kelompok (West et al,2007). Model regresi dua-level dapat digolongkan dalam dua bentuk dasar, yaitu random intercept model dan random slope model.

### 2.4.1 Random Intercept Model

Random intercept model merupakan salah satu bentuk model regresi 2-level dimana perpotongan (intercept) pada model terhadap sumbu-y dinyatakan dalam bentuk random, tidak fixed seperti pada regresi linear biasa, intercept yang berbeda-beda untuk tiap unit level-2 dapat digunakan untuk mengukur perbedaan antar unit level-2 . Random intercept model dapat diinterpretasikan dalam bentuk representasi multilevel sebagai berikut :

Untuk model level-1, model random-intercept ditulis:

$$y_{ij} = \beta_{oj} + \sum_{p=1}^p \beta_p X_{pj} + \varepsilon_{ij} \quad (2.1)$$

dengan

$y_{ij}$  = Peubah respon untuk unit ke-  $i$  pada level-1 dalam unit ke-  $j$  pada level-2

$\beta_{oj}$  = Random intercept untuk unit ke-  $j$  pada level-2

$\beta_p$  = Efek tetap (fixed effects) untuk variable penjelas ke-  $p$

$x_{pij}$  = Peubah penjelas ke-  $p$  di level-1 untuk unit ke-  $i$  pada level-1 dalam unit

ke-  $j$  pada level-2

= Residual untuk unit ke-  $i$  pada level-1 dalam unit ke-  $j$  pada level-2 (residual 1 level-1), diasumsikan berdistribusi  $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$

Untuk model level-2 :

$$\beta_{oj} = \beta_o + u_{oj} \quad (2.2)$$

dengan

$\beta_o$  = Fixed intercept, merupakan rata-rata keseluruhan

= Efek random (error) untuk unit ke-  $j$  pada level-2, diasumsikan berdistribusi

$$N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (2.3)$$

$\varepsilon_{ij}$  dan  $u_{oj}$  diasumsikan saling bebas,  $\text{cov}(\varepsilon_{ij}, u_{oj}) = 0$

Pada model random intercept, notasi  $j=1,2,\dots,m$  menyatakan unit-unit level-2 dan  $i=1,2,\dots,n_j$  menyatakan unit-unit level-1 yang bersarang dalam unit ke- $j$  pada level-2. Sehingga total observasi level-1 dalam seluruh unit level-2 adalah :

$$n = \sum_{j=1}^m n_j \quad (2.4)$$

Model (2) dapat disubstitusikan ke dalam model (1) sehingga model regresi 2-level dengan random intercept menjadi

$$y_{ij} = \beta_0 + \sum_{p=1}^p \beta_p x_{pij} + u_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (2.5)$$

Model 3 disebut juga combine model.

Parameter-parameter dalam model yang akan ditaksir adalah  $\beta_0$  dan  $\beta_p$  sebagai fixed parameter serta  $\sigma_{u_0}^2$  dan  $\sigma_{\varepsilon}^2$  sebagai random parameter.  $\sigma_{\varepsilon}^2$  dan  $\sigma_{u_0}^2$  masing-masing menyatakan variansi antar unit level dan variansi antar unit level-2.

Model 3 dapat juga dituliskan dalam bentuk vector seperti berikut :

$$y_{ij} = X'_{ij} \beta + u_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (2.6)$$

Dengan:

$y_{ij}$  = Respon untuk unit ke-  $i$  pada level-1 dalam unit ke-  $j$  pada level-2

$X'_{ij}$  = Vector berisi kovariat untuk ke-  $i$  pada level-1 dalam unit ke-  $j$  pada level-2, berukuran  $1 \times (P+1)$ ,

$$X'_{ij} = [1 \quad x_{1ij} \quad x_{2ij} \quad \dots \quad x_{pij}]$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}, \beta \text{ merupakan vector berisi}$$

parameter-parameter fixed yang tidak diketahui, berukuran  $(P+1) \times 1$ ,

$\varepsilon_{ij}$  = residual unit ke-  $i$  pada level-1 dalam unit ke-  $j$  pada level-2 (residual level-1), diasumsikan berdistribusi  $N(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$

#### 2.4.2 Random Slope Model

Berbeda dengan random intercept model, pada random slope model memungkinkan garis-garis regresi untuk tiap unit level-2 mempunyai kemiringan (slope) yang berbeda. Representasi multilevel dari random slope model dinyatakan dalam bentuk :

Untuk model level-1:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \sum_{p=1}^p \beta_p x_{pij} + \sum_{q=1}^Q \beta_{qj} Z_{qj} + \varepsilon_{ij} \quad (2.7)$$

$y_{ij}$  = Peubah respon untuk unit ke-  $i$  pada level-1 dalam unit ke-  $j$  pada level-2

$\beta_{0j}$  = Efek tetap (fixed effects) untuk peubah penjelas ke-  $p$ ,  $p=1,2,\dots,P$

$\beta_{qj}$  = Random slope untuk peubah penjelas ke-  $q$  pada unit ke-  $j$  level-2,

$$q=1,2,\dots,Q \quad (2.8)$$

$Z_{qj}$  = Peubah penjelas ke-  $q$  dengan  $q=1,2,\dots,Q$  untuk unit ke-  $j$  pada level-2

$x_{pij}$  = peubah penjelas ke-  $p$  dengan  $p=1,2,\dots,P$  untuk unit level-1 ke-  $i$  dalam unit level-2 ke-  $j$

$\varepsilon_{ij}$  = Residual untuk unit ke-  $i$  pada level-1 dalam unit ke-  $j$  pada level ke-2

(residual level-1), diasumsikan berdistribusi  $N(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$

Untuk model level-2

$$\begin{aligned} \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01} Z_j + \delta_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} + \gamma_{11} Z_j + \delta_{1j} \end{aligned} \quad (2.9)$$

$\beta_{0j}$  = Fixed intercept, atau rata-rata keseluruhan

$u_{0j}$  = Efek random (error) untuk unit ke-  $j$  pada level-2, diasumsikan

berdistribusi  $N(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$

$u_{qj}$  = Efek random dari  $z_{qj}$  pada level-2, untuk  $q=1,2,\dots,Q$

Pada random slope model, notasi  $j=1,2,\dots,m$  menyatakan unit-unit level-2 dan  $i=1,2,\dots,n_j$  menyatakan unit-unit level-1 yang bersarang dalam unit ke- $j$  pada level-2. Sehingga total observasi level-1 dalam seluruh unit level-2 adalah :

$$n = \sum_{j=1}^m n_j \quad (2.10)$$

Model (2) dapat disubstitusikan ke dalam model (1) sehingga model regresi 2-level dengan random intercept menjadi

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{p=1}^P \gamma_{p0} X_{pij} + \sum_{q=1}^Q \gamma_{0q} Z_{qj} + \sum_{p=1}^p \beta_p X_{pij} + u_{0j} \quad (2.11)$$

Secara umum model random slope dinyatakan dalam bentuk vector adalah sebagai berikut:

$$y_{ij} = X'_{ij}\beta + Z'_j u_j + \varepsilon_{ij} \quad (2.12)$$

Dengan:

$y_{ij}$  = Respon untuk unit ke-  $i$  pada level-1 dalam unit ke-  $j$  pada level-2

$X'_{ij}$  = Vector berisi peubah penjelas level-1, berukuran  $1 \times (P+1)$

$\beta$  = Merupakan vector berisi parameter-parameter fixed yang tidak diketahui

yang bersesuaian dengan vector  $X'_{ij}$  berukuran  $(P+1) \times 1$ ,

$Z'_j$  = Vector berisi peubah penjelas level-2 untuk  $Q+1$  efek random,

$$Z'_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & z_{1j} & z_{2j} & \dots & z_{Qj} \end{bmatrix}$$

$u_j$  = Vector berisi efek random yang bersesuaian dengan vector  $Z'_j$ ,

$$\text{berukuran } (Q+1) \times 1, \quad u_j = \begin{bmatrix} u_{0j} \\ u_{1j} \\ \vdots \\ u_{Qj} \end{bmatrix}$$

$\varepsilon_{ij}$  = residual unit ke-  $i$  pada level-1 dalam unit ke-  $j$  pada level-2 (residual level-1), diasumsikan berdistribusi  $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ .

## 2.5 Pendugaan Parameter

Pendugaan parameter yang digunakan adalah dengan metode *Iterative Generalized Least Square* (IGLS). Model yang digunakan adalah model dengan bentuk matriks sebagai berikut:

$$Y = X\beta + E \quad (2.13)$$

Langkah pertama dalam menaksir parameter dengan menggunakan metode IGLS adalah menaksir parameter tetap  $\beta$ , dengan menggunakan metode *Generalized Least Square* (GLS), sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\beta = (X'V^{-1}X)^{-1} X'V^{-1}y \quad (2.14)$$

Persamaan untuk penaksir  $\beta$  tersebut masih mengandung unsure parameter yang nilainya tidak diketahui yaitu pada matriks  $V$  yang merupakan matriks *block diagonal* dimana nilainya dapat diketahui dengan menggunakan metode *Generalized Least Square*. Selanjutnya hasil taksiran yang diperoleh digunakan untuk menaksir parameter acak ( $\sigma^2\delta_0$  dan  $\sigma^2\varepsilon_0$ ) dalam model menggunakan metode GLS. Prosedur penaksiran parameter tetap dan parameter acak dilakukan berulang-ulang secara bergantian sampai mendapatkan hasil taksiran yang konvergen.

## 2.6 Penduga Koefisien Korelasi *Intraclass*

Jika data yang dimiliki adalah data dengan struktur berjenjang yang sederhana, maka regresi multilevel dapat digunakan untuk memberikan nilai dugaan bagi korelasi intraklas (Hox, 2002). Model yang digunakan untuk tujuan ini adalah model yang tidak memiliki peubah penjelas dalam setiap levelnya, yang dikenal sebagai *intercept-only* model. Dengan menggunakan model ini korelasi intraklas  $\rho$  dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\sigma_{u_0}^2}{\sigma_{u_0}^2 + \sigma_{e_0}^2} \quad (2.15)$$

Dengan  $\sigma_{u_0}^2$  adalah ragam dari galat pada level tertinggi  $u_{0j}$  dan  $\sigma_{e_0}^2$  adalah ragam dari galat pada level terendah. Korelasi intraklas ( $\rho$ ) menunjukkan proporsi keragaman yang dijelaskan oleh struktur kelompok dalam populasi, yang dapat juga diinterpretasikan sebagai korelasi harapan antara dua unit yang dipilih secara acak yang berada dalam kelompok yang sama (Hox, 2002).

## 2.7 Generalized Least Square (GLS)

Metode GLS pada prinsip tetapi memperhitungkan juga adanya galat yang berautokorelasi. dalam metode OLS untuk regresi linier  $Y = X\beta + \varepsilon$  umumnya diasumsikan bahwa:

1.  $E(\mathbf{g}) = \mathbf{0}$
2.  $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$
3.  $Var(\varepsilon) = \sigma^2 \mathbf{1}$

Estimasi parameter untuk  $\beta$  dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, yaitu:

$$B = (X'X)^{-1} X'Y \quad (2.16)$$

Apabila salah satu asumsi tersebut tidak terpenuhi misalnya dengan  $Var(\varepsilon) = \sigma^2 V$  dengan  $V =$  matriks definit positif berordo  $n \times n$ , maka metode OLS tidak dapat digunakan karena akan menghasilkan parameter yang bias. Oleh karena itu, akan dilakukan pendekatan dengan mentransformasikan model untuk kumpulan observasi supaya dapat memenuhi asumsi-asumsi pada metode OLS sehingga metode OLS dapat digunakan.

Jika diketahui model regresi linier pada persamaan (2.9) adalah sebagai berikut:

$$Y = XB + \varepsilon \quad \text{dengan } Var(\varepsilon) = \sigma^2 V$$

Dimana  $V$  adalah matriks definit positif dan non singular, maka dapat ditemukan sebuah matriks  $K$  yang simetris dan non singular berukuran  $n \times n$ , sehingga  $V = KK'$ .

Kalikan kedua ruas pada persamaan (2.9) dengan matriks non singular  $P$  berordo  $n \times n$ , maka diperoleh:

$$PY = PXB + P\varepsilon \quad (2.17)$$

Error yang ditransformasikan pada persamaan (2.22) mempunyai mean nol.

$E(P\varepsilon) = PE(\varepsilon) = 0$ , sehingga diperoleh matriks kovariansnya

$$\begin{aligned} Var(P\varepsilon) &= E((P\varepsilon - E(P\varepsilon))(P\varepsilon - E(P\varepsilon))') \\ &= E(P\varepsilon \varepsilon' P') \\ &= PE(\varepsilon \varepsilon')P' \\ &= \sigma^2 PVP' \end{aligned} \quad (2.18)$$

Jika matriks  $P$  dapat dibentuk sedemikian sehingga  $PVP' = In$ , maka metode OLS dapat digunakan untuk menaksir model pada persamaan (2.22). Matriks  $P$  yang dapat membuat  $PVP' = In$  adalah  $P = K^{-1}$ . Karena  $V = KK'$ , maka:

$$V^{-1} = (KK')^{-1} = (K')^{-1} K^{-1} = (K^{-1})' K^{-1} = P'P \quad (2.19)$$

Selanjutnya metode OLS dapat diterapkan pada model persamaan (2.22) untuk menentukan penaksir parameternya ( $B$ ).

Dari persamaan (2.22) diperoleh

$$PY = PXB + P\varepsilon \quad (2.20)$$

Dari persamaan (2.24) diperoleh

$$P\varepsilon = PY - PXB \quad (2.21)$$

Oleh karena itu:

$$\begin{aligned} \Sigma(P\varepsilon^2) &= (P\varepsilon)'P\varepsilon \\ &= (PY - PXB)'(PY - PXB) \\ &= (Y'P' - P'X'B')(PY - PXB) \\ &= Y'P'Py - Y'P'PXB - X'B'P'PY + X'B'P'PXB \end{aligned}$$

Karena  $Y'P'PXB$  scalar maka  $Y'P'PXB = X'B'P'PY$  sehingga diperoleh nilai  $\Sigma(P\varepsilon)^2$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Sigma(P\varepsilon)^2 &= Y'P'PY - Y'P'PXB \\ X'B'P'PY + X'B'P'PXB \\ &= Y'P'Y - 2Y'P'PX'B + X'B'P'PXB \end{aligned} \quad (2.22)$$

Untuk memperoleh nilai minimum dari  $\Sigma(P\varepsilon)^2$  yaitu dengan mendefersialkan persamaan 2.22 secara parsial terhadap  $B$  dan menyamakan hasilnya dengan nol.

$$\frac{\delta \Sigma(P\varepsilon)^2}{\delta B} = 0$$

$$\frac{\delta (Y'P'PY - 2Y'P'PX'B + X'B'P'PXB)}{\delta B} = 0$$

$$0 - 2X'P'PY + 2X'P'PXB = 0$$

$$-2X'P'PY + 2X'P'PXB = 0$$

$$2X'P'PXB = 2X'P'PY$$

$$X'P'PXB = X'P'PY$$

Karena  $(X'V^{-1}X)$  merupakan matriks definit positif maka terdapat  $(X'V^{-1}X)^{-1}$ . Sehingga dapat diperoleh penaksiran parameter dengan *Generalized Least Square* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \beta &= (X'P'PX)^{-1} X'P'PY \\ &= (X'V^{-1}X)^{-1} X'V^{-1}Y \end{aligned} \quad (2.23)$$

$\beta$  disebut taksiran *Generalized Least Square* dari  $\beta$

Penaksiran yang diperoleh pada persamaan 2.23 mengandung unsure parameter yang nilainya tidak diketahui yaitu pada matriks  $V$ . Oleh karena itu untuk mendapatkan nilai taksirannya harus melalui proses iterasi. Sehingga metode penaksirnya disebut sebagai metode *Iterative Generalized Least Square* (IGLS) (Tantular, 2011).

Dalam penaksiran parameter dengan metode IGLS pada data hirarki dilakukan

dengan menaksir parameter-parameter tetap terlebih dahulu dengan diketahui suatu matriks varians-kovarians  $V$  menggambarkan metode *Generalized Least Square* (GLS), selanjutnya hasil taksiran yang diperoleh digunakan untuk menaksir parameter acak dalam model menggunakan metode GLS. Prosedur penaksiran parameter tetap dan parameter acak dilakukan berulang-ulang secara bergantian sampai mendapatkan hasil taksiran yang konvergen.

Persamaan 2.13 menunjukkan model regresi 2-level dengan intersep acak dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$Y = X\beta + E \quad (2.24)$$

Dengan  $E$  adalah penjumlahan nilai residual level-1 dan level-2 ( $\varepsilon_{ij} + \delta_{ij}$ ). Parameter-parameter yang ditaksir pada model regresi 2-level seperti pada persamaan 2.13 adalah parameter acak  $\beta_p$  dengan  $p = 1, 2, \dots, p$  dan random parameter  $\sigma^2\delta^o$  dan  $\sigma^2\varepsilon^o$ .

Langkah pertama dalam menaksir parameter dengan menggunakan metode IGLS adalah menaksir parameter tetap  $\beta$ , untuk suatu matriks varian-kovarians  $V$  yang diketahui, dengan menggunakan metode *Generalized Least square* (GLS), sehingga diperoleh persamaan 2.23.

$$\beta = (X'V^{-1}X)^{-1} X'V^{-1}y \quad (2.25)$$

Sehingga taksiran inisial, matriks varians-kovarians yang digunakan pada persamaan 2.23 adalah  $V = \sigma^2\varepsilon_1$  (diasumsikan  $\sigma^2\delta^o = 0$ ), artinya pada taksiran inisial, nilai taksiran yang diperoleh sama seperti pada nilai taksiran menggunakan metode *Ordinary Least Square*, dimana  $I$  merupakan matriks identitas berukuran  $n \times n$ .

$$\beta = (X'X)^{-1} X'y \quad (2.26)$$

selanjutnya setelah hasil taksiran dari  $\beta$  diketahui, menghitung nilai-nilai taksiran untuk  $Y$ , yaitu  $P = X\beta$ . Sehingga dapat diketahui nilai residual yang dinyatakan dalam bentuk:

$$\bar{Y} = Y - \bar{Y} = Y - X\beta \quad (2.27) \quad \text{Bentuk cross product matrik } \bar{Y}\bar{Y}:$$

$$\bar{Y}\bar{Y} = \begin{bmatrix} \bar{Y}_{11} \\ \bar{Y}_{21} \\ \vdots \\ \bar{Y}_{n^1 1} \\ \bar{Y}^{12} \\ \bar{Y}^{22} \\ \vdots \\ \bar{Y}_{nzZ} \\ \vdots \\ \bar{Y}^1 m \\ \vdots \\ \bar{Y}^{n^m m} \end{bmatrix}, [\bar{Y}^{11} \bar{Y}^{21} \dots \bar{Y}^{n^1 1} \bar{Y}^{12} \bar{Y}^{22} \dots \bar{Y}_{nzZ} \dots \bar{Y}^1 m \dots \bar{Y}_{nmM}]$$

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}_{21} \bar{Y}^{11} \bar{Y}^{21} \dots \bar{Y}^{11} \bar{Y}^{n^1 1} \bar{Y}^{12} \bar{Y}_{11} \bar{Y}_{22} \dots \bar{Y}_{11} \bar{Y}_{nzZ} \dots \bar{Y}_{11} \bar{Y}^1 m \dots \bar{Y}_{11} \bar{Y}_{nmM} \\ \bar{Y}_{21} \bar{Y}_{11} \bar{Y}^{22} \dots \bar{Y}^{21} \bar{Y}^{n^1 1} \bar{Y}^{21} \bar{Y}^{12} \bar{Y}^{21} \bar{Y}^{22} \dots \bar{Y}^{21} \bar{Y}_{nzZ} \dots \bar{Y}^{21} \bar{Y}^1 m \dots \bar{Y}_{nmM} \\ \vdots \\ \bar{Y}^{n^1 1} \bar{Y}_{11} \bar{Y}^{n^{11}} \dots \bar{Y}^{2 n^1 1} \bar{Y}^{n^{11}} \bar{Y}^{12} \bar{Y}_{n^{11}} \bar{Y}_{22} \dots \bar{Y}_{n^{11}} \bar{Y}_{nzZ} \dots \bar{Y}_{n^{11}} \bar{Y}^1 m \dots \bar{Y}_{n^{11}} \bar{Y}_{nmM} \\ \bar{Y}^{12} \bar{Y}_{11} \bar{Y}^{12} \bar{Y}_{21} \dots \bar{Y}^{12} \bar{Y}^{n^1 1} \bar{Y}^{12} \bar{Y}_{12} \bar{Y}_{22} \dots \bar{Y}_{12} \bar{Y}_{nzZ} \dots \bar{Y}_{12} \bar{Y}^1 m \dots \bar{Y}_{12} \bar{Y}_{nmM} \\ \bar{Y}^{22} \bar{Y}_{11} \bar{Y}^{22} \bar{Y}_{21} \dots \bar{Y}_{22} \bar{Y}^{n^1 1} \bar{Y}_{22} \bar{Y}_{12} \bar{Y}^{22} \dots \bar{Y}_{22} \bar{Y}_{nzZ} \dots \bar{Y}_{22} \bar{Y}^1 m \dots \bar{Y}_{22} \bar{Y}_{nmM} \\ \vdots \\ \bar{Y}_{nzZ} \bar{Y}_{11} \bar{Y}^{n^{22}} \bar{Y}_{21} \dots \bar{Y}_{n^{22}} \bar{Y}^{n^1 1} \bar{Y}_{n^{22}} \bar{Y}_{12} \bar{Y}_{n^{22}} \bar{Y}_{22} \dots \bar{Y}_{n^{22}} \bar{Y}_{nzZ} \dots \bar{Y}_{n^{22}} \bar{Y}^1 m \dots \bar{Y}_{n^{22}} \bar{Y}_{nmM} \\ \vdots \\ \bar{Y}^1 m \bar{Y}_{11} \bar{Y}^1 m \bar{Y}_{21} \dots \bar{Y}^1 m \bar{Y}^{n^1 1} \bar{Y}^1 m \bar{Y}_{12} \bar{Y}^1 m \bar{Y}_{22} \dots \bar{Y}^1 m \bar{Y}_{nzZ} \dots \bar{Y}^1 m \bar{Y}_{n^2 2} \dots \bar{Y}^1 m \dots \bar{Y}^1 m \bar{Y}_{nmM} \\ \vdots \\ \bar{Y}^{n^m m} \bar{Y}_{11} \bar{Y}^{n^m m} \bar{Y}^{21} \dots \bar{Y}^{n^m m} \bar{Y}^{n^1 1} \bar{Y}^{n^m m} \bar{Y}^{12} \bar{Y}^{n^m m} \bar{Y}_{nzZ} \dots \bar{Y}^{n^m m} \bar{Y}^{n^2 2} \bar{Y}^{n^m m} \bar{Y}^1 m \dots \bar{Y}^{n^m m} \end{bmatrix}$$

Lakukan pemvektorisasi pada matrik  $\bar{Y}\bar{Y}$ :

$$\vec{Y} * \text{vec}(\vec{Y}\vec{Y}') = \begin{bmatrix} \vec{Y}^2_{11} \\ \vdots \\ \vec{Y} \quad n\vec{M}_{11} \\ \vec{Y}_{11}\vec{Y}_{21} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vec{Y} \quad n\vec{M}_{21} \\ \vdots \\ \vec{Y}_{11}\vec{Y}_{nm} \\ \vdots \\ \vec{Y}^2 \quad n^m \end{bmatrix} \quad (2.28)$$

$$V = \begin{bmatrix} \sigma^2 \delta^0 J(n_1) + \sigma^2 \epsilon I(n_1) & & \\ & 0 & \sigma^2 \delta^0 J(n) \\ & & 0 \end{bmatrix}$$

Operator vec merupakan operator yang membuat matriks ukuran nxn menjadi vector nnx1. Matriks varians-kovarians V ukuran nxn disebut matriks *block diagonal* yang dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

$$V = \begin{bmatrix} A_1 & 0 & 0 \\ 0 & A_2 & 0 \\ 0 & 0 & A_j \end{bmatrix} \quad (2.29)$$

Dengan j = banyaknya unit level-2 yang diobservasi dan  $A_1, A_2, \dots, A_j$  adalah matriks varians-kovarians untuk masing-masing unit level-2, yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A^1 &= \sigma^2 \delta^0 J(n_1) + \sigma^2 \epsilon I(n_1) \\ A^2 &= \sigma^2 \delta^0 J(n_2) + \sigma^2 \epsilon I(n_2) \\ A^j &= \sigma^2 \delta^0 J(n_j) + \sigma^2 \epsilon I(n_j) \end{aligned} \quad (2.30)$$

Apabila diuraikan lebih lanjut, matriks varians-kovarians untuk unit level-2 ke-J,  $A_j$  diuraikan sebagai berikut:

$$A_j = \begin{bmatrix} \sigma^2 \delta^0 + \sigma^2 \epsilon & \sigma^2 \delta_0 & \sigma^2 \delta_0 \\ \sigma^2 \delta_0 & \sigma^2 \delta^0 + \sigma^2 \epsilon & \sigma^2 \delta_0 \\ \sigma^2 \delta_0 & \sigma^2 \delta_0 & \sigma^2 \delta^0 + \sigma^2 \epsilon \end{bmatrix} \quad (2.31)$$

Dimana  $A_j$  berukuran  $n_j \times n_j$  dengan  $I(n_j)$  merupakan matriks identitas berukuran  $n_j \times n_j$ , dan  $J(n_j)$  adalah matriks yang entri-entri-nya berisi konstanta 1 ukuran  $n_j \times n_j$ . Dari persamaan 2.29 dan 2.30, matriks varians-kovarians untuk n observasi, dimana  $n = \sum_{j=1}^j n_j$ , dinyatakan dalam bentuk:

Lakukan penvektorisasian pada matriks varians-kovarians V dengan menyusun entri-entri dari kolom ke-(s+1) di bawah entri terakhir dari kolom ke-s dari matriks V, dengan  $s = 1, 2, \dots, n$ . Vektorisasi matriks V dinyatakan dalam notasi  $V^*$ , dengan  $V^*$  berukuran  $n \times n$ :

$$\vec{V} * \text{vec}(\vec{V}) = \begin{bmatrix} \sigma^2 \delta^0 + \sigma^2 \epsilon \\ \sigma^2 \delta_0 \\ \vdots \\ \sigma^2 \delta^0 + \sigma^2 \epsilon \\ \sigma^2 \delta_0 \\ \vdots \\ \sigma^2 \delta^0 + \sigma^2 \epsilon \end{bmatrix} \quad (2.32)$$

Diketahui nilai ekspektasi dari  $\vec{Y}\vec{Y}'$  adalah V:

$$\begin{aligned} E((Y-E(Y))(Y-E(Y))) &= E((Y-\bar{Y})(Y-\bar{Y})') \\ &= E((Y-X\beta)(Y-X\beta)') \\ &= E(\bar{Y}\bar{Y}') = V \end{aligned} \quad (2.33)$$

Dengan pengaturan sedemikian rupa, bias dibentuk model linier berdasarkan 2.33.

$$E(\bar{Y}\bar{Y}')=V$$

$$E(\text{vec}(\bar{Y}\bar{Y}'))-\text{vec}(V)$$

$$E(Y')=V^*$$

Sehingga diperoleh hubungan antara vector-vector yang diekspresikan ke dalam model linier  $Y^*=V^*+R$ , dengan  $R$  menyatakan residual, yang dijabarkan dalam bentuk berikut:

$$Y^*=V^*+R$$

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}^2_{11} \\ \vdots \\ \bar{Y}^2_{11}\bar{Y}^2_{21} \\ \vdots \\ \bar{Y}^2_{nm}\bar{Y}^2_{11} \\ \vdots \\ \bar{Y}^2_{nm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^2\delta^0 + \sigma^2\varepsilon \\ \vdots \\ \sigma^2\delta_0 \\ \sigma^2\delta_0 \\ \vdots \\ \sigma^2\delta_0 \\ \vdots \\ \sigma^2\delta_0 \\ \vdots \\ \sigma^2\delta^0 + \sigma^2\varepsilon \end{bmatrix} + R = \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} + \sigma^2 u \begin{bmatrix} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix}$$

$\sigma^2\varepsilon+R$  (2.34)

Pada model linier yang terbentuk dalam persamaan 2.34,  $Y^*$  dijadikan sebagai respon,  $\sigma^2\delta_0$  dan  $\sigma^2\varepsilon$  menjadi koefisien-koefisien model, dan vector-vector berisi konstanta 0 dan 1 yang bersesuaian dengan  $\sigma^2\delta_0$  dan  $\sigma^2\varepsilon$  menjadi variabel-variabel bebas. Sehingga pada persamaan 2.34, parameter-parameter yang akan ditaksir adalah  $\sigma^2\delta_0$  dan  $\sigma^2\varepsilon$ .

Jika vector-vector yang bersesuaian dengan  $\sigma^2\delta_0$  dan  $\sigma^2\varepsilon$  dalam 2.34 dinotasikan sebagai  $Z^*1$  dan  $Z^*2$ , kemudian dibentuk matriks  $Z^* = [Z^*1 \ Z^*2]$ , dan parameter-parameter acak yang akan ditaksir tergantung dalam vector  $\theta$ , dimana  $\theta = \begin{bmatrix} \sigma^2\delta_0 \\ \sigma^2\varepsilon \end{bmatrix}$ , maka persamaan 2.34 dapat dimodelkan dalam persamaan:

$$E(Y^*)= Z^* \theta \quad (2.35)$$

Dengan membentuk model yang dinyatakan dalam persamaan 2.35, parameter-parameter acak yang ingin diketahui  $\sigma^2\delta_0$  dan  $\sigma^2\varepsilon$  dapat ditaksir. Penaksiran parameter-parameter acak dilakukan dengan metode yang sama seperti penaksiran parameter-parameter tetap  $\beta_p$ , dimana  $p=1,2,\dots,p$ , yaitu dengan menggunakan metode *Generalized Least Square* (GLS):

$$\Theta = (Z^{*'}(V^*)^{-1}Z^*)^{-1}Z^{*'}(V^*)^{-1}Y^* \quad (2.36)$$

Dengan  $V^* = V \Theta V'$ ,  $V^*$  berukuran  $nn \times nn$ .

Setelah diperoleh taksiran dari parameter-parameter acak, ulangi langkah pengestimasi parameter tetap dengan nilai matriks varians-kovarians yang baru, kemudian hasil penaksiran parameter tetap tersebut digunakan untuk menaksir bergantian antara parameter tetap dan parameter acak sampai konvergen, yaitu nilai taksiran tidak lagi berfluktuasi pada iterasi-iterasi berikutnya.

## 2.8 Pemilihan dan Perbandingan Model

Menurut Hox (1995), dalam pembentukan model multilevel diperlukan pemilihan model untuk mendapatkan model regresi multilevel yang terbaik, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pemilihan struktur intersep acak
  - a. Menyusun model terbaik intersep acak tanpa variabel bebas.
  - b. Menyusun model dengan menambahkan seluruh variable bebas level-1.
2. Pemilihan struktur kemiringan acak
 

Pemilihan model terbaik intersep acak yang terpilih dengan menguji kemiringan acak dilakukan satu per satu untuk setiap variabel.
3. Pemilihan struktur efek tetap
 

Pemilihan model terbaik kemiringan acak terbaik sebelumnya dengan



menambahkan variabel bebas level- dan level-2 dengan kemiringan acak yang signifikan.

4. Menyusun model terbaik dengan menambahkan intersep antar variable bebas level-1 dan level-2 yang memiliki keragaman kemiringan yang signifikan.

Menurut Tantar (2009), untuk memilih model regresi multilevel yang terbentuk, digunakan uji rasio likelihood dapat juga disebut sebaran deviance yaitu ukuran untuk menentukan cocok tidaknya suatu model. Perhitungan untuk pengujian ini adalah selisih nilai deviance antara dua model (diff), dapat dituliskan sebagai berikut:

Hipotesis:  $H_0$  : Model tidak signifikan

$H_1$  : Model Signifikan

Taraf signifikansi:  $\alpha = 5\%$

Statistik Uji :  $\text{diff} = -2 \log$

$= -2 \log (I_0) - (-2 \log (I_1))$

$-2 \log (I_0)$  = Nilai deviance untuk model yang lebih sederhana

$-2 \log (I_1)$  = Nilai deviance untuk model yang melibatkan parameter yang diuji.

Kriteria Penolakan: Terima  $H_1$  apabila terdapat nilai dev yang kecil atau  $\text{diff} > \chi^2$  kuadrat.

## 2.9 Eksplorasi Data

Eksplorasi data dilakukan untuk mendeteksi keberadaan suatu interaksi antar variable bebas dalam level yang berbeda. Eksplorasi interaksi bermanfaat dalam pemilihan model. Untuk mengetahui adanya interaksi antar level yang berbeda digunakan uji beda antar garis regresi yaitu dengan melakukan uji kesejajaran garis. Kesejajaran atau ketidaksejajaran garis ditentukan oleh sama tidaknya besar nilai gradient garis-garis yang diuji atau besarnya sudut kemiringan garis (Santoso, Ratno D,1992).

## 2.10 Karakteristik Balita

Balita adalah anak dengan usia dibawah 5 tahun dengan karakteristik pertumbuhan cepat pada usia 0-1 tahun, dimana umur 5 bulan berat badan naik 2 kali berat badan lahir dan berat badan naik 3 kali dari berat badan lahir pada umur 1 tahun dan menjadi 4 kali pada umur 2 tahun. Pertumbuhan mulai lambat pada masa pra sekolah kenaikan berat badan kurang lebih 2 kg per tahun, kemudian pertumbuhan konstan mulai berakhir (Soetjiningsih, 2001). Balita merupakan masa pertumbuhan tubuh dan otak yang sangat pesat dalam pencapaian keoptimalan fungsinya, pertumbuhan dasar yang akan mempengaruhi sertamenentukan perkembangan kemampuan berbahasa, kreatifitas, kesadaran sosial, emosional dan intelegensia (Supartini, 2004).

Menurut karakteristik, balita terbagi dalam dua kategori yaitu anak usia 1 –3 tahun (batita) dan anak usia prasekolah (Uripi, 2004). Anak usia 1-3 tahun merupakan konsumen pasif, artinya anak menerima makanan dari apa yang disediakan ibunya. Laju pertumbuhan masa batita lebih besar dari masa usia pra-sekolah sehingga diperlukan jumlah makanan yang relatif besar. Namun perut yang masih lebih kecil menyebabkan jumlah makanan yang mampu diterimanya dalam sekali makan lebih kecil dari anak yang usianya lebih besar. Oleh karena itu, pola makan yang diberikan adalah porsi kecil dengan frekuensi sering Pada usia pra-sekolah anak menjadi konsumen aktif. Mereka sudah dapat memilih makanan yang disukainya. Pada usia ini anak mulai bergaul dengan lingkungannya atau bersekolah playgroup sehingga anak mengalami beberapa perubahan dalam perilaku. Pada masa ini anak akan mencapai fase gemar memprotes sehingga mereka akan mengatakan “tidak” terhadap setiap ajakan. Pada masa ini berat badan anak cenderung mengalami penurunan, akibat dari aktivitas yang mulai banyak dan pemilihan maupun penolakan terhadap makanan. Diperkirakan pula bahwa anak perempuan relative lebih banyak mengalami gangguan status gizi bila dibandingkan dengan anak laki-laki (BPS, 1999).

## 2.11 Proporsi Berat Badan Lahir

Berat lahir adalah berat bayi yang ditimbang dalam waktu satu jam pertama setelah lahir. Pengukuran dilakukan di tempat fasilitas (Rumah sakit, Puskesmas, dan Polindes), sedang bayi yang lahir di rumah waktu pengukuran berat badan dapat dilakukan dalam waktu 24 jam (Kosim, Yunanto, Dewi, Sarosa, & Usman, 2008).

Bayi baru lahir adalah bayi dari lahir sampai usia 4 minggu. Lahirnya biasanya dengan usia gestasi 38 –42 minggu (L Wong, Hockenberry, Wilson, L Winkelstein, & Schwartz, 2009).

## 2.12 Gini Ratio

Rasio Gini atau koefisien adalah alat mengukur derajat ketidakmerataan distribusi penduduk. Ini didasarkan pada kurva Lorenz, yaitu sebuah kurva pengeluaran kumulatif yang membandingkan distribusi dari suatu variable tertentu (misalnya pendapatan) dengan distribusi uniform (seragam) yang mewakili persentase kumulatif penduduk. Koefisien Gini (Gini Ratio) adalah ukuran ketidakmerataan atau ketimpangan agregat (secara keseluruhan) yang angkanya berkisar antara nol (pemerataan sempurna) hingga satu (ketimpangan yang sempurna). Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.25/MEN/IX/2009 Tentang Tingkat Pengembangan Pemukiman Transmigrasi, gini rasio merupakan ukuran pemerataan pendapatan yang dihitung berdasarkan kelas pendapatan dalam 10 kelas pendapatan (*decille*).

## 2.13 Proporsi Konsumsi Makanan

Konsumsi merupakan sebuah kata yang berasal dari Bahasa Inggris yaitu "Consumption". Konsumsi artinya pemenuhan akan makanan dan minuman. Konsumsi mempunyai pengertian yang lebih luas yaitu seluruh pembelian barang dan jasa akhir yang sudah siap dikonsumsi oleh rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan. Menurut T Gilarso (2003), konsumsi

merupakan titik pangkal dan tujuan akhir seluruh kegiatan ekonomi masyarakat.

Keynes mengedepankan variabel utama dalam analisisnya yaitu konsumsi dipengaruhi oleh tingkat pendapatan  $C=f(Y)$ . Keynes mengajukan 3 asumsi pokok secara makro dalam teorinya yaitu Kecenderungan mengkonsumsi marginal (marginal propensity to consume) ialah jumlah yang dikonsumsi dalam setiap tambahan pendapatan adalah antara nol dan satu. Keynes menyatakan bahwa kecenderungan mengkonsumsi rata-rata (average propensity to consume), turun ketika pendapatan naik. Keynes berpendapat bahwa pendapatan merupakan determinan konsumsi yang penting dan tingkat bunga tidak memiliki peranan penting. (Mankiw, 2007).

Sehingga secara garis besar teori konsumsi Keynes menyatakan bahwa, (besar-kecil) konsumsi masyarakat sangat dipengaruhi oleh besarnya pendapatan. Sedangkan unsur tabung tidak terlalu berdampak terhadap perubahan jumlah barang dan jasa yang dikonsumsi masyarakat.

## 2.14 Proporsi Konsumsi Buah dan Sayur

Secara umum proporsi penduduk yang mengonsumsi sayur 94,8% dan mengonsumsi buah lebih sedikit (33,2%). Tampak bahwa sayuran lebih banyak dikonsumsi penduduk dari pada buah-buahan. Bila dilihat menurut kelompok umur proporsi penduduk yang paling sedikit mengonsumsi sayur pada kelompok anak usia Balita (0-59 bulan) (86,2%) dan yang paling banyak pada usia dewasa (19-55 tahun) (95,8%). Proporsi penduduk paling sedikit mengonsumsi buah adalah kelompok usia remaja (13-18 tahun) (28,9%) dan paling banyak usia Balita (35,7%). Bila dilihat menurut jenis kelamin, konsumsi sayur hampir sama antara laki-laki dan perempuan (94,8%). Namun untuk konsumsi buah, laki-laki lebih sedikit (31,0%) dibandingkan

perempuan (35,5%). Bila dilihat dari wilayah tempat tinggal, proporsi penduduk yang mengonsumsi sayur hampir sama antara perkotaan dan perdesaan (94,8%). Namun proporsi penduduk yang mengonsumsi buah tampak lebih banyak di perkotaan (35,9%) dibandingkan di perdesaan (30,5%).

Bila dilihat dari tingkat pendidikan, proporsi penduduk yang mengonsumsi sayur tidak ada perbedaan (95,1%). Namun konsumsi buah lebih banyak dikonsumsi penduduk berpendidikan tinggi yaitu tamat SLTA ke atas (>36%) dan terbanyak adalah yang berpendidikan tamat perguruan tinggi (53,5%). Semakin rendah tingkat pendidikan terlihat kecenderungan semakin kecil proporsi yang mengonsumsi buah. Bila dilihat dari jenis pekerjaan penduduk hampir semua mengonsumsi sayur (95,9%). Namun proporsi penduduk yang mengonsumsi buah lebih sedikit (32,9%) dan paling rendah adalah penduduk yang bekerja di sektor buruh (27,1%). Sedangkan proporsi penduduk paling banyak mengonsumsi buah adalah penduduk yang bekerja sebagai pegawai dengan penghasilan tetap yaitu PNS/TNI/Polri/BUMD (49,0%).

### **2.15 Status Ekonomi Keluarga**

Istilah ekonomi berasal dari bahasa Yunani, *oikonomia*. Kata *oikonomia* berasal dari dua kata yaitu *oikos* dan *nomos*. *Oikos* berarti rumah tangga, sedangkan *nomos* berarti mengatur. Jadi *oikonomia* berarti mengatur rumah tangga. Ekonomi berkembang menjadi suatu ilmu, sehingga ekonomi berarti pengetahuan yang tersusun menurut cara yang runtut dalam rangka mengatur rumah tangga. Rumah tangga diartikan secara lebih luas, rumah tangga disini berkaitan dengan kelompok sosial yang dianggap sebagai rumah tangga sebagai kesatuan kelompok manusia yang hidup menurut norma dan tata aturan tertentu (M.T Ritonga, 2000).

Menurut George Soul, ekonomi adalah pengetahuan sosial yang mempelajari tingkah laku manusia dalam kehidupan

masyarakat khususnya dengan usaha memenuhi kebutuhan dalam rangka mencapai kemakmuran dan kesejahteraan (Richard G Lipsey dan Pete O Steiner, 1991).

Sedangkan FS. Chapin (Kaare, 1989) mengungkapkan status sosial ekonomi merupakan posisi yang ditempati individu atau keluarga yang berkenaan dengan ukuran rata-rata yang umum berlaku tentang kepemilikan kultural, pendapatan efektif, pemilikan barang dan partisipasi dalam aktifitas kelompok dari komunitasnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa status sosial ekonomi adalah tinggi rendahnya prestise yang dimiliki seseorang berdasarkan kedudukan yang dipegangnya dalam suatu masyarakat berdasarkan pada pekerjaan untuk memenuhi kebutuhannya atau keadaan yang menggambarkan posisi atau kedudukan suatu keluarga masyarakat berdasarkan kepemilikan materi.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari publikasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan Badan Pusat Statistika (BPS) tahun 2018. Pada penelitian ini yang dijadikan unit observasi adalah didalam Indonesia sendiri yang meliputi 34 Provinsi yang ada di Indonesia. Data yang digunakan adalah Status Gizi Buruk balita untuk 34 Provinsi di Indonesia. Selain data Status Gizi Buruk Balita, dan faktor-faktor pendukung seperti Karakteristik Balita, Proporsi Konsumsi makanan, Proporsi Berat Badan Lahir, Proporsi Konsumsi Buah dan Sayur dan Status Ekonomi Keluarga di Indonesia digunakan sebagai variabel penelitian.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel respon (Y) Gizi Buruk, variabel level-1 (X1) Karakteristik Balita, (X2) Proporsi Berat Badan Lahir, (X3) Gini Ratio dan variabel level-2 (Z1) Proporsi Konsumsi Makanan, (Z2) Proporsi Konsumsi Buah dan Sayur (Z3) Status Ekonomi Keluarga.

### 3.4 Metode Analisis

Langkah-langkah analisis dalam penelitian ini adalah *Iterative Generalized Least Square* (IGLS) untuk memodelkan data Status Gizi Buruk Balita. Diagram alir merupakan suatu gambaran yang berisi tahapan-tahapan kerja yang diatur sedemikian rupa dan membantu mengerjakan penelitian yang efektif. Langkah-langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data menjadikan data kedalam spss untuk memanggil data dalam lisrel.
2. Mengdeskripsikan data secara keseluruhan dalam bentuk plot.
3. Mengeksplorasi data antar level bebas dalam level berbeda.
4. Pemilihan Model dan Pendugaan parameter dengan metode IGLS.
5. Melakukan pengujian signifikan parameter, memilih parameter yang signifikan saja dan diujikan kembali menggunakan LISREL.
6. Melakukan pemodelan Model akhir atau model terbaik.
7. Melakukan pengujian asumsi.

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan mengenai gizi buruk dan pemodelan faktor yang mempengaruhi gizi buruk di provinsi Indonesia akan dijelaskan pada bab ini. Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode regresi 2-level. Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah Gizi Buruk tiap provinsi

di Indonesia, sedangkan variabel prediktor level-1 yang digunakan adalah Karakteristik Balita, Proporsi Berat Badan Lahir dan Gini Ratio. Pada variable prediktor level-2 adalah Proporsi Konsumsi Makanan, Proporsi Konsumsi Buah dan Sayur dan Status Ekonomi Keluarga tiap provinsi di Indonesia pada tahun 2019.

### 4.1 Aplikasi

Penggunaan model regresi 2-level di berbagai bidang studi telah demikian luas, khususnya dibidang pendidikan, antara lain penelitian yang dilakukan oleh Amanda Devi Paramitha (2016), Dyan Anggun Krismala (2014), dll. Dalam penelitian ini akan dibahas penggunaan model regresi 2-level tentang status gizi buruk balita di Indonesia yang bertujuan untuk mengetahui factor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk balita di Indonesia yang terdiri dari 34 Provinsi.

Status Gizi Buruk Balita yang berdomisili dalam lingkungan provinsi yang sama memiliki korelasi atau dapat dikatakan memiliki karakteristik cenderung sama. Data yang diperoleh merupakan data hirarki 2-level, dengan individu (Balita) sebagai level-1 dan Ekonomi sebagai level-2. Data disajikan dalam lampiran 1. Dalam penerapannya digunakan metode *Iterative Generalized Least Square* (IGLS). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap gizi buruk balita di Indonesia, hasil analisisnya dapat dilihat pada uraian sebagai berikut:

Data Status Gizi Buruk Balita di Indonesia terdiri atas 34 provinsi dengan jumlah sampel diambil secara acak sebanyak 200 balita yang tersarang di dalam 11 provinsi. Secara umum, deskripsi mengenai gizi buruk balita seluruh provinsi dapat dilihat pada tabel 1, sebagai berikut:

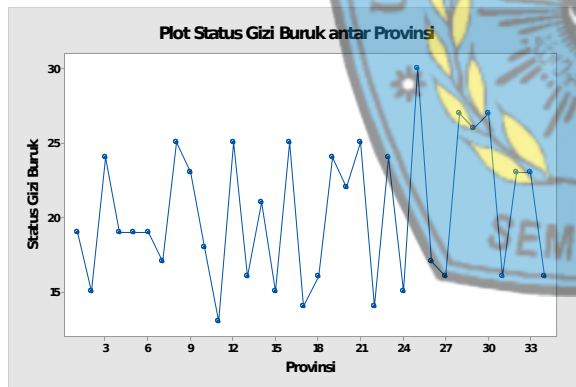
Tabel 4.1. Statistika Deskriptif Status Gizi Buruk di Indonesia

Statistik	Nilai
Rataan	20,08
Minimum	13,00

Maksimum	30,00
Q1	0,193
Median	0,683
Q3	-1,242
Standar Deviasi	4,640

Berdasarkan hasil analisis statistika deskriptif untuk masing-masing provinsi yang disajikan pada lampiran 2, dapat diketahui bahwa mayoritas balita yang diteliti yaitu kurus dengan prosentase sebesar 389,7 dan gemuk dengan prosentase sebesar 286,7 balita yang diteliti sebagian besar tinggal di perkotaan. Rata-rata prosentase keluarga petani per provinsi sebesar 33%.

Analisis regresi 2-level dilakukan karena adanya data yang memiliki struktur berjenjang, contohnya pada data status gizi buruk di Indonesia. Selain itu, regresi 2-level digunakan karena adanya keragaman status gizi buruk balita antar provinsi. Keragaman tersebut dapat disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 4.1. Keragaman Status Gizi Buruk Balita antar Provinsi

Grafik tersebut menggambarkan keragaman rata-rata status gizi buruk balita antar provinsi sebelum ditambahkan variable bebas ke dalam model. Pada gambar diatas terlihat bahwa banyaknya provinsi yang berada diatas dan dibawah tersebut tidak sama.

#### 4.2 Eksplorasi Data

Eksplorasi dilakukan untuk mendeteksi keberadaan interaksi antar variable bebas dalam level yang berbeda. Eksplorasi interaksi bermanfaat dalam pemilihan model, selain itu penambahan interaksi variable bebas antar level pada analisis regresi 2-level bertujuan supaya model yang berbentuk lebih efektif. Untuk mengetahui adanya interaksi antar level yang berbeda maka digunakan uji beda garis. Dua atau lebih garis pada pengujian dapat dikatakan sama apabila garis-garis tersebut tidak terjadi interaksi dan garis yang tidak sejajar dikatakan terjadi interaksi (Santoso, Ratno D, 1992).

Berdasarkan pada lampiran 3 dapat dilihat bahwa interaksi antar level terjadi pada variable Proporsi Konsumsi Makanan dengan Karakteristik Balita, Proporsi Konsumsi Makanan dengan Gini Ratio, Proporsi Konsumsi Buah dan Sayur dengan Karakteristik Balita, Proporsi Konsumsi Buah dan Sayur dengan Gini Ratio, Status Ekonomi Keluarga dengan Karakteristik Balita, Status Ekonomi Keluarga dengan Gini Ratio. Untuk interaksi antar variable bebas lainnya tidak terlihat adanya interaksi dalam eksplorasi, karena menunjukkan suatu garis.

#### 4.3 Pemodelan Regresi 2-Level

Pemodelan regresi 2-level dari suatu variable bebas yang ada pada setiap level, ingin diketahui faktor yang berpengaruh terhadap gizi buruk di Indonesia dengan melakukan pemilihan model yang meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

##### 1. Pemilihan struktur intersep acak

Pemilihan struktur intersep acak digunakan dua model yang akan dibandingkan yaitu model intersep acak tanpa variable bebas dan model intersep acak dengan variable bebas level-1 yaitu variable karakteristik balita, proporsi berat badan lahir dan gini ratio.

##### 2. Pemilihan struktur kemiringan acak

Pemilihan struktur kemiringan acak ini dilakukan apabila pada pemilihan intersep acak model yang telah terpilih yaitu model intersep acak dengan variable bebas level-1, yaitu dengan melakukan pengujian kemiringan acak yang dilakukan satu per satu pada setiap variable, sehingga akan terbentuk 3 model yaitu:

1. Model intersep acak dan kemiringan acak pada variable karakteristik balita
2. Model intersep acak dan kemiringan acak pada variable proporsi berat badan lahir
3. Model intersep acak dan kemiringan acak pada variable gini ratio

### 3. Pemilihan struktur efek tetap

Pemilihan struktur efek tetap bertujuan untuk mendapatkan variabel-variabel bebas yang memiliki pengaruh besar terhadap pendidikan anak dengan cara memasukkan variabel-variabel bebas setiap levelnya pada model.

### 4. Penyusunan Model

Tahap akhir dalam pemilihan model, yaitu tahap penyusunan model dengan efek tetap dan efek acak yang signifikan ditambah dengan interaksi antar level (M.4.1). Berdasarkan eksplorasi data dan pemilihan kemiringan acak yang signifikan, interaksi yang ditambahkan dalam model adalah Proporsi Konsumsi Makanan dengan Proporsi Berat badan lahir, Proporsi Konsumsi Buah dan Sayur dengan Proporsi Berat badan lahir, Status Ekonomi Keluarga dengan Proporsi Berat badan lahir, prosentase keluarga petani dengan Proporsi Berat badan lahir dan prosentase keluarga petani dengan Gini Ratio.

Dalam pemodelan dan pendugaan untuk parameternya, analisis data pada lampiran 1 menggunakan software LISREL 8.80 yang didalamnya terdapat fasilitas untuk menganalisis data multilevel yang memuat dengan metode IGLS.

### 4.3.1 Pemilihan Struktur Intersep Acak

Pemilihan struktur intersep acak ini dengan menggabungkan kedua model yaitu mensubstitusikan model level-2 pada model level-1, sehingga diperoleh model:

$$y_{ij} = y_{00} + \delta \square_{oj} + \varepsilon_{ij}$$

Parameter yang akan ditaksir dalam model M.1.1 adalah  $y_{00}$ ,  $\sigma_{\varepsilon}^2$  dan  $\sigma_{\delta}^2$ . Output hasil analisis dengan menggunakan LISREL disajikan pada lampiran 4. Sebuah pendugaan parameter dalam model M.1.1 yaitu diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.2. Hasil Pendugaan Parameter Model M.1.1

Parameter	Dugaan
<i>Fixed effect</i>	
$y_{00}$	75,052
<i>Random effect</i>	
$\sigma_{\delta}^2$	9508,783
$\sigma_{\varepsilon}^2$	240009,4
	20
<i>Deviance</i>	2607,349

Selanjutnya dianalisis hubungan antara variable tak bebas dan variable bebas, digunakan model intersep acak dengan menambahkan variable bebas pada level-1 yaitu karakteristik balita, proporsi berat badan lahir dan gini ratio dengan kemiringan yang bersifat tetap (**Model M.1.2**).

#### Model level-1 (Tingkat Balita):

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon_{ij}$$

#### Model level-2 (Tingkat Ekonomi):

$$\beta_{0j} = y_{00} + \delta \square_{oj}$$

$$\beta_1 = \delta_1 y \square_{1o}$$

$$\beta_2$$

$$\square^2 = \delta_2 y \square_{2o}$$

$$\beta_3$$

$$\beta_i = \gamma_{00} + \gamma_{10} X_1 + \gamma_{20} X_2 + \gamma_{30} X_3 + \delta_{oj}$$

Kedua model tersebut digabung menjadi model sebagai berikut:

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10} X_1 + \gamma_{20} X_2 + \gamma_{30} X_3 + \delta_{oj} + \varepsilon_{ij}$$

Parameter yang akan ditaksir dalam model M.1.2 adalah  $\gamma_{00}$ ,  $\gamma_{10}$ ,  $\gamma_{20}$ ,  $\gamma_{30}$ , dan  $\sigma_{\varepsilon}^2$  (variansi level balita),  $\sigma_{\delta}^2$  (variansi level ekonomi). Setelah dianalisis dengan menggunakan LISREL, outputnya disajikan pada lampiran 5, diperoleh nilai dugaan sebagai berikut:

Tabel 4.3. Hasil Pendugaan parameter Model M.1.2

Parameter	Dugaan
<b>Fixed effect</b>	
$\gamma_{00}$	8,407
$\gamma_{10}$	-2,003
$\gamma_{20}$	0,436
$\gamma_{30}$	87,409
<b>Random effect</b>	
$\sigma_{\delta}^2$	788,503
$\sigma_{\varepsilon}^2$	23,121,398
<b>Deviance</b>	1

Berdasarkan pengujian terhadap model untuk efek tetap diperoleh perbandingan nilai *diff* pada tabel 4, dengan nilai yang dihasilkan dari  $\chi^2(k)$ , dengan k adalah selisih banyaknya parameter pada kedua model, apabila diperoleh nilai *diff* lebih besar dari  $\chi^2(k)$ , maka model yang memiliki parameter lebih banyak yang lebih cocok untuk data tersebut (Hox, 1995). Diperoleh perbandingan antara model M.1.1 dan M.1.2 sebagai berikut:

Tabel 4.4. Hasil Perbandingan Model M.1.1 dan M.1.2

Mode	Deviance	Diff	Parameter	$\chi^2_{0,05}(3)$
M.1.1	2607,3	2607,3	3	7,81
M.1.2	446692	446692	6	12,59

Berdasarkan Tabel 4, model yang dipilih adalah model M.1.2. Hal ini dikarenakan nilai *diff* lebih besar dari pada nilai  $\chi^2_{0,05}(3)$  dan M.1.2 juga lebih nilainya lebih besar disbanding M.1.1. sehingga dapat diberikan bahwa setiap variable bebas level-1 yang diikutsertakan dalam model memberikan pengaruh yang nyata terhadap status gizi buruk balita yang diperoleh.

#### 4.3.2. Pemilihan Struktur Kemiringan Acak

Tahap selanjutnya dalam pembentukan model regresi 2-level adalah memilih kemiringan acak yang berpengaruh terhadap model. Efek kemiringan acak yang akan diuji meliputi efek kemiringan acak pada suatu level-1 (balita) atau variable bebas yang akan diperoleh pada langkah pertama yang merupakan terdiri dari variabel karakteristik balita, proporsi berat badan lahir dan gini ratio. Sebelumnya model tanpa kemiringan acak dibuat dengan variabel bebas sesuai model M.1.2 (M.2.1), kemudian model M.2.1 akan dibandingkan dengan model kemiringan acak. Adapun model yang akan diujikan adalah sebagai berikut:

1. Model dengan intersep acak dan kemiringan karakteristik balita acak (M.2.2).

##### Level-1 (balita)

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon_{ij}$$

##### Level-2 (ekonomi)

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \delta_{oj}$$

$$y_{1j} = \beta_i y_{10} + \delta_{ij}$$

$$y_{2j} = \beta_i y_{20} + \delta_{ij}$$

$$y_{30} = \beta_i y_{30}$$

$$y_{30} = \beta_i y_{30}$$

$$y_{30} = \beta_i y_{30}$$

Ouput hasil pendugaan parameter untuk model **M.2.2** disajikan pada *lampiran 6*, dan dapat diperoleh nilai dugaan sebagai berikut:

Tabel 4.5. Hasil Pendugaan Model M.2.2

Parameter	Dugaan
<i>Fixed effect</i>	
$y_{10}$	8,407
$y_{20}$	-2,003
$y_{30}$	0,438
	87,409
<i>Random effect</i>	
$\sigma_{\delta 0}^2$	10,025,002
$\sigma_{int:KB}$	--803,442
$\sigma_{\delta 1}^2$	3,822,409
$\sigma_{\epsilon}^2$	23,896,707
	4,396,731,87
<i>Deviance</i>	6

Ouput hasil pendugaan parameter untuk model M.2.3 disajikan pada *lampiran 7*, dan dapat diperoleh nilai dugaan sebagai berikut:

Tabel 4.6. Hasil Pendugaan Model M.2.3

Parameter	Dugaan
<i>Fixed effect</i>	
$y_{10}$	8,407
$y_{20}$	-2,002
$y_{30}$	0,436
	87,409
<i>Random effect</i>	
$\sigma_{\delta 0}^2$	11079.336
$\sigma_{int:PBBL}$	222.616
$\sigma_{\delta 2}^2$	-86.03
$\sigma_{\epsilon}^2$	23,284,669
	4,332,088,29
<i>Deviance</i>	7

2. Model dengan intersep acak dan kemiringan proporsi berat badan lahir acak (**M.2.3**)

**Level-1 (balita)**

$$y_{ij} = \beta_{oj} + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \epsilon_{ij}$$

**Level-2 (ekonomi)**

$$\beta_{oj} = y_{00} + \delta_{oj}$$

$$y_{10} = \beta_i y_{10}$$

3. Model dengan intersep acak dan kemiringan gini ratio acak (**M.2.4**)

**Level-1 (balita)**

$$y_{ij} = \beta_{oj} + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \epsilon_{ij}$$

**Level-2 (ekonomi)**

$$\beta_{oj} = y_{00} + \delta_{oj}$$

$$y_{10} = \beta_i y_{10}$$

$$y_{20} = \beta_i y_{20}$$

$$y_{30} = \beta_i y_{30} + \delta_{ij}$$



Output hasil pendugaan parameter untuk model M.2.4 disajikan pada lampiran 8, dan dapat diperoleh nilai dugaan sebagai berikut:

Tabel 4.7. Hasil Pendugaan Model M.2.4

Parameter	Dugaan
<b>Fixed effect</b>	
$y_{10}$	8,407
$y_{20}$	-2,002
$y_{30}$	0,436
	87,409
<b>Random effect</b>	
$\sigma_{\delta 0}^2$	-2,196,753
$\sigma_{\delta 1}^2$	3,259,207
$\sigma_{\delta 2}^2$	18,155,168
$\sigma_{\epsilon}^2$	18,936,724
	3,588,462,22
<b>Deviance</b>	<b>2</b>

Selanjutnya dilakukan pemilihan model dengan membandingkan model-model yang terbentuk pada tahap pemilihan kemiringan acak dengan menggunakan nilai deviance.

Tabel 4.8. Hasil Perbandingan Model Kemiringan Acak

Model	Diff	Db	$\chi^2_{0,05}(8)$
M.2.1 & M.2.2	2,593,98	8	15,51
M.2.1 & M.2.3	2,594,31	8	15,51
M.2.1 & M.2.4	2,554,92	8	15,51

Tabel 8 menunjukkan hasil perbandingan keempat model, dapat dilihat bahwa semua variabel bebas yang memiliki kemiringan acak yang signifikan terhadap model, dikarenakan nilai diff lebih besar nilai  $\chi^2_{0,05}(8)$ , maka dapat dikatakan bahwa terdapat model terbaik untuk tahap ini.

### 4.3.3. Pemilihan Struktur Efek Tetap

Setelah menemukan model terbaik sebelumnya maka dengan menambahkan kemiringan acak karakteristik balita, poporsi berat badan lair dan gini ratio pada model M.1.2, akan diperoleh model M.3.1 dengan hasil pendugaannya disajikan pada lampiran 10, dan bentuk modelnya sebagai berikut:

#### Level-1 (balita)

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \epsilon_{ij}$$

#### Level-2 (ekonomi)

$$\beta_{0j} = y_{00} + \delta_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \beta_{10} + \delta_{1j}$$

$$\beta_{2j} = \beta_{20} + \delta_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \beta_{30} + \delta_{3j}$$

Kedua model dapat digabungkan dengan mensubstitusikan model level-2 pada model level-1, sehingga diperoleh:

$$y_{ij} = y_{00} + y_{10} X_1 + y_{20} X_2 + y_{30} X_3 + \delta_{0j} X^2 + \delta_{1j} X^3$$

Berdasarkan lampiran 9 diketahui nilai dugaan untuk model M.3.1 sebagai berikut:

Tabel 4.9. Hasil pendugaan Parameter Model M.3.1

Parameter	Dugaan
<i>Fixed effect</i>	
$y_{10}$	8,407
$y_{20}$	-2,002
$y_{30}$	0,436
	87,409
<i>Random effect</i>	
$\sigma_{\delta 0}^2$	-10,874,939
$\sigma_{\delta 1}^2$	-4,473,844
$\sigma_{\delta 2}^2$	-58,551
$\sigma_{\delta 23}^2$	-546,425
$\sigma_{\delta}^2$	20,315,656
$\sigma_{\varepsilon}^2$	20,457,330
	3,492,421,8
<i>Deviance</i>	03

Tabel 4.10. Hasil Pendugaan Parameter Model M.3.2

Parameter	Dugaan
<i>Fixed effect</i>	
$y_{10}$	-398,460
$y_{20}$	5,151
$y_{30}$	0,371
$y_{01}$	97,518
$y_{02}$	-1,569
$y_{03}$	4,751
	0,054
<i>Random effect</i>	
$\sigma_{\delta 0}^2$	-10,640,257
$\sigma_{\delta 1}^2$	-3,746,242
$\sigma_{\delta 2}^2$	-51,101
$\sigma_{\delta 23}^2$	1,375,117
$\sigma_{\delta}^2$	18,396,986
$\sigma_{\varepsilon}^2$	19,710,558
	3,363,634,38
<i>Deviance</i>	9

Selanjutnya dilakukan perbandingan model M.3 yang terbentuk dengan model M.3.1 sebagai berikut:

Tabel 4.11. Hasil Perbandingan model M.3.1 dan M.3.2

Model	DV	Diff	Prmt	$\chi^2_{0,05}(3)$
M.3.1	3,492,4	2,550,4	15	7,81
M.3.2	3,363,6	2,544,3	18	7,81

Berdasarkan tabel 11 terlihat bahwa semua model yang dipilih dikarenakan nilai

*diff* lebih besar dari nilai  $X^2_{0,05(3)}$ , jadi model terbaik pada tahap ini adalah model **M.3.1** dan **M.3.2** dengan semua variabel bebas level-1 dan variabel bebas level-2.

-	
323,86	
2	0,558
235,39	
6	0,436
34,968	0,635

#### 4.3.4. Penyusunan Model

Setelah dianalisis menggunakan LISREL, outpunya pendugaan parameter untuk model **M.4.1** disajikan pada *lampiran 11* dan dapat dilihat pada tabel 12 sebagai berikut:

Tabel 4.12. Nilai Pendugaan Parameter Model Regresi 2-Level (M.4.1)

Parameter	Dugaa n	Standa r Error
<i>Fixed effect</i>		
$y_{00}$	59,568	83,203
$y_{20}$	24,123	16,599
$y_{30}$	0,119	0,070
$y_{01}$	-14,441	9,224
$y_{02}$	-0,833	0,285
$y_{21}$	-0,154	0,868
$y_{22}$	-0,006	0,004
$y_{23}$	0,314	0,033
$y_{31}$	0,017	0,000
$y_{32}$	-0,377	0,362
$y_{33}$	-0,176	0,067
	-0,000	0,000
	-0,007	0,036
<i>Random effect</i>		
	317,54	
$\sigma_{\delta 0}^2$	2	0,811
$\sigma_{\delta 1}^2$	325,47	
$\sigma_{\delta 2}^2$	2	0,503
$\sigma_{\delta 3}^2$	5,156	0,447
$\sigma_{\delta 4}^2$	-2,418	0,428
$\sigma_{\delta 5}^2$		
$\sigma_{\delta 6}^2$		
$\sigma_{\delta 7}^2$		
$\sigma_{\delta 8}^2$		
$\sigma_{\delta 9}^2$		
$\sigma_{\delta 10}^2$		
$\sigma_{\delta 11}^2$		
$\sigma_{\delta 12}^2$		
$\sigma_{\delta 13}^2$		
$\sigma_{\delta 14}^2$		
$\sigma_{\delta 15}^2$		
$\sigma_{\delta 16}^2$		
$\sigma_{\delta 17}^2$		
$\sigma_{\delta 18}^2$		
$\sigma_{\delta 19}^2$		
$\sigma_{\delta 20}^2$		
$\sigma_{\delta 21}^2$		
$\sigma_{\delta 22}^2$		
$\sigma_{\delta 23}^2$		
$\sigma_{\delta 24}^2$		
$\sigma_{\delta 25}^2$		
$\sigma_{\delta 26}^2$		
$\sigma_{\delta 27}^2$		
$\sigma_{\delta 28}^2$		
$\sigma_{\delta 29}^2$		
$\sigma_{\delta 30}^2$		
$\sigma_{\delta 31}^2$		
$\sigma_{\delta 32}^2$		
$\sigma_{\delta 33}^2$		
$\sigma_{\delta 34}^2$		
$\sigma_{\delta 35}^2$		
$\sigma_{\delta 36}^2$		
$\sigma_{\delta 37}^2$		
$\sigma_{\delta 38}^2$		
$\sigma_{\delta 39}^2$		
$\sigma_{\delta 40}^2$		
$\sigma_{\delta 41}^2$		
$\sigma_{\delta 42}^2$		
$\sigma_{\delta 43}^2$		
$\sigma_{\delta 44}^2$		
$\sigma_{\delta 45}^2$		
$\sigma_{\delta 46}^2$		
$\sigma_{\delta 47}^2$		
$\sigma_{\delta 48}^2$		
$\sigma_{\delta 49}^2$		
$\sigma_{\delta 50}^2$		
$\sigma_{\delta 51}^2$		
$\sigma_{\delta 52}^2$		
$\sigma_{\delta 53}^2$		
$\sigma_{\delta 54}^2$		
$\sigma_{\delta 55}^2$		
$\sigma_{\delta 56}^2$		
$\sigma_{\delta 57}^2$		
$\sigma_{\delta 58}^2$		
$\sigma_{\delta 59}^2$		
$\sigma_{\delta 60}^2$		
$\sigma_{\delta 61}^2$		
$\sigma_{\delta 62}^2$		
$\sigma_{\delta 63}^2$		
$\sigma_{\delta 64}^2$		
$\sigma_{\delta 65}^2$		
$\sigma_{\delta 66}^2$		
$\sigma_{\delta 67}^2$		
$\sigma_{\delta 68}^2$		
$\sigma_{\delta 69}^2$		
$\sigma_{\delta 70}^2$		
$\sigma_{\delta 71}^2$		
$\sigma_{\delta 72}^2$		
$\sigma_{\delta 73}^2$		
$\sigma_{\delta 74}^2$		
$\sigma_{\delta 75}^2$		
$\sigma_{\delta 76}^2$		
$\sigma_{\delta 77}^2$		
$\sigma_{\delta 78}^2$		
$\sigma_{\delta 79}^2$		
$\sigma_{\delta 80}^2$		
$\sigma_{\delta 81}^2$		
$\sigma_{\delta 82}^2$		
$\sigma_{\delta 83}^2$		
$\sigma_{\delta 84}^2$		
$\sigma_{\delta 85}^2$		
$\sigma_{\delta 86}^2$		
$\sigma_{\delta 87}^2$		
$\sigma_{\delta 88}^2$		
$\sigma_{\delta 89}^2$		
$\sigma_{\delta 90}^2$		
$\sigma_{\delta 91}^2$		
$\sigma_{\delta 92}^2$		
$\sigma_{\delta 93}^2$		
$\sigma_{\delta 94}^2$		
$\sigma_{\delta 95}^2$		
$\sigma_{\delta 96}^2$		
$\sigma_{\delta 97}^2$		
$\sigma_{\delta 98}^2$		
$\sigma_{\delta 99}^2$		
$\sigma_{\delta 100}^2$		

#### 4.4 Uji Signifikan Parameter

Uji signifikan parameter digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel tak bebas (respon).

a. Hipotesis

$H^0: \beta_{ij} = 0$  (parameter  $\beta$  tidak signifikan)

$H^a: \beta_{ij} \neq 0$  (parameter  $\beta$  signifikan)

b. Taraf Signifikan  $\alpha = 0,05$

c. Statistika Uji

Dengan menggunakan uji Wald dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{\beta_0}{se(\beta^0)}$$

d. Kriteria Uji

Tolak  $H_0$  jika  $Z_{hitung} > Z_{tabel}$  atau nilai  $sig < \alpha$ , penolakan  $H_0$  berarti bahwa parameter  $\beta_{ij}$  signifikan.

e. Analisa

berdasarkan hasil output yang terdapat pada *lampiran 11*, diperoleh hasil uji signifikan untuk tiap parameter seperti pada tabel 13.

Tabel 4.13. Uji Signifikan Parameter

Parameter	Zhitung	P-Value	Keputusan	Kesimpulan
<i>Fixed effect</i>				
$\gamma_{00}$	0,715	0,474	Ho ditolak	Signifikan
$\gamma_{10}$	1,453	0,146	Ho ditolak	Signifikan
$\gamma_{20}$	1,685	0,091	Ho ditolak	Signifikan
$\gamma_{30}$	-1,565	0,117	Ho diterima	Tidak Signifikan
$\gamma_{01}$	-2,920	0,003	Ho diterima	Tidak Signifikan
$\gamma_{02}$	-0,177	0,859	Ho diterima	Tidak Signifikan
$\gamma_{03}$	-1,461	0,143	Ho diterima	Tidak Signifikan
$\gamma_{21}$	9,314	0,000	Ho ditolak	Signifikan
$\gamma_{22}$	21,916	0,000	Ho ditolak	Signifikan
$\gamma_{23}$	-1,040	0,297	Ho diterima	Tidak Signifikan
$\gamma_{31}$	-2,618	0,008	Ho diterima	Tidak Signifikan
$\gamma_{32}$	-0,169	0,865	Ho diterima	Tidak Signifikan
$\gamma_{33}$	-0,196	0,844	Ho diterima	Tidak Signifikan



Berdasarkan tabel 13 terlihat bahwa parameter variabel bebas yang signifikan adalah variabel karakteristik balita, proporsi berat badan lahir. Proporsi konsumsi buah dan sayur dengan proporsi berat badan lahir. Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi terhadap status gizi buruk di Indonesia adalah karakteristik balita, proporsi berat badan lahir. Proporsi konsumsi buah dan sayur dengan proporsi berat badan lahir.

#### 4.5 Model Akhir

Berdasarkan Uji signifikan terlihat bahwa variabel level-1 tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap status gizi balita di Indonesia dan juga interaksi variabel bebas level-2 kecuali karakteristik balita, proporsi berat badan lahir. Proporsi konsumsi buah dan sayur dengan proporsi berat badan lahir yang berpengaruh dengan taraf signifikan  $\alpha = 10\%$  dengan kata lain bahwa

terdapat interaksi antar variabel bebas dari level yang sama.

Karena terdapat variabel bebas yang tidak signifikan, maka model yang terbentuk yaitu model M.3.2 dimodifikasi dengan menghilangkan variabel yang tidak signifikan, yaitu gini ratio, proporsi konsumsi makanan, proporsi konsumsi buah dan sayur, SE dengan PBBL, SE dengan GR, PKM dengan GR, PKM dengan KB, PKBS dengan KB. Selain itu juga tidak menyertakan interaksi antar variabel bebas pada level yang berbeda, sehingga setelah dianalisis dengan menggunakan LISREL diperoleh model akhir dengan hasil estimasi parameternya disajikan pada lampiran 12.

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_2 X_2 + \beta_3 j X_3$$

**Model Level-2:**

$$\beta_{0j} = 29,474 + 0,960 Z^3$$

$$z = i - 14,267$$

$$\beta_i$$

$$\sigma^2_j = i 0,015$$

$$\beta_i$$

Dalam bentuk persamaan akhir model adalah sebagai berikut:

$$y_{ij} = 29,474 + 0,960 Z^3 - 14,267 X^2 + 0,015 X^3$$

Dari model tersebut dapat disjikan bahwa apabila variable karakteristik balita meningkat satu persen, maka akan memberikan dampak peningkatan gizi buruk balita sebesar 0,960, sebaliknya apabila terjadi penurunan karakteristik balita sebesar masing-masing satu tahun akan memberikan pengaruh yang positif dan negatif terhadap peningkatan gizi buruk balita di Indonesia masing-masing sebesar -14,267 dan 0,015.

Selain diketahui nilai parameternya juga dapat diketahui nilai dugaan komponen acaknya berdasarkan model akhir yang berbentuk seperti disajikan pada tabel 15, sebagai berikut:

Tabel 4.14. Hasil Pendugaan Parameter pada Model Akhir

Parameter	Dugaan	P-Value
<i>Fixed effect</i>		
$\gamma_{00}$	29,474	3,946
$\gamma_{20}$	-	
$\gamma_{30}$	14,267	-1,712
$\gamma_{40}$	0,015	0,243
	0,960	43,5
		40

Berdasarkan hasil estimasi parameter yang disajikan pada tabel 14 dapat dibentuk model untuk menggambarkan studi kasus status gizi buruk balita di Indonesia dengan model yang terbentuk sebagai berikut:

**Model Level-1:**

Tabel 4.15. Hasil Pendugaan Komponen Acak (Varian dan Kovarian)

Parameter	Dugaan	P-Value
<i>Random effect</i>		
$\sigma^2_{\epsilon_0}$	-208,238	-281,922
$\sigma_{int:karakteristik\ balita}$	299,559	-615,256
$\sigma_{int:PBBL}$	69,029	160,067
$\sigma_{int:PKBSPBBL}$	-1,608	-3,340
$\sigma^2_{\epsilon}$	3,399,63	30,549,02
	5	0

Berdasarkan tabel 15 terlihat bahwa nilai varian (keragaman) gizi buruk balita dalam provinsi lebih tinggi dibandingkan nilai varian gizi buruk balita antar provinsi.

Nilai kovarian antara intersep dan kemiringan karakteristik balita sebesar -299,559, menandakan adanya hubungan negative antara intersep dan kemiringan karakteristik balita. Artinya untuk tingkat balita dengan intersep rendah, pengaruh karakteristik balita lebih besar daripada tingkat balita yang memiliki intersep tinggi, demikian pula sebaliknya. Model diatas menunjukkan adanya perbedaan antar kecamatan dengan keragaman intersep sebesar -208,238.

#### 4.6 Korelasi Intraklas (ICC)

Dalam pemodelan regresi 2-level tanpa variabel bebas dapat diperoleh dugaan korelasi intraklas, yang menunjukkan proporsi keragaman yang akan dijelaskan oleh struktur dalam populasi, sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\sigma_{u0}^2}{\sigma_{u0}^2 + \sigma_{e0}^2} = \frac{9508,783}{9508,783 + 24009,420} = 0,028$$

Nilai tersebut menunjukkan korelasi antar balita dalam provinsi yang mengukur proporsi dari total variansi antar provinsi, yaitu sebesar 0,028 atau 2,8%, maka disimpulkan bahwa korelasi antara dua balita dalam satu provinsi sebesar 2,8%.

#### 4.7 Uji Asumsi

##### 1. Asumsi Normalitas

###### a. Hipotesis

$H^0$ : residual berdistribusi normal

$H^a$ : residual tidak berdistribusi normal

###### b. Taraf signifikan $\alpha=5\%$

###### c. Statistika Uji

$$T = \frac{\int_x^{\infty} |F^*(x) - S(x)|}{x}$$

###### d. Kriteria Pengujian

Tolak  $H^0$  jika nilai statistic  $T > 1 - \alpha$  atau signifikan  $< \alpha$

###### e. Keputusan

Output diperoleh dari hasil SPSS 17 untuk uji normalitas dan hasilnya diperoleh dalam lampiran 14. Berdasarkan output pada lampiran 14 diperoleh nilai signifikan sebesar 0,261 lebih besar dari 0,05. Karena nilai sig  $> \alpha$  maka  $H^0$  diterima, maka dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas terpenuhi dari residual berdistribusi normal.

##### 2. Asumsi Autokorelasi

###### a. Hipotesis

$H^0 : cov ( \delta_{i,j}, \epsilon_{ij} ) = cov ( \delta_{i,j}, \epsilon_{ij} ) = cov ( \delta_{i,j}, \epsilon_{kj} ) = 0$  (tidak terjadi autokorelasi)

$H^a$  : terdapat paling tidak sepasang komponen residual kovariansi yang tidak sama nilainya (terjadi autokorelasi)

###### b. Taraf Signifikan : $\alpha = 5\%$

###### c. Statistik Uji

$$d = \frac{\sum_{n,t=2} (\delta_t - \delta_{t-1})^2}{\sum_{n,t=1} \delta_t^2}$$

###### d. Keputusan

Berdasarkan output pada lampiran 15 yang diperoleh dari pengolahan SPSS 17, diketahui nilai statistic Durbin Watson sebesar 0,763. Nilai tersebut berada pada  $-2 < d < 2$ . Hal ini menunjukkan bahwa  $H^0$  diterima maka disimpulkan tidak terdapat masalah autokorelasi atau asumsi autokorelasi terpenuhi.

##### 3. Asumsi Multikolonieritas

Untuk pengujian ada tidaknya multikolonieritas digunakan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Maka outputnya dalam pengujian asumsi multikolinieritas terperoleh pada lampiran 16 yaitu menunjukkan bahwa untuk semua variabel kurang dari 10, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat multikolinieritas antar variabel bebas dalam model.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis deskriptif untuk masing-masing provinsi diketahui bahwa mayoritas balita yang diteliti yaitu kurus dengan prosentase 389,7 dan gemuk dengan prosentase sebesar 286,7, balita yang diteliti sebagian besar tinggal dipertanian dengan rata-rata prosentase keluarga petani per provinsi sebesar 33%. Analisis regresi 2-level dilakukan karena adanya data yang memiliki struktur berjenjang dengan diketahui bahwa banyaknya provinsi yang berada pada plot tidak sama.
2. Model regresi 2-level yang terbentuk adalah sebagai berikut:

#### Model Level-1:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_2 X_2 + \beta_3 j X_3$$

#### Model Level-2:

$$\beta_{0j} = 29,474 + 0,960 Z^3$$

$$\beta_2 = \hat{\alpha} - 14,267$$

$$\beta_3^j = \hat{\alpha} 0,015$$

Dalam bentuk persamaan akhir model adalah sebagai berikut:

$$y_{ij} = 29,474 + 0,960 Z^3 - 14,267 X^2 + 0,015 X^3$$

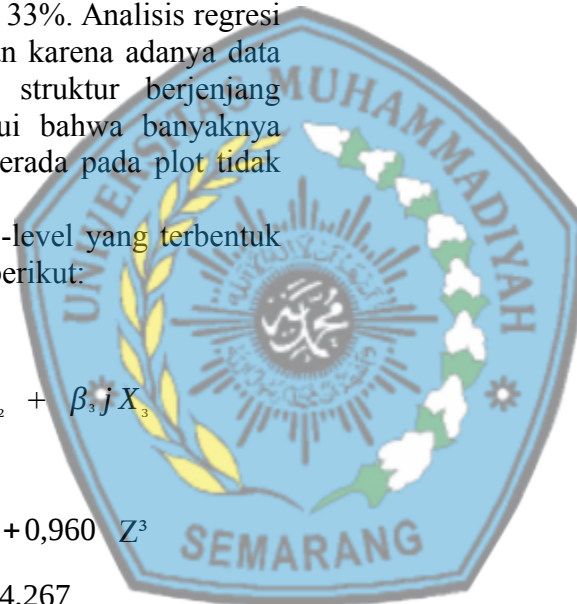
Dari model tersebut dapat diajikan bahwa apabila variable karakteristik balita meningkat satu persen, maka akan memberikan dampak peningkatan gizi buruk balita sebesar 0,960, sebaliknya apabila terjadi penurunan karakteristik balita sebesar masing-masing satu tahun akan memberikan

pengaruh yang positif dan negatif terhadap peningkatan gizi buruk balita di Indonesia masing-masing sebesar -14,267 dan 0,015.

#### 5.2 Saran

1. Menambahkan Variabel pada setiap levelnya, misalkan level-1 menambahkan variabel pendukung keluarga dan level-2 menambahkan variabel banyaknya tingkat kelulusan.
2. Menambahkan level, yaitu misalkan ditambahkan level ke 3.

### DAFTAR PUSTAKA



- Academia. (2016, September). Analisis dan Eksplorasi Data 2015-2016. *Academia*.
- Algiari.1997. *Analisis Statistik Untuk Bisnis; Dengan Regresi, Korelasi dan Nonparametrik*. 3Yogyakarta: BPFE.
- Paramitha, Amanda Devi. (2016, Oktober). Pemodelan Regresi 3-Level dengan Metode Iterative Generalized Least Square (IGLS) (Studi Kasus: Lamanya pendidikan Anak di Kabupaten Semarang). *GAUSSIAN*.
- Amanda Devi Paramitha, S. T. (2016). Pemodelan Regresi 3-Level dengan Metode Iterative Generalized Least Square. *Jurnal Gaussian*.
- Angga, R. (2017, Oktober). Apakah yang dimaksud dengan basis data model hirarki. *Komputer Sistem Informasi*.
- Aziz, S. A. (2014, Oktober). Metode General Least Square (GLS) untuk Mengatasi kasus Autokorelasi data runtun waktu [abstrak].
- Bertho Tantular, A. H. (Oktober 2009). Pemilihan Model Regresi Linier Multilevel Terbaik (Choice the Best Linear Regression Multilevel Models). *Forum Statistika dan Komputasi*.
- Draper, N. dan Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. Edisi Kedua. Terjemahan Oleh Bambang Sumantri. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Dyan Anggun Krismala, D. I. (2014). Pemodelan Regresi 2-level Dengan Iterative Generalized Least Square. *Jurnal Gaussian*.
- Gilarso, T. (2013,Maret). Konsumsi Makanan.
- Gujarati, N.D. 2003. *Basic Econometrics*. 4thed. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Health, Organization Wold. (2005, Mei). Standar Pengukuran Gizi.
- Idtesis@gmail.com. (2013, September). Pengertian Gizi Buruk dan Penyebab Gizi Buruk. *idtesis.com*.
- Irfan. (2010, Desember). Eksplorasi Data, pp.
- Jogiyanto. (2018, Juni). Hirarki Data Dalam Database. *Data Grip*, pp.
- Kompas.com. (2012, Januari). Faktor Utama penyebab Gizi buruk Anak. *Jernis Melihat Dunia*.
- Kutner, M.H., C.J. Nachtsheim., dan J. Neter. 2004. *Applied Linear Regression Models*. 4thed. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Maimunah, S. (2017). Pemodelan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di Provinsi Jawa Tengah menggunakan Regresi Kuantil.
- Mankiw. (2007, Juni). Peran Penting dalam Mengkonsumsi Makanan.
- Mason, R.D & Douglas A. Lind. 1996. *Teknik Statistik Untuk Bisnis dan Ekonomi*, Jilid II. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Muhlisin, D. (2011, Maret). Gizi Buruk: Gejala, Penyebab, dan Penanganan. *MEDISKUS*.
- Nurdin, I. (2016, Oktober). Penerapan Kombinasi Metode Ridge Regression (RR) dan Metode General Least Square (GLS) untuk Mengatasi Masalah Multikolinieritas dan autokorelasi. *digilib.unnes*.
- Nusantara, S. N. (2018, April). General Least Square: Solusi atas Gejala [abstrak]. *idtesis*.
- Pasaribu et al. (2015, Maret). Analisis Regresi.
- Pramudiarja, A. U. (2016, Maret). Status Gizi Balita Indonesia 2015 Diklaim



- membalik dari tahun sebelumnya. *detikhealth*.
- Putra, Y. M. (2018, Februari). Pola Makan Keliru Salah Satu Penyebab Gizi Buruk. *Republika.co.id* .
- Rivany. (2012, Januari). Hirarki Data. *Vanta* , pp.
- Santoso, S. 2000. *Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sartika, L. Y. (2015, Mei). Regresi Multilevel. *Academia*.
- Sembiring, R.K. 2003. *Analisis Regresi*. Edisi Kedua. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Smartstat. (2010, November). Analisis Data Eksploratif. pp.
- Soetjiningsih. (2001, September). Pengertian Balita.
- Supariasa, dkk. (2012, November). Masalah Gizi.
- Statistik, B. P. (1999, Desember). Gangguan Gizi Anak perempuan Lebih Banyak Dibandingkan Gizi Anak Laki-Laki.
- Sugiyono. 2001, Januari. *Metode Penelitian Administrasi*. Bandung: Alfabeta.
- Supartini. (2004, September). Karakteristik balita.
- Suranadi, dkk. (2008, Agustus). Pola Pengasuh Anak dengan Karakteristik keluarga.
- Suryani, A. (September 2010). Penentuan Model Perkembangan Jumlah GAKIN yang dipengaruhi lima sektor Tenaga Kerja di Indonesia (Menggunakan Analisis Regresi Data Panel dengan Metode GLS (General Least Square)). *Sigma-Mu*.
- Sutarjo, Untung Suseno, M. D. (2017, Agustus). Data dan Informasi. *Profil kesehatan indonesia 2016* , pp.
- Sutarjo, Untung Suseno, M. d. (2016, Agustus). Profil Kesehatan Indonesia. *Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, http://www.kemkes.go.id* , pp.
- Sutarjo, Untung Suseno, M. D. (2017, Agustus). Profil Kesehatan Indonesia 2016. *Kementrian Kesehatan Republik Indonesia* , pp.
- Sutarjo, Untung Suseno, M. D. (2018, Agustus). Profil Kesehatan Indonesia 2017. *Kementrian kesehatan Republik Indonesia* , pp.
- Umum, I. P. (2018, Desember). Profil Negara Indonesia., p.
- Uripi. (2004, Agustus). Balita Menurut usia.
- Usman, H. & R. Purnomo Setiady Akbar. 2000. *Pengantar Statistika*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Widarjono, A. 2007. *Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Edisi Kedua. Yogyakarta: Ekonisia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia.