



TESIS - SS14 2501

**PEMODELAN KETAHANAN PANGAN PROVINSI DI
INDONESIA BERDASARKAN KONSUMSI ENERGI
MENGUNAKAN METODE PROBIT DATA PANEL**

SHARFINA WIDYANDINI
NRP. 1314 201 048

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Vita Ratnasari, M.Si
Dr. Setiawan, MS

PROGRAM MAGISTER
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



THESIS - SS14 2501

**MODELING OF FOOD SECURITY IN INDONESIA
BY PROVINCE BASED ON ENERGY
CONSUMPTION USING PANEL PROBIT METHOD**

SHARFINA WIDYANDINI
NRP. 1314 201 048

SUPERVISOR
Dr. Vita Ratnasari, M.Si
Dr. Setiawan, MS

MAGISTER PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016

**PEMODELAN KETAHANAN PANGAN PROVINSI DI
INDONESIA BERDASARKAN KONSUMSI ENERGI
MENGUNAKAN METODE PROBIT DATA PANEL**

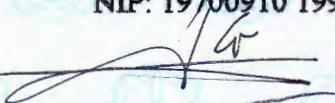
Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Sains (M.Si)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh :

SHARFINA WIDYANDINI
NRP. 1314 201 048

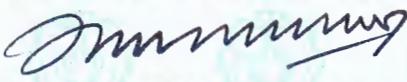
Tanggal Ujian : 29 Januari 2016
Periode Wisuda : Maret 2016

Disetujui Oleh :


1. **Dr. Vita Ratnasari, M.Si** (Pembimbing I)
NIP. 19700910 199702 2 001


2. **Dr. Setiawan, M.S** (Pembimbing II)
NIP. 19601030 198701 1 001


3. **Dr. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc** (Penguji)
NIP. 19570724 198503 2 002


4. **Dr. Wahyu Wibowo, M.Si** (Penguji)
NIP. 19740328 199802 1 001

Direktur Program Pascasarjana




Prof. Dr. Djaunhar Manfaat, M.Sc, Ph.D
NIP 19601202 198701 1 001

PEMODELAN KETAHANAN PANGAN PROVINSI DI INDONESIA BERDASARKAN KONSUMSI ENERGI MENGGUNAKAN METODE PROBIT DATA PANEL

Nama Mahasiswa : Sharfina Widyandini
NRP : 1314201048
Pembimbing : Dr. Vita Ratnasari, M.Si
Co-Pembimbing : Dr. Setiawan, MS

ABSTRAK

Ketahanan pangan merupakan isu sentral dalam pemenuhan kesejahteraan masyarakat karena akan menentukan stabilitas ekonomi, sosial, dan politik di suatu negara. Pemenuhan kebutuhan pangan merupakan tantangan bagi Indonesia sebagai negara kepulauan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan di Indonesia dengan menggunakan data tahun 2010-2014 dari Dewan Ketahanan Pangan, World Food Programme dan Badan Pusat Statistik. Tingkat ketahanan pangan diukur menggunakan persilangan antara indikator pangsa pengeluaran pangan dan kecukupan pangsa energi. Kemudian data ketahanan pangan dianalisis menggunakan regresi probit dimana memiliki variabel dependen yang dikotomis dengan hanya dua nilai yang mungkin, ya atau tidak. Nilai 1 menunjukkan provinsi dengan kecukupan energi yang cukup yang mengindikasikan keadaan tahan pangan sementara 0 mewakili kecukupan energi yang kurang. Estimasi parameter model probit panel random effect dengan metode Maximum Likelihood (MLE) menggunakan pendekatan integral Gauss Hermite. Dari delapan variabel prediktor yang diduga berpengaruh terhadap ketahanan pangan di Indonesia, terdapat tiga variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan antara lain persentase penduduk miskin (X_1), persentase rumah tangga tanpa akses listrik (X_5) dan angka harapan hidup (X_6). Model terbaik diperoleh dengan nilai AIC terkecil pada model lengkap sebesar 50,91 dan ketepatan klasifikasi terbaik sebesar 75,15%.

Kata Kunci : Ketahanan pangan, regresi probit data panel, maximum likelihood estimation (MLE), random effect.

MODELING OF FOOD SECURITY IN INDONESIA BY PROVINCE BASED ON ENERGY CONSUMPTION USING PANEL PROBIT METHOD

Name of Student : Sharfina Widyandini
Registration Number : 1314201048
Supervisor : Dr. Vita Ratnasari, M.Si
Co-Supervisor : Dr. Setiawan, MS

ABSTRAK

Food security is a central issue in the fulfillment of public welfare because it will determine the stability of the economic, social, and political in a country. Food needs is a challenge for Indonesia as an archipelago. This study aims to determine the occurrence possibility of food security and to determine the factors that affected it by using the 2010-2014 data from the Food Security Council, the World Food Programme and Badan Pusat Statistik. Food security levels were measured using the of energy sufficiency (Kcal) indicator and the share of food expenditure share. Then the food security of data is analyzed using probit regression which has a dichotomous dependent variable with only two possible values, yes or no. One (1) indicates the province with food security while zero (0) represents the condition did not have a good food security. Parameter estimation random effect panel probit model with a Maximum Likelihood (MLE) using Gauss Hermite integral approach. Three of eight predictor variables are supposed to influence the food security in Indonesia, there are the percentage of poor (X_1), the percentage of households without access to electricity (X_5) and life expectancy (X_6). The best model is obtained with the smallest AIC value on a complete model of 50.91 and the best classification accuracy is 75.15%.

Key Words : Food Security, panel probit regression, maximum likelihood estimation (MLE), random effect.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi ‘aalamiin, puji syukur alhamdulillah kepada Allah SWT atas petunjuk, rahmat dan ridho yang telah dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis berjudul **“Pemodelan Ketahanan Pangan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Konsumsi Energi Menggunakan Metode Probit Data Panel”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains ini dengan baik dan lancar. Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada.

1. Mama, papa selaku orangtua sebagai sumber semangat, sekaligus buku ini penulis persembahkan kepada beliau, dan adik-adik yang tiada henti memberikan dukungan moriil maupun materiil serta doa yang tak terhingga.
2. Kepada partner setia, atas waktu, tenaga, pikiran, nasehat, perhatian dan doa yang tiada henti dari buku pertama hingga buku ketiga ini terbit.
3. Dr. Suhartono, M.Sc selaku kaprodi program pascasarjana dan ketua jurusan statistika periode tahun 2015.
4. Ibu Dr. Vita Ratnasari. M.Si. dan Bapak Dr. Setiawan, M.S selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan arahan, bimbingan juga motivasi dalam penyelesaian tesis ini.
5. Ibu Dr. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc dan Bapak Dr. Wahyu Wibowo, M.Si selaku dosen penguji yang telah banyak sekali memberikan masukan demi kesempurnaan tesis ini.
6. Bapak/Ibu dosen dan karyawan jurusan statistika ITS yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan. Semoga ilmu yang telah diberi akan selalu bermanfaat.
7. Teman-teman seperjuangan, hani, zubdatu, mbak evy, pucin. Teman program magister statistika ITS angkatan 2013-2014 lainnya yang banyak membantu penulis, terima kasih atas kebersamaan dan kekeluargaannya, juga atas sharing materi perkuliahannya.

8. Teman-teman masa D3 dan S1, lunny, listy, engga, hence dan semuanya. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu disini.

Semoga segala amal dan kebaikan yang telah mereka berikan kepada penulis mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu segala bentuk saran dan kritik yang dapat membantu untuk perbaikan penulisan di masa yang akan datang sangat diperlukan. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan

Surabaya, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	7

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ketahanan Pangan	9
2.2 Distribusi Normal	17
2.3 Distribusi Binomial	18
2.4 Model Regresi Probit	18
2.4.1 Estimasi Parameter Model Regresi Probit	20
2.5 Data Panel	20
2.6 Model Regresi Probit Data Panel <i>Random Effect</i>	21
2.6.1 Metode <i>Gauss-Hermite Quadrature</i>	23
2.7 Pengujian Parameter Model Regresi Probit Data Panel	23
2.7.1 Uji Serentak	23
2.7.2 Uji Parsial	24
2.8 Kriteria Pemilihan Model Terbaik	25
2.8.1 <i>Akaike's Information Criterion (AIC)</i>	25

2.8.2 Ketepatan Klasifikasi	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	27
3.2 Variabel Penelitian.....	28
3.3 Langkah Analisis.....	29
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Estimasi Parameter Model Probit Data Panel <i>Random Effect</i>	31
4.2 Pemodelan Ketahanan Pangan Provinsi di Indonesia.....	37
4.2.1 Gambaran Umum Ketahanan Pangan di Indonesia (Y).....	37
4.2.2 Gambaran Umum Persentase Penduduk Miskin (X_1)	39
4.2.3 Gambaran Umum Persentase RT Penerima Raskin (X_2).....	40
4.2.4 Gambaran Umum Angka Melek Huruf 15 th Ke Atas (X_3)	42
4.2.5 Gambaran Umum Perentase Rumah Tangga Dengan Air Minum Bersih dan Layak (X_4).....	44
4.2.6 Gambaran Umum Persentase Rumah Tangga Tanpa Akses Listrik (X_5).....	45
4.2.7 Gambaran Umum Angka Harapan Hidup (X_6)	47
4.2.8 Gambaran Umum Tingkat Pengangguran Terbuka (X_7).....	49
4.2.9 Gambaran Umum Rata Lama Sekolah 15 th Ke Atas (X_8)	50
4.2.10 Pemodelan Ketahanan Pangan di Indonesia Dengan Probit Panel.....	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	61
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Persebaran Provinsi di Indonesia	1
Gambar 4.1 Pengeluaran Rata-Rata Per Kapita Penduduk Indonesia Menurut Jenis Pengeluarannya	38
Gambar 4.2 Perkembangan Rata-rata Persentase Penduduk Miskin di Indonesia (X_1) Tahun 2010-2014	40
Gambar 4.3 Perkembangan Persentase Rumah Tangga Penerima/Pembeli Beras Miskin di Indonesia (X_2) Tahun 2010-2014.....	42
Gambar 4.4 Perkembangan Angka Melek Huruf Usia 15 Tahun ke atas di Indonesia (X_3) Tahun 2010-2014	43
Gambar 4.5 Perkembangan Persentase Rumah Tangga Dengan Air Minum Bersih dan Layak di Indonesia (X_4) Tahun 2010-2014	45
Gambar 4.6 Perkembangan Persentase Rumah Tangga Tanpa Akses Listrik (X_5) Tahun 2010-2014	47
Gambar 4.7 Perkembangan Angka Harapan Hidup (X_6) Tahun 2010-2014	48
Gambar 4.8 Perkembangan Tingkat Pengangguran Terbuka (X_7) Tahun 2010-2014	49
Gambar 4.9 Perkembangan Rata Lama Sekolah (X_8) Tahun 2010-2014	50

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Indikator Ketahanan Pangan CARI.....	10
Tabel 2.2 Prevalensi Akhir.....	11
Tabel 2.3 Ketepatan Klasifikasi	26
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	27
Tabel 3.2 Daftar Nama Provinsi di Indonesia.....	28
Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian	28
Tabel 4.1 Pangsa Kecukupan Pangan di Indonesia.....	38
Tabel 4.2 Pangsa Pengeluaran Pangan di Indonesia	38
Tabel 4.3 Deskriptif Persentase Penduduk Miskin	39
Tabel 4.4 Deskriptif Persentase Rumah Tangga Penerima Raskin di Indonesia	41
Tabel 4.5 Deskriptif Angka Melek Huruf Usia 15 Tahun Keatas di Indonesia .	43
Tabel 4.6 Deskriptif Persentase Rumah Tangga Dengan Penggunaan Air Minum Bersih dan Layak di Indonesia	44
Tabel 4.7 Deskriptif Persentase Rumah Tangga Tanpa Akses Listrik di Indonesia	46
Tabel 4.8 Deskriptif Angka Harapan Hidup di Indonesia.....	47
Tabel 4.9 Deskriptif Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia.....	49
Tabel 4.10 Deskriptif Rata-Rata Lama Sekolah Usia 15 th ke atas di Indonesia	50
Tabel 4.11 Hasil Uji <i>Likelihood Ratio</i>	51
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial	52
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial Berdasarkan Variabel Signifikan	53
Tabel 4.14 Nilai <i>Akaike's Information Criterion</i>	53
Tabel 4.15 Akurasi Ketepatan Klasifikasi	54
Tabel 4.16 Kondisi Ketahanan Pangan Berdasarkan Energi di Indonesia.....	54

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Penelitian.....	61
Lampiran 2 Pemodelan Regresi Probit Panel.....	66
Lampiran 3 <i>Akaike's Information Criterion</i>	68
Lampiran 4 Ketepatan Klasifikasi.....	68

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak akhir abad ke-20 kondisi pangan dunia sangat memprihatinkan. Hal ini ditandai oleh dominasi negara-negara maju akan produksi pangan yang menyebabkan produksi pangan tidak merata dan meningkatnya kelaparan dan malnutrisi di negara-negara berkembang dan miskin. Setiap tahun, dilaporkan 13 sampai 18 juta orang meninggal yang sebagian besar adalah anak-anak karena kekurangan pangan. Kekurangan pangan yang menimbulkan kelaparan dan malnutrisi sangat berbahaya apabila negara-negara yang sedang berkembang tidak mampu memacu pertumbuhan produksi pangan, sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang begitu cepat (Badan Ketahanan Pangan-Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015).

Salah satu negara berkembang adalah Indonesia. Republik Indonesia merupakan negara di Asia Tenggara yang terletak di garis khatulistiwa dan berada di antara benua Asia dan Australia serta antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Indonesia memiliki luas wilayah yang cukup besar dan kondisi geografis yang berpulau-pulau tersebar menjadi 33 provinsi. Dengan populasi sebesar 237.641.326 jiwa pada tahun 2010 (Badan Pusat Statistik, 2015), Indonesia merupakan negara berpenduduk terbesar keempat di dunia.



Gambar 1.1 Peta Persebaran Provinsi di Indonesia

Selain memiliki populasi besar dan wilayah yang padat, Indonesia memiliki wilayah alam yang mendukung tingkat keanekaragaman hayati terbesar kedua di dunia (Portal Nasional Republik Indonesia, 2015). Berada di jalur khatulistiwa serta memiliki banyak gunung api, menjadikan wilayah daratan Indonesia yang luasnya mencapai 1,9 juta km² sangat subur dan ideal untuk bercocok-tanam. Luas wilayah perairan nusantara pun mencapai 5,8 juta km² dan merupakan rumah bagi 37 persen spesies ikan di dunia. Namun pada kenyataannya, hal ini tidak serta merta membuat pemenuhan kebutuhan pangan penduduk Indonesia menjadi mudah.

Menurut Badan Pusat Statistik (2013) dalam publikasinya yang berjudul Analisis Sosial Ekonomi Petani di Indonesia, berdasarkan Indeks Kelaparan Global yang dirilis oleh IFPRI (*International Food Policy Research Institute*) tahun 2013, Indonesia berada pada peringkat ke-23 dari total 78 negara dengan angka indeks 10,1. Capaian ini masih lebih rendah dari beberapa negara ASEAN seperti Malaysia (peringkat 6), Thailand (peringkat 9), serta Vietnam (peringkat 16). Masalah kelaparan sangat tergantung dari pasokan pangan. Saat ini pasokan pangan masih sangat rentan, sehingga Indonesia masih bergantung pada impor bahan pangan dari negara lain. Dengan demikian, masalah ketahanan pangan juga belum sepenuhnya bisa diatasi.

Sebagai kebutuhan dasar dan salah satu hak asasi manusia, pangan mempunyai arti dan peran yang sangat penting bagi kehidupan suatu bangsa. Ketersediaan pangan yang lebih kecil dibandingkan kebutuhannya dapat menciptakan ketidakstabilan ekonomi. Berbagai gejolak sosial dan politik dapat juga terjadi jika ketahanan pangan terganggu. Kondisi pangan yang kritis ini bahkan dapat membahayakan stabilitas ekonomi dan stabilitas nasional. Kondisi kritis ini bahkan dapat membahayakan stabilitas nasional oleh sebab itu, pemerintah selalu berupaya untuk meningkatkan ketahanan pangan bagi masyarakat, baik dari produksi dalam negeri maupun dengan tambahan impor (Badan Urusan Logistik, 2012).

Di Indonesia, ketahanan pangan menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 di definisikan sebagai kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya

pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan.

Tiga pilar dalam ketahanan pangan yang terdapat dalam definisi tersebut adalah ketersediaan (*availability*), keterjangkauan (*accessibility*) baik secara fisik maupun ekonomi, dan stabilitas (*stability*) yang harus tersedia dan terjangkau setiap saat dan setiap tempat. Ketiga pilar ketahanan pangan tersebut harus dapat terwujud secara bersama-sama dan seimbang. Pilar ketersediaan dapat dipenuhi baik dari hasil produksi dalam negeri maupun dari luar negeri. Pilar keterjangkauan dapat dilihat dari keberadaan pangan yang secara fisik berada di dekat konsumen dengan kemampuan ekonomi konsumen untuk dapat membelinya/memperolehnya. Sedangkan pilar stabilitas dapat dilihat dari kontinuitas pasokan dan stabilitas harga yang dapat diharapkan rumah tangga setiap saat dan di setiap tempat (Badan Urusan Logistik, 2012).

Sementara itu, *World Health Organization* (WHO) mendefinisikan tiga komponen utama ketahanan pangan, yaitu ketersediaan pangan, akses pangan, dan pemanfaatan pangan. Ketersediaan pangan adalah kemampuan memiliki sejumlah pangan yang cukup untuk kebutuhan dasar. Akses pangan adalah kemampuan memiliki sumber daya, secara ekonomi maupun fisik, untuk mendapatkan bahan pangan bernutrisi. Pemanfaatan pangan adalah kemampuan dalam memanfaatkan bahan pangan dengan benar dan tepat secara proporsional. Kemudian, *Food and Agriculture Organization* (FAO) menambahkan komponen keempat, yaitu kestabilan dari ketiga komponen tersebut dalam kurun waktu yang panjang (FAO, 2006).

Penelitian mengenai ketahanan pangan telah dilakukan oleh Rumalean (2011) menggunakan pendekatan *Seemingly Unrelated Regression* (SUR) terhadap ketahanan pangan tingkat rumah tangga di Indonesia, hasilnya nilai koefisien regresi terbesar dihasilkan oleh model terbaik dengan variabel prediktor berupa umur kepala keluarga, umur istri, pendidikan kepala keluarga dan pendidikan istri. Munikah, dkk (2014) melakukan pemodelan *Geographically Weighted Regression* dengan pembobot *Fixed Gaussian Kernel* pada data spasial

dengan mengambil studi kasus ketahanan pangan di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan dan diketahui bahwa terdapat 3 desa dengan kondisi rawan pangan, 2 desa dengan kondisi cukup tahan pangan serta 10 desa dengan kondisi tahan pangan. Sementara itu Nurlatifah (2011) mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, bahwa ketahanan pangan suatu wilayah dipengaruhi oleh produksi padi, rata-rata lama sekolah serta banyaknya pasar dan panjang jalan dengan kualitas baik dan sedang.

Selanjutnya, untuk mengetahui probabilitas pengaruh derajat ketahanan pangan di Indonesia, peneliti menggunakan metode probit data panel dimana variabel respon dibedakan menjadi dua yakni provinsi berstatus tahan pangan sebagai kategori 1 (meliputi tahan pangan dan kurang pangan) serta provinsi rawan pangan (meliputi rentan, maupun rawan pangan) sebagai kategori 0.

Regresi probit adalah metode statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan prediktor, dimana variabel respon yang digunakan berskala kategori, selain regresi logistik. Keduanya termasuk dalam *Generalized Linear Model* atau lebih dikenal dengan GLM (Agresti, 2002). Bedanya adalah, jika regresi logistik menggunakan fungsi logistik atau logit, sedangkan regresi probit menggunakan distribusi normal standar. Regresi probit sangat populer diterapkan pada ekonometrik mikro, dalam analisis *cross section*, ketika residual *error* observasi diasumsikan identik dan independen, biasanya *Maximum Likelihood* (ML) adalah metode estimasi yang dipilih.

Sementara itu, Hsiao (2003) memaparkan bahwa data panel baik untuk mengidentifikasi dan mengukur efek-efek yang tidak dapat dideteksi pada data *cross section* maupun deret waktu saja, selain itu data panel dinilai jauh lebih informatif. Terdapat tiga pendekatan pada data panel yaitu, *pooled data*, *fixed effect* dan *random effect*. Butler dan Moffit (1982) menyatakan bahwa pendekatan *random effect* menekankan pembatasan bahwa korelasi antara error untuk individu yang sama adalah konstan dan mengasumsikan homoskedastisitas pada unit variansnya sehingga peneliti menggunakan pendekatan ini.

Penelitian sebelumnya terhadap probit data panel telah dilakukan oleh Bertschek dan Lechner (1997), memberikan beberapa estimasi untuk probit data panel, demikian pula Harris, Macquarie dan Siouclis (2000); Miranda (2007)

membandingkan beberapa alternatif estimasi untuk model probit panel. Dalam pengaplikasiannya, Suharni (2015) menggunakan probit panel pada rata-rata jumlah anak lahir hidup di propinsi Jawa Timur menghasilkan ketepatan klasifikasi sebesar 70,6%. Sementara itu, Munoz (2009) melakukan penelitian terhadap individu yang bekerja di formal dan informal sektor di Meksiko menggunakan probit data panel hasilnya menyebutkan bahwa faktor gaji/upah menjadi yang paling signifikan pada masyarakat Meksiko dalam mengambil keputusan untuk bekerja di formal atau informal sektor.

Secara umum, pembentukan model pada statistik tersebut melalui tiga tahap, antara lain menentukan estimasi parameter, pengujian hipotesis dan pemilihan model terbaik. Metode estimasi parameter yang digunakan adalah *Maximum Likelihood Estimation*, pengujian hipotesis dilakukan secara serentak dan parsial dengan uji *Likelihood Ratio* dan Uji Wald kemudian pemilihan model terbaik menggunakan kriteria AIC (*Akaike's Information Criterion*).

Uraian tersebut, menjadi dasar peneliti untuk melakukan penelitian terhadap ketahanan pangan di Indonesia pada tahun 2010-2014 dengan variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya, menggunakan pendekatan *random effect* pada regresi probit data panel.

1.2 Rumusan Masalah

Prosedur estimasi parameter regresi probit data panel telah dikemukakan oleh beberapa peneliti dengan beberapa metode yang beragam. Salah satunya adalah dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), sehingga berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana prosedur dalam mengestimasi regresi probit pada data panel dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE)?
2. Bagaimana pemodelan regresi probit data panel pada ketahanan pangan di Indonesia?
3. Bagaimana kondisi ketahanan pangan berdasarkan energi di Indonesia sesuai dengan hasil pemodelan terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian permasalahan sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk sebagai berikut.

1. Mengkaji bentuk estimasi dari regresi probit pada data panel menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).
2. Mendapatkan pemodelan regresi probit data panel terhadap ketahanan pangan berdasarkan konsumsi energi di Indonesia.
3. Mengklasifikasikan kondisi ketahanan pangan berdasarkan konsumsi energi di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Sehingga adapun beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain.

A. Bagi Civitas Akademika

1. Memberikan wawasan ilmu statistika tentang pemodelan untuk data kualitatif khususnya model probit pada data panel.
2. Mengaplikasikan estimasi probit pada data panel ketahanan pangan berbagai provinsi di Indonesia.

B. Bagi Pemerintah

1. Sebagai rekomendasi kebijakan khususnya bagi pemerintah yang terlibat dalam urusan pangan, misalnya Kementan-RI sehingga dapat mengambil langkah strategis guna menangani masalah pangan di Indonesia.
2. Pemerintah dapat mengetahui kondisi empirik mengenai pangan yang tersebar di seluruh provinsi di Indonesia.

C. Bagi Masyarakat

1. Masyarakat dapat mengetahui tentang kondisi ketahanan pangan di wilayahnya.
2. Masyarakat dapat melakukan peran partisipatif guna menjaga ketersediaan pangan di wilayahnya untuk jangka pendek maupun jangka panjang.

1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan fokus permasalahan dan tujuan penelitian, maka penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Data panel yang digunakan merupakan data panel seimbang (*balance panel data*) dengan pendekatan model statis dengan *Random Effect*.
2. Data yang digunakan adalah data ketahanan pangan menurut konsep *World Food Programme* dari 33 Provinsi di Indonesia pada tahun 2010-2014.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan dibahas mengenai berbagai tinjauan pustaka penelitian tentang ketahanan pangan regional ditinjau dari fungsi distribusi yang berkaitan dalam analisis regresi probit, pola hubungan antar variabelnya menggunakan probit data panel kemudian penilaian kesesuaian model dengan kriteria *Akaike's Information Criterion* (AIC) dan ketepatan klasifikasi.

2.1 Ketahanan Pangan

Pangan dalam kehidupan sehari-hari merupakan sumber kalori, protein, vitamin, dan mineral. Pangan dibutuhkan seseorang untuk hidup sehat, aktif dan produktif. Rachman, dkk (1996) dalam Laporan Hasil Penelitian Puslitbang Sosek Pertanian mengartikan ketahanan pangan sebagai tersedianya pangan dalam jumlah dan kualitas yang cukup, terdistribusi dengan harga terjangkau dan aman dikonsumsi bagi masyarakat untuk dapat melakukan aktivitas sehari-hari sepanjang waktu. Dengan definisi demikian, maka ketahanan pangan mencakup tingkat global, nasional, regional hingga tingkat rumah tangga dan individu. Penelitian yang dilakukan oleh Saliem, dkk (2001) menunjukkan bahwa walaupun ketahanan pangan di tingkat nasional dan regional tergolong aman dan terjamin, namun di wilayah tersebut masih ditemukan proporsi rumah tangga rawan pangan yang cukup tinggi.

Salah satu program prioritas pemerintahan adalah kedaulatan pangan yang merupakan bagian dari agenda ke-7 Nawa Cita untuk Indonesia yang menggarisbawahi pentingnya tujuan dari kedaulatan pangan dan peran pemerintah dalam melaksanakan kebijakan dan program untuk memenuhi kebutuhan pangan rakyatnya sekaligus juga meningkatkan kesejahteraan pelaku usaha utama pertanian pangan. Sehingga sejak tahun 2002, Pemerintah Indonesia bekerja sama dengan *World Food Programme* (WFP), menyusun profil geografis yang komprehensif terkait kerawanan pangan dan gizi di seluruh wilayah di Indonesia. Analisis dilakukan secara komprehensif terhadap situasi ketahanan pangan dan gizi yang bersifat multidimensi dari berbagai indikator yang mewakili aspek

utama dari tiga pilar ketahanan pangan yakni, ketersediaan pangan, akses pangan dan pemanfaatan pangan. Kombinasi dari *Consolidated Approach for Reporting Indicators of Food Security (CARI)* telah dinyatakan cukup untuk mengukur suatu kerawanan pangan. Kombinasi ini terdiri dari skor konsumsi pangan dan besarnya pengeluaran makanan terhadap pengeluaran total (WFP, 2015). *CARI console* menggunakan asupan kalori sebagai masukan untuk mengevaluasi kerawanan pangan. Adapun perhitungan skor konsumsi pangan dan pangsa pengeluaran makanan menurut WFP sebagai berikut.

Tabel 2.1 Komponen Indikator Ketahanan Pangan CARI

Indikator	Tahan Pangan	Tahan Pangan	Rawan Pangan	Rawan Pangan
	(1)	Marginal	Sedang	Parah
		(2)	(3)	(4)
Konsumsi Energi (Kkal/kapita/hari)	Kkal/kapita/hari ≥ 2100	Kkal/kapita/hari < 2100 dan Kkal/kapita/hari \geq mean	Kkal/kapita/hari < mean dan Kkal/kapita/hari \geq MDER	Kkal/kapita/hari < MDER
Pangsa Pengeluaran Makanan	< 50%	50% - < 65%	65% - < 75%	$\geq 75\%$

Sumber : World Food Programme, 2015

Nilai *Minimum Daily Energy Requirement (MDER)* Indonesia adalah sebesar 1820 Kkal/kapita/hari. Sementara pangsa pengeluaran pangan dihitung dari besarnya pengeluaran pangan dibagi pengeluaran total. Berdasarkan kedua indikator tersebut, diperoleh prevalensi akhir dari status ketahanan pangan sebagai berikut. Tabel 2.2 ini menggambarkan kelompok klasifikasi ketahanan pangan yang berbeda, dan menarik garis antara 'tahan pangan' dan 'tidak tahan/rawan pangan', dimana setelah status ketahanan pangan secara keseluruhan dilaporkan, penting untuk menjelaskan faktor-faktor yang memberikan kontribusi untuk masing-masing klasifikasi menggunakan variabel prediktor mengacu pada indikator yang digunakan oleh Badan Pusat Statistik dan Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian RI.

Tabel 2.2 Prevalensi Akhir

Tahan Pangan (1)	Mampu memenuhi kebutuhan makanan dan non-makanan tanpa hambatan	Tahan Pangan
Rentan Pangan (2)	Memiliki konsumsi pangan minimal memadai namun tidak terlalu mampu dalam pengeluaran non-makanan	
Kurang Pangan (3)	Memiliki kesenjangan konsumsi pangan yang signifikan atau sedikit mampu memenuhi kebutuhan pangan	Rawan Pangan
Rawan Pangan (4)	Memiliki kesenjangan konsumsi pangan yang ekstrim atau lebih buruk lagi	

Sumber : *World Food Programme, 2015*

Berdasarkan tabel tersebut, tahan pangan didefinisikan oleh mampunya pemenuhan kebutuhan makanan dan non-makanan atau konsumsi pangan memadai namun tidak terlalu mampu dalam pengeluaran non-makanan. Sementara rawan pangan meliputi keadaan dimana terdapat kesenjangan konsumsi pangan yang signifikan atau lebih buruk lagi. Adapun berbagai variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yang sekaligus diduga berpengaruh terhadap ketahanan pangan di suatu daerah antara lain sebagai berikut,

1. Persentase Penduduk Miskin

Persentase penduduk miskin dinyatakan dalam Head Count Index (HCI- P_0), adalah persentase penduduk yang berada dibawah Garis Kemiskinan (GK). Garis Kemiskinan (GK) merupakan penjumlahan dari Garis Kemiskinan Makanan (GKM) dan Garis Kemiskinan Non Makanan (GKNM). Penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran perkapita per bulan dibawah Garis Kemiskinan dikategorikan sebagai penduduk miskin.

Untuk mengukur kemiskinan, BPS (2015) menggunakan konsep kemampuan memenuhi kebutuhan dasar (basic needs approach). Dengan pendekatan ini, kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran. Jadi, penduduk miskin adalah penduduk yang memiliki rata-rata

pengeluaran perkapita perbulan dibawah garis kemiskinan. Adapun rumus `perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$P_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^q \left[\frac{z - y_i}{z} \right] \quad (2.1)$$

Dimana,

z : garis kemiskinan

y_i : rata-rata pengeluaran per kapita sebulan penduduk di bawah GK

q : banyaknya penduduk dibawah garis kemiskinan

n : jumlah penduduk

2. Persentase Rumah Tangga yang Membeli Beras Miskin (Raskin)

Beras miskin atau raskin merupakan subsidi pangan dalam bentuk beras yang diperuntukkan bagi rumahtangga berpenghasilan rendah sebagai upaya dari pemerintah meningkatkan ketahananpangan dan memberikan perlindungan sosial pada rumah tangga sasaran (Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan, 2015).

Pemerintah melalui Badan Urusan Logistik (Bulog) melaksanakan program pengadaan beras murah atau beras miskin (raskin) yang ditujukan bagi masyarakat miskin agar tercukupi kebutuhan pangannya. Rumah tangga yang berhak menerima raskin adalah rumah tangga yang terdapat dalam data yang diterbitkan Data Terpadu hasil Pendataan Program Perlindungan Sosial (PPLS) 2011 yang dikelola oleh Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan (TNP2K) dan disahkan oleh Kemenko Kesra RI.

Daftar rumah tangga sasaran penerima manfaat (RTS-PM) program raskin ditetapkan dengan cara sebagai berikut.

- a. Penetapan RTS-PM Program Raskin, sejak periode Juni-Desember 2012, didasarkan pada Basis Data Terpadu untuk Program Perlindungan Sosial.
- b. Basis Data Terpadu berisikan sekitar 25 juta rumah tangga dengan kondisi sosial ekonomi terendah dirinci menurut nama dan alamat. Sumber utama Basis Data Terpadu adalah Pendataan Program Perlindungan Sosial tahun 2011 (PPLS 2011) yang dilaksanakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) dan diserahkan kepada Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan (TNP2K).

- c. Semua rumah tangga yang masuk dalam Basis Data Terpadu diperingkat berdasarkan status kesejahteraannya dengan menggunakan metode indeks kesejahteraan yang obyektif dan spesifik untuk setiap kabupaten/kota.
- d. Sesuai dengan pagu nasional Raskin yang telah ditetapkan untuk tahun 2012 dan tahun 2013, TNP2K mengidentifikasi masing-masing sekitar 17,5 juta dan 15,5 juta rumah tangga yang paling rendah tingkat kesejahteraannya dari Basis Data Terpadu. Dengan demikian mereka yang didata pada PPLS 2011 tidak serta merta menjadi RTS-PM.
- e. Pagu Raskin per provinsi, kabupaten/kota, kecamatan, dan desa/kelurahan mengacu pada sebaran jumlah RTS-PM yang termasuk dalam 17,5 juta (2012) dan 15,5 juta (2013) rumah tangga yang paling rendah tingkat kesejahteraannya dari Basis Data Terpadu sebagaimana dijelaskan di atas.
- f. TNP2K menyerahkan data pagu daerah beserta nama dan alamat RTS-PM Raskin Juni-Desember 2012 dan RTS-PM Raskin 2013 kepada Tim Koordinasi Raskin Pusat.
- g. Deputi Menko Kesra Bidang Koordinasi Perlindungan Sosial dan Perumahan Rakyat selaku Ketua Pelaksana Tim Koordinasi Raskin Pusat menetapkan pagu Raskin provinsi dan jumlah RTS kabupaten/kota berdasarkan data dari TNP2K.

3. Angka Melek Huruf (AMH)

Angka melek huruf adalah kemampuan masyarakat dalam membaca dan menulis sebagai dasar untuk memperluas akses informasi, menambah pengetahuan dan ketrampilan, memudahkan komunikasi, serta mempromosikan pemahaman yang lebih baik sehingga penduduk tersebut mampu meningkatkan kualitas dan kesejahteraan hidup diri, keluarga, maupun negaranya diberbagai bidang kehidupan. Angka melek huruf ini dapat digunakan untuk mengevaluasi program pemberantasan kemiskinan, program pembangunan di bidang kesehatan dan program pembangunan manusia lainnya.

Angka Melek Huruf dinyatakan dalam proporsi penduduk berusia 15 tahun ke atas yang memiliki kemampuan membaca dan menulis kalimat sederhana dalam huruf latin, huruf arab, dan huruf lainnya (seperti huruf jawa,

kanji, dll) terhadap penduduk usia 15 tahun ke atas (Sirusa BPS, 2015) dengan perhitungan sebagai berikut.

$$AMH = \frac{\text{Jumlah penduduk 15th ke atas yang dapat membaca dan menulis}}{\text{Jumlah penduduk usia 15th ke atas}} \times 100\% \quad (2.2)$$

4. Persentase Rumah Tangga dengan Air Minum Layak

Air minum yang berkualitas (layak) adalah air minum yang terlindung meliputi air ledeng (keran), keran umum, hydrant umum, terminal air, penampungan air hujan (PAH) atau mata air dan sumur terlindung, sumur bor atau sumur pompa, yang jaraknya minimal 10 m eter dari pembuangan kotoran, penampungan limbah dan pembuangan sampah. Tidak termasuk air kemasan, air dari penjual keliling, air yang dijual melalui tanki, air sumur dan mata air tidak terlindung. Proporsi rumah tangga dengan akses berkelanjutan terhadap air minum layak adalah perbandingan antara rumah tangga dengan akses terhadap sumber air minum berkualitas (layak) dengan rumah tangga seluruhnya, dinyatakan dalam persentase. Rumus perhitungannya menurut Sirusa BPS (2015), sebagai berikut.

$$\text{Persentase Fasilitas Air Minum} = \frac{a}{b} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dengan :

a : banyaknya rumah tangga dengan akses terhadap sumber air minum berkualitas

b : jumlah rumah tangga

Indikator ini digunakan untuk memantau akses penduduk terhadap sumber air berkualitas berdasarkan asumsi bahwa sumber air berkualitas menyediakan air yang aman untuk diminum bagi masyarakat.

5. Persentase Rumah Tangga Tanpa Akses Listrik

Listrik merupakan sumber penerangan yang lebih baik dibandingkan dengan jenis penerangan lainnya, karena listrik lebih praktis dan modern, serta tidak menimbulkan polusi. Rumah tangga yang menggunakan listrik dianggap mempunyai tingkat kesejahteraan yang lebih baik. Hasil Susenas 2014 menunjukkan bahwa penggunaan listrik baik PLN maupun non P LN sudah hampir merata di seluruh provinsi, kecuali Papua dan Nusa Tenggara Timur. Bagi

daerah-daerah tanpa akses listrik, masyarakat masih menggunakan minyak tanah untuk penerangan mereka.

6. Angka Harapan Hidup (AHH)

Angka Harapan Hidup menurut definisi Badan Pusat Statistik adalah rata-rata banyak tahun yang dapat ditempuh oleh seseorang terhitung sejak lahir. Angka harapan hidup mencerminkan derajat kesehatan suatu masyarakat pada khususnya dan derajat kesejahteraan masyarakat pada umumnya. BPS (2015) menyatakan bahwa angka harapan hidup negara berkembang lebih rendah dibandingkan dengan di negara maju.

Idealnya angka harapan hidup dihitung berdasarkan angka kematian menurut umur (*Age Spesific Death Rate/ASDR*) yang diperoleh dari catatan registrasi kematian setiap tahun, namun karena sistem registrasi penduduk belum berjalan dengan baik, maka perhitungan dilakukan dengan cara tidak langsung menggunakan paket program *Micro Computer Program for Demographic Analysis* (MCPDA) atau *Mortpack*.

7. Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)

Berbagai permasalahan di bidang ketenagakerjaan selalu menjadi salah satu perhatian pemerintah, permasalahan tersebut diantaranya tingginya tingkat pengangguran, rendahnya perluasan kesempatan kerja yang terbuka, rendahnya kompetensi dan produktivitas tenaga kerja, dan sebagainya. Data dan informasi ketenagakerjaan sangat penting bagi penyusunan kebijakan, strategi dan program ketenagakerjaan dalam rangka pembangunan nasional dan pemecahan masalah ketenagakerjaan khususnya, dan dapat mencerminkan tingkat pencapaian pembangunan yang telah dilaksanakan pada umumnya.

Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) dan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) merupakan indikator ketenagakerjaan yang penting dalam analisis mengukur pencapaian hasil pembangunan. TPAK sering digunakan untuk mengukur besarnya jumlah angkatan kerja, indikator ini merupakan rasio antara jumlah angkatan kerja dengan jumlah penduduk usia kerja (usia produktif 15 tahun ke atas). Selain TPAK, dalam analisis angkatan kerja juga dikenal indikator

yang biasa digunakan untuk mengukur pengangguran yaitu Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). Pengangguran terbuka didefinisikan sebagai orang yang sedang mencari pekerjaan atau yang sedang mempersiapkan usaha atau juga yang tidak mencari pekerjaan karena merasa tidak mungkin lagi mendapatkan pekerjaan, termasuk juga mereka yang baru mendapat kerja tetapi belum mulai bekerja. Pengangguran terbuka tidak termasuk orang yang masih sekolah atau mengurus rumah tangga, sehingga hanya orang yang termasuk angkatan kerja saja yang merupakan pengangguran terbuka. TPT dapat mencerminkan besarnya jumlah penduduk dalam kategori usia kerja yang termasuk dalam pengangguran. Besarnya persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja tersebut dapat dihitung melalui rumus berikut.

$$TPT = \frac{\text{Jumlah Pengangguran}}{\text{Jumlah Angkatan Kerja}} \times 100\% \quad (2.4)$$

8. Rata-rata Lama Sekolah Usia 15 Tahun ke atas

Rata-rata lama sekolah (*mean years of schooling*) menunjukkan rata-rata jumlah tahun efektif untuk bersekolah yang dicapai penduduk. Jumlah tahun efektif adalah jumlah tahun standar yang harus dijalani oleh seseorang untuk menamatkan suatu jenjang pendidikan, misalnya tamat SD adalah 6 tahun, tamat SMP adalah 9 tahun, dan seterusnya. Penghitungan lama sekolah dilakukan tanpa memperhatikan apakah seseorang menamatkan sekolah lebih cepat atau lebih lama dari waktu yang telah ditetapkan.

Rata-rata lama sekolah merupakan rata-rata jumlah tahun yang dihabiskan oleh penduduk usia 15 tahun ke atas yang telah diselesaikan dalam pendidikan formal (tidak termasuk tahun yang mengulang), rumus perhitungannya menurut Sirusa BPS (2015) adalah sebagai berikut.

$$MYS = \frac{1}{P_{15+}} \sum_{i=1}^{P_{15+}} (\text{Lama sekolah penduduk ke-}i) \quad (2.5)$$

Dengan :

P_{15+} = jumlah penduduk 15 tahun ke atas

Lama sekolah penduduk ke- i dibagi menjadi,

- a. tidak pernah sekolah = 0
- b. masih sekolah (SD-S1) = konversi ijazah terakhir + kelas terakhir – 1
- c. masih sekolah (S2/S3) = konversi ijazah terakhir + 1
- d. tidak sekolah lagi dan tamat di kelas terakhir = konversi ijazah terakhir

Batas minimum dan maksimum untuk rata-rata lama sekolah menurut standar UNDP adalah 0 dan 13,1 sedangkan menurut BPS adalah 0 dan 15 (BPS, 2015).

Berdasarkan Renstra Kemdikbud tahun 2009-2014, disebutkan bahwa salah satu sasaran pencapaian pembangunan pendidikan adalah rata-rata lama sekolah sekurang-kurangnya 8,25 tahun dapat dicapai pada tahun (Statistik Pendidikan BPS, 2014).

2.2 Distribusi Normal

Distribusi normal diperkenalkan oleh Abraham de Moivre pada tahun 1733 sebagai pendekatan distribusi binomial dengan n besar. Distribusi ini merupakan distribusi probabilitas yang paling umum digunakan dalam analisis statistika dimana memiliki dua parameter yaitu mean (μ) dan varian (σ^2) dengan kurva PDF (*Probability Density Function*) berbentuk simetris seperti lonceng. Adapun PDF untuk $Y \sim N(\mu, \sigma^2)$ sebagai berikut.

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \text{ untuk } -\infty < y < \infty \quad (2.6)$$

Maka fungsi distribusi kumulatif (*Cumulative Distribution Function/ CDF*) adalah sebagai berikut.

$$P(Y \leq y) = F(y) = \int_{-\infty}^y \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2\right] dt \quad (2.7)$$

Dimana distribusi normal standar adalah distribusi normal dengan $\mu = 0$ dan $\sigma^2 = 1$, sehingga fungsi kepadatan probabilitas atau PDF distribusi normal standar $Z \sim N(0,1)$ adalah sebagai berikut.

$$\phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}z^2\right) \text{ untuk } -\infty < z < \infty \quad (2.8)$$

Berdasarkan persamaan tersebut maka persamaan fungsi distribusi kumulatif atau CDF normal standar adalah sebagai berikut.

$$\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}t^2\right) dt \quad (2.9)$$

2.3 Distribusi Binomial

Distribusi binomial merupakan distribusi probabilitas jumlah kejadian sukses dengan n percobaan dengan kemungkinan sukses/gagal (ya/tidak) yang bersifat independen atau saling bebas. Distribusi binomial seringkali disebut sebagai n kali distribusi bernoulli. Probabilitas sukses pada setiap percobaan dinotasikan dalam p . Fungsi kepadatan probabilitas distribusi binomial adalah sebagai berikut.

$$f(y) = \binom{n}{y} p^y (1-p)^{n-y}, y = 0, 1, 2, \dots, n \quad (2.10)$$

Dimana :

y = banyaknya kejadian sukses pada n percobaan

n = banyaknya percobaan

p = probabilitas sukses dalam setiap percobaan

Distribusi probabilitas binomial dinotasikan dalam bentuk $B(n, p)$. Adapun *mean* dan *varian* dari distribusi binomial adalah $E(Y) = np$ dan $\text{var}(Y) = np(1-p)$.

2.4 Model Regresi Probit

Probability Unit atau lebih dikenal dengan regresi probit, merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel prediktor terhadap variabel respon lebih dari satu kategori dengan menggunakan fungsi distribusi normal (*Normal Distribution Function*). Model probit merupakan salah satu pemodelan statistik dengan variabel respon kualitatif berkategori (Ratnasari, 2012). Jika variabel respon kualitatif tersebut mempunyai dua kategori maka model tersebut adalah model probit biner. Misalkan variabel respon Y merupakan variabel respon kualitatif teramati yang mempunyai dua

kategori. Variabel respon Y diasumsikan berasal dari variabel Y^* . Variabel respon kualitatif Y berasal dari variabel respon yang tidak teramati Y^* yaitu,

$$y^* = \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X} + \varepsilon \quad (2.11)$$

Dimana y^* merupakan variabel respon, parameter $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor koefisien parameter dengan $\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \beta_1 \dots \beta_p]^T$ berukuran $(p+1) \times 1$ dan variabel \mathbf{X} adalah variabel prediktor dengan $\mathbf{x} = [1 x_1 \dots x_p]^T$ berukuran $(p+1) \times 1$ dan p adalah banyaknya variabel prediktor. Sedangkan ε adalah *error* yang diasumsikan berdistribusi normal dengan mean 0 dan varians 1.

Variabel y^* berdistribusi normal dengan mean $\boldsymbol{\beta}^T \mathbf{x}$ dan varians 1, memiliki fungsi distribusi probabilitas sebagai berikut.

$$f(y^*) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} (y^* - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{x})^2 \right] \quad (2.12)$$

Pembentukan kategori pada variabel respon Y dengan memberikan *threshold* tertentu misalnya γ ,

$$Y = 0 \text{ jika } y^* \leq \gamma$$

$$Y = 1 \text{ jika } y^* > \gamma$$

Probabilitas untuk $Y = 0$ atau $P(Y=0)$ adalah probabilitas gagal atau $q(\mathbf{x})$

$$P(Y = 0) = P(Y^* \leq \gamma)$$

$$P(\boldsymbol{\beta}^T \mathbf{x} + \varepsilon \leq \gamma) = P(\varepsilon \leq \gamma - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{x}) \quad (2.13)$$

$$= \Phi(\gamma - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{x}) = q(\mathbf{x})$$

Dan probabilitas untuk $Y = 1$ atau $P(Y=1)$ adalah probabilitas gagal atau $p(\mathbf{x})$

$$P(Y = 1) = P(Y^* > \gamma) = 1 - P(Y^* \leq \gamma)$$

$$= 1 - P(\varepsilon \leq \gamma - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{x}) \quad (2.14)$$

$$= 1 - \Phi(\gamma - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{x}) = 1 - q(\mathbf{x}) = p(\mathbf{x})$$

2.4.1 Estimasi Parameter Model Regresi Probit

Karena pada model regresi probit distribusinya diketahui, maka metode penaksiran parameter yang digunakan untuk analisis regresi probit adalah *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Penaksiran parameter regresi probit ini,

diawali dengan membuat fungsi likelihoodnya terlebih dahulu. Jika diberikan Y_1, Y_2, \dots, Y_n sebagai variabel random yang saling independen dari populasi dengan distribusi $p(Y, \theta)$, dimana $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$ adalah parameter yang akan ditaksir, maka fungsi likelihood $L(\theta|y) = L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | y_1, y_2, \dots, y_n)$ (2.15)

(Casella dan Berger, 2002)

Untuk mendapatkan parameter θ , fungsi *likelihood* di ln-kan, kemudian memaksimumkan fungsi *likelihood* dengan menurunkan ln $L(\theta|y)$ terhadap parameter lalu disamakan dengan nol. Jika hasil yang diperoleh tidak *close form*, maka penyelesaian selanjutnya menggunakan iterasi *Newton-Raphson*.

2.5 Data Panel

Data panel pertama kali diperkenalkan oleh Holwes pada tahun 1950. Data panel di dalam makroekonomi telah menjadi populer sejak beberapa dekade terakhir. Ide dari kumpulan data panel adalah adanya *cross-section* di tiap unit pengamatan. Jadi, data panel berisi pengamatan pada beberapa fenomena yang diamati selama beberapa periode tertentu (Akbar, Imdadullah, Ullah dan Aslam, 2011). Dengan kata lain, data panel merupakan sekumpulan data hasil pengamatan unit *cross-section* yang sama yang diamati pada beberapa periode tertentu. Data panel terdiri dari dua jenis, yakni data panel seimbang (*balance panel data*) dimana terdapat jumlah pengamatan yang sama untuk setiap individu, dan data panel tidak seimbang (*unbalance panel data*), tidak mengandung jumlah pengamatan yang sama untuk setiap individu.

Pengamatan pada data panel dilakukan terhadap n subjek yang saling bebas/ independen dan tiap subjek diamati secara berulang dikurun waktu yang beda. Diberikan data panel (x_{ijt}, y_{it}) , $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, p; t = 1, 2, \dots, T_i$ dimana x_{ijt} adalah subjek ke- i pada prediktor ke- j dan pengamatan ke- t , kemudian y_{it} menyatakan variabel respon yang diukur pada objek ke- i dan waktu pengamatan ke- t . Sedangkan T_i merupakan banyaknya pengamatan pada subjek ke- i dan n adalah banyaknya subjek pengamatan serta p adalah jumlah variabel prediktor.

2.6 Model Regresi Probit Data Panel *Random Effect*

Model regresi probit data panel merupakan pengembangan dari model regresi probit, dimana variabel respon terdiri dari dua kategori dan data yang dianalisis berupa data panel. Model regresi probit data panel dinyatakan dengan,

$$y_{it}^* = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + u_i + v_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N ; t = 1, 2, \dots, T \quad (2.16)$$

$$\varepsilon_{it} = u_i + v_{it}$$

$$y_{it} = \begin{cases} 1 & \text{jika } y_{it}^* > \gamma \\ 0 & \text{jika } y_{it}^* \leq \gamma \end{cases}$$

Dimana y_{it} adalah pengamatan untuk data ke- i di waktu ke- t , \mathbf{x}_{it} merupakan vektor berukuran $1 \times p$ pada variabel prediktor $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor $p \times 1$ untuk koefisien parameter. u_i adalah efek individu yang tidak teramati dan v_{it} adalah random error. Pada probit panel, error tersebut diasumsikan bersifat independen dan berdistribusi normal standar (Harris, Macquarie dan Siouclis 2000).

Model *random effect* mengasumsikan homoskedastisitas pada unit varians (Butler dan Moffit, 1982). Model ini menekankan pembatasan bahwa korelasi antara error untuk individu yang sama adalah konstan, model ini pertama kali digunakan oleh Heckman (1979). Adapun model *random effect* pada (2.16) terdapat error gabungan ε_{it} terdiri dari u_{it} dan v_{it} , dimana u_{it} dan v_{it} merupakan variabel random independen dengan,

$$E[v_{it} | \mathbf{X}] = 0; Cov[v_{it}, v_{js} | \mathbf{X}] = Var[v_{it} | \mathbf{X}] = 1 \text{ jika } i = j \text{ dan } t = s; 0 \text{ untuk lainnya}$$

$$E[u_i | \mathbf{X}] = 0; Cov[u_i, u_j | \mathbf{X}] = Var[u_i | \mathbf{X}] = \sigma_u^2 \text{ jika } i = j ; 0 \text{ untuk lainnya}$$

$Cov[v_{it}, u_j | \mathbf{X}] = 0$ untuk semua i, j, t dan \mathbf{X} merupakan data variabel prediktor \mathbf{x}_{it} untuk semua i dan t . Kemudian korelasi antara i adalah konstan dengan,

$$E[\varepsilon_{it} | \mathbf{X}] = 0, Var[\varepsilon_{it} | \mathbf{X}] = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 = 1 + \sigma_u^2, Corr[\varepsilon_{it}, \varepsilon_{is} | \mathbf{X}] = \rho = \frac{\sigma_u^2}{1 + \sigma_u^2} \quad (2.17)$$

Sehingga diperoleh parameter bebas yang baru yaitu $\sigma_u^2 = \rho / (1 - \rho)$, ρ adalah korelasi antar error pada individu yang sama (Greene, 2012).

Harris, et.al (2000) berpendapat bahwa untuk mendapatkan estimator yang konsisten dan efisien, maka estimator yang digunakan adalah *Maximum*

Likelihood Estimation (MLE) pada fungsi log likelihood. Fungsi likelihood pada unit ke- i adalah sebagai berikut.

$$L_i = P(y_{i1}, \dots, y_{iT_i} | X) = \int_{L_{T_i}}^{U_{T_i}} \dots \int_{L_{T_i}}^{U_{T_i}} f(\varepsilon_{i1}, \dots, \varepsilon_{iT_i}) d\varepsilon_{i1}, \dots, d\varepsilon_{iT_i} \quad (2.18)$$

$(L_i, U_i) = (-\infty, -x'_{it})$ jika $y_{it} = 0$ dan $(-x'_{it}\beta + \infty)$ jika $y_{it} = 1$ lalu $f(\cdot)$ merupakan fungsi kepadatan normal, sesuai dengan sifat khusus pada model *random effect* yakni dapat disederhanakan, sehingga densitas gabungan pada v_{it} dapat diperoleh dengan mengintegrasikan u_i pada kepadatan bersama $(\varepsilon_{i1}, \dots, \varepsilon_{iT_i}, u_i)$.

Random effect MLE pada β dan σ_v^2 memaksimalkan log-likelihood seperti pada persamaan sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^N \ln f(y_{it} | x_{it}, \beta, \sigma_u^2) = \sum_{i=1}^N \ln \int_{-\infty}^{\infty} f(y_i | x_i, u_i, \beta) \frac{1}{\sigma_u \sqrt{2\pi}} e^{-u_i^2/2\sigma_u^2} du_i \quad (2.19)$$

Untuk menyelesaikan persamaan tersebut digunakan metode numerik. Butler dan Moffit (1982) juga mengusulkan untuk menggunakan *Gaussian Quadrature* formula yang digunakan merupakan integrasi dari *Gauss Hermite*, dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\int_{-\infty}^{\infty} g(w_i) \exp(-w_i^2) dw_i \approx \sum_{m=1}^M w_m^* g(a_m^*) \quad (2.20)$$

Dimana $g(w_i)$ *evaluation point* dari w_i , M adalah banyaknya *evaluation* dari kuadratur *point*, w_m^* merupakan bobot *quadrature* yang diberikan oleh titik ke- m dan a_m^* adalah titik node/absis dari *quadrature*, hasil yang tidak *close form* pada integral menyebabkan penyelesaian selanjutnya menggunakan iterasi *Newton-Raphson*.

2.7.1 Metode *Gauss-Hermite Quadrature*

Metode *Gauss-Hermite Quadrature* merupakan metode pendekatan integral pada fungsi lain yang memiliki bentuk densitas normal. Pendekatan ini adalah jumlah bobot yang menaksir fungsi pada titik tertentu (Agresti, 2002). Dengan *Gauss-Hermite Quadrature*, bentuk integral akan ditaksir dengan persamaan 2.15, dengan :

M adalah banyaknya *quadrature point*

w_m^* adalah bobot *quadrature* yang diberikan oleh titik ke- m

a_m^* adalah absis dari *quadrature* yaitu akar ke- i dari *Hermite poynomial* ($H_M(a^*)$)

,yang didefinisikan sebagai $H_M(a^*) = (-1)^M e^{-x^2/2} \frac{d^M}{dx^M} (e^{-x^2/2})$ atau disederhanakan menjadi :

$$H_M(a^*) = (-1)^M e^{-x^2} \frac{d^M}{dx^M} (e^{-x^2}) \quad (2.21)$$

Dalam dimensi lebih tinggi, formula *Gauss-Hermite Quadrature* dibangun dengan membentuk suatu *grid* dari titik-titik *quadrature* dan bobot-bobotnya. Bobot yang bersesuaian untuk setiap *quadrature point* tersebut adalah $w_{m_1}, w_{m_2}, \dots, w_{m_d}$ sehingga, integral dengan d -dimensi memerlukan fungsi evaluasi sebanyak n^d .

2.7 Pengujian Parameter Model Regresi Probit Data Panel

Pengujian parameter ini dilakukan untuk menguji signifikansi dari pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon di dalam model. Terdapat dua pengujian yang dilakukan yakni, uji serentak dan uji parsial pada regresi probit, adapun uraiannya antara lain.

2.7.1 Uji Serentak

Uji serentak digunakan untuk menguji pengaruh koefisien β secara keseluruhan dalam model atau dengan kata lain, digunakan untuk menguji parameter secara bersama-sama. Hipotesisnya adalah :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_p \neq 0 (p = 1, 2, \dots, k)$$

Statistik Uji menggunakan *likelihood ratio* (G^2) sebagai berikut.

$$G^2 = -2 \ln \left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] \quad (2.22)$$

Keterangan :

$L(\hat{\omega}) = \text{Maximum likelihood}$ ketika parameter di bawah H_0

$L(\hat{\Omega}) = \text{Maximum likelihood}$ ketika parameter di bawah populasi

Statistik uji ini mengikuti sebaran distribusi *Chi-square* (χ^2) dengan derajat bebas k (banyaknya variabel prediktor), sehingga akan tolak H_0 jika nilai $G^2 > \chi^2_{(k;\alpha)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ yang artinya variabel prediktor secara bersama-sama mempengaruhi variabel respon.

2.7.2 Uji Parsial

Uji parsial digunakan untuk menguji signifikansi masing-masing parameter, apakah suatu variabel prediktor berpengaruh signifikan untuk dimasukkan ke dalam model atau tidak. Uji parsial ini biasa disebut uji *Wald* (W) atau *Wald test*. Uji *Wald* diperoleh dari membandingkan taksiran β dengan taksiran standar errornya dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_p = 0$$

$$H_1 : \beta_p \neq 0, p = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji :

$$W = \left[\frac{\hat{\beta}_p}{SE(\hat{\beta}_p)} \right] \quad (2.23)$$

$\hat{\beta}_p$ adalah penaksir β_p dan $SE(\hat{\beta}_p)$ adalah penaksir galat baku β_p , nilai uji *Wald* mengikuti sebaran χ^2 dengan derajat bebas 1. Tolak H_0 jika $|W_{hitung}| > \chi^2_{(1;\alpha)}$ atau $p_{value} < \alpha$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel prediktor berpengaruh pada variabel respon.

2.8 Kriteria Pemilihan Model Terbaik

Pemodelan merupakan proses yang sangat berguna, baik untuk prediksi yang diamati di masa depan dan juga untuk menggambarkan hubungan antara faktor-faktor (Christensen, 1990). Kriteria pemilihan model menjadi lebih penting ketika berhadapan dengan tabel yang memiliki banyak faktor. Kriteria pemilihan model terbaik untuk fungsi *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yang

berfungsi untuk menjelaskan hubungan antara faktor-faktor tersebut terhadap variabel respon adalah metode *Akaike's Information Criterion* (AIC).

2.8.1 Akaike's Information Criterion (AIC)

Akaike's Information Criterion (AIC) bermula ketika Akaike (1973) dalam Christensen (1990) mengusulkan kriteria informasi yang terkandung dalam model statistik, dimana pemilihan model terbaik berdasarkan kriteria AIC dilakukan dengan memilih model dengan nilai AIC terkecil. Hal ini dikarenakan besarnya nilai AIC berbanding lurus dengan nilai devians model, semakin kecil nilai devians maka akan semakin kecil pula tingkat kesalahan yang dihasilkan oleh model dengan kata lain model yang diperoleh semakin tepat. Nilai AIC diperoleh dari :

$$AIC(p) = -2 \frac{\ln L(P)}{n} + 2 \frac{p}{n} \quad (2.24)$$

Dimana :

$\ln L(P)$ = *maximum likelihood* dengan k variabel prediktor

p = banyaknya parameter β dengan $p = 1, 2, \dots, k$

n = ukuran sampel

2.9 Ketepatan Klasifikasi

Menurut Johnson and Winchern (1992), ketepatan klasifikasi ialah suatu evaluasi untuk melihat probabilitas kesalahan klasifikasi yang dilakukan oleh suatu fungsi klasifikasi. Tabel 2.1 menunjukkan klasifikasi silang yang digunakan pada model regresi dengan variabel respon yang bersifat kategori. Selain itu, akurasi data dapat diperoleh dengan nilai *sensitivity* dan *specificity* dari 4 kategori, yaitu *True Positive*, *False Positive*, *True Negative* dan *False Negative* (Agresti, 2007). Dalam penelitian ini, *sensitivity* merupakan besarnya akurasi pada data rawan pangan yang dikategorikan benar/ positif, sedangkan *specificity* merupakan besarnya akurasi pada data tahan pangan yang dikategorikan negatif, dengan kata lain : $Sensitivity = P(Y = 0 | X = 0)$, $Specificity = P(Y = 1 | X = 1)$

Tabel 2.3 Ketepatan Klasifikasi

Hasil Observasi	Prediksi	
	y_1	y_2
y_1	n_{11} (TP)	n_{12} (FP)
y_2	n_{21} (FN)	n_{22} (TN)

Keterangan :

y_i : variabel respon, ($i = 1, 2, \dots$)

$n_{ij} (i=j)$: jumlah subjek dari y_i yang tepat diklasifikasikan sebagai y_i

$n_{ij} (i \neq j)$: jumlah subjek dari y_i yang salah diklasifikasikan sebagai y_i

Nilai ketepatan klasifikasi diperoleh dengan membandingkan nilai prediksi yang benar dari model dengan nilai observasi yang sebenarnya, dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{n_{11} + n_{22}}{n} \times 100\% \quad (2.25)$$

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{(TP + FN)} \times 100\% \quad (2.26)$$

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{(TN + FP)} \times 100\% \quad (2.27)$$

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab 3 ini akan diuraikan mengenai sumber data, variabel penelitian yang digunakan serta langkah analisis sebagai berikut.

3.1 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder mengenai ketahanan pangan di Indonesia tahun 2010 hingga tahun 2014 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik, Badan Ketahanan Pangan-Kementerian Pertanian Republik Indonesia dan *World Food Programme* (WFP). Unit penelitian yang digunakan adalah 33 Provinsi di Indonesia.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari konsep indikator ketahanan pangan menurut Badan Pusat Statistik dan Badan Ketahanan Pangan, dimana variabel prediktor ini telah digunakan pada penelitian sebelumnya menggunakan metode *Seemingly Unrelated Regression*, *Geographically Weighted Regression* dengan pembobot *Fixed Gaussian Kernel*. Variabel penelitian terdiri dari variabel respon/dependen (Y) berbentuk kategorik dan variabel prediktor/independen (X) yang diduga mempengaruhi ketahanan pangan suatu wilayah. Adapun variabel yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Kode	Keterangan	Skala/Kategori
Y	Kecukupan energi	1 : Cukup 0 : Kurang
X ₁	Persentase penduduk miskin	Rasio
X ₂	Persentase rumah tangga yang membeli beras miskin (raskin)	Rasio
X ₃	Angka Melek Huruf (AMH)	Rasio
X ₄	Persentase rumah tangga dengan air minum layak	Rasio
X ₅	Persentase rumah tangga tanpa akses listrik	Rasio
X ₆	Angka Harapan Hidup (AHH)	Rasio
X ₇	Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)	Rasio
X ₈	Rata-rata lama sekolah usia 15 tahun keatas	Rasio

Model regresi pada data panel memiliki dua indeks, yaitu i dan t . Dalam penelitian ini, indeks i menyatakan unit *cross section* data yang meliputi nama Provinsi di Indonesia pada Tabel 3.2 sedangkan indeks t menyatakan *time series* data berupa tahun pengamatan selama 5 tahun berturut-turut yakni tahun 2010 sampai 2014.

Tabel 3.2 Daftar Nama Provinsi di Indonesia

No	Provinsi	No	Provinsi
1	Aceh	18	Nusa Tenggara Barat
2	Sumatera Utara	19	Nusa Tenggara Timur
3	Sumatera Barat	20	Kalimantan Barat
4	Riau	21	Kalimantan Tengah
5	Jambi	22	Kalimantan Selatan
6	Sumatera Selatan	23	Kalimantan Timur
7	Bengkulu	24	Sulawesi Utara
8	Lampung	25	Sulawesi Tengah
9	Kep. Bangka Belitung	26	Sulawesi Selatan
10	Kepulauan Riau	27	Sulawesi Tenggara
11	DKI Jakarta	28	Gorontalo
12	Jawa Barat	29	Sulawesi Barat
13	Jawa Tengah	30	Maluku
14	DI Yogyakarta	31	Maluku Utara
15	Jawa Timur	32	Papua Barat
16	Banten	33	Papua
17	Bali		

Sehingga, adapun struktur data yang digunakan dalam penelitian ketahanan pangan dengan regresi probit data panel ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian

Subjek Pengamatan	Tahun Pengamatan	Variabel Respon	Variabel Prediktor					
			x_1	x_2	x_3	x_4	\dots	X_8
1. Aceh	2010	y_{11}	x_{111}	x_{112}	x_{113}	x_{114}		$x_{11(8)}$
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots
	2014	y_{15}	x_{151}	x_{152}	x_{153}	x_{154}		$x_{15(8)}$
2. Sumatera Utara	2010	y_{21}	x_{211}	x_{212}	x_{213}	x_{214}		$x_{21(8)}$
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots
	2014	y_{25}	x_{251}	x_{252}	x_{253}	x_{254}		$x_{25(8)}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots
33. Papua	2010	$y_{(33)1}$	$x_{(33)11}$	$x_{(33)12}$	$x_{(33)13}$	$x_{(33)14}$		$x_{(33)1(8)}$
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\dots	\vdots
	2014	$y_{(33)5}$	$x_{(33)51}$	$x_{(33)52}$	$x_{(33)53}$	$x_{(33)54}$		$x_{(33)5(8)}$

3.3 Langkah Analisis

Langkah analisis pada penelitian ini terdiri dari dua tahapan yakni, tahapan pertama adalah mengkaji bentuk estimasi parameter dari model regresi probit pada data panel serta tahapan kedua adalah aplikasi metode tersebut dengan menggunakan data derajat ketahanan pangan di Indonesia. Berikut uraian langkah analisisnya.

1. Tahap pertama. Mengkaji bentuk estimasinya menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).

a. Mengasumsikan y biner dengan persamaan model probit data panel dibawah ini.

$$y_{it}^* = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + u_i + v_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N ; t = 1, 2, \dots, T$$

$$\varepsilon_{it} = u_i + v_{it}$$

$$y_{it} = \begin{cases} 1 & \text{jika } y_{it}^* > \gamma \\ 0 & \text{jika } y_{it}^* \leq \gamma \end{cases}$$

b. Diberikan sejumlah pengamatan $y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{it}$ untuk membentuk fungsi *likelihood*.

$$L = \prod_{i=1}^N \int_{-\infty}^{\infty} \left[\prod_{t=1}^T f(y_{it} | \mathbf{x}_{it}, u_i; \boldsymbol{\beta}) \right] \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_u^2}} \exp\left(-\frac{u_i^2}{2\sigma_u^2}\right) du_i$$

$$\text{dimana } f(y_{it} | \mathbf{x}_{it}, u_i; \boldsymbol{\beta}) = \begin{cases} \Phi(\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + u_i) & \text{jika } y \neq 0 \\ 1 - \Phi(\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + u_i) & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

c. Menyelesaikan fungsi *likelihood* dengan pendekatan *Gauss-Hermite Quadratik*

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} h(x) dx \approx \sum_{m=1}^M w_m^* h(a_m^*)$$

d. Kemudian memaksimumkan *likelihood* yang telah terbentuk dengan cara menurunkan \ln fungsi *likelihood* terhadap parameter lalu disamakan dengan nol. Jika hasil yang diperoleh tidak *close form*, maka estimasi parameter diperoleh dengan pendekatan iterasi *Newton Raphson*.

2. Tahap kedua. Mengaplikasikan metode regresi probit data panel pada kecukupan energi yang mencerminkan ketahanan pangan di Indonesia

a. Melakukan pengujian signifikansi parameter.

- b. Mengidentifikasi pola ketahanan pangan berdasarkan konsumsi energi terhadap variabel prediktor dengan model regresi probit panel dengan bantuan *software* statistik.
- c. Membentuk model terbaik melalui pendekatan regresi probit panel *random effect*.
- d. Melakukan ketepatan klasifikasi pada model probit data panel.
- e. Mengklasifikasikan provinsi di Indonesia berdasarkan konsumsi energi.

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdapat kajian estimasi parameter probit pada data panel *random effect* menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan pendekatan metode kuadrat *Gauss Hermite*. Kemudian model yang terbentuk akan diimplementasikan pada kondisi ketahanan pangan menurut provinsi di Indonesia.

4.1 Estimasi Parameter Model Probit Data Panel *Random Effect*

Estimasi parameter model probit menggunakan *Maximum Likelihood* dengan langkah menentukan fungsi likelihood dari Y sebagai berikut,

$L(\beta) = \prod_{i=1}^n [p]^{y_i} [1-p]^{1-y_i}$ dan fungsi ln-likelihood adalah sebagai berikut.

$$\ln L(\beta) = \ln \left\{ \prod_{i=1}^n [p]^{y_i} [1-p]^{1-y_i} \right\}$$

$$\ln L(\beta) = \sum_i \{ y_i \ln p + (1-y_i) \ln [1-p] \}$$

Model probit pada data panel dapat ditulis sebagai berikut,

$P(y_{it} = 1 | \mathbf{x}_{it}, u_i) = f(\mathbf{x}_{it}\beta | \mathbf{x}_{it}, u_i) = \Phi(\mathbf{x}_{it}\beta + u_i)$ dengan $\Phi(\cdot)$ merupakan fungsi distribusi kumulatif normal standar. Sehingga, fungsi *likelihood* dari Y untuk observasi ke-*i* dalam membentuk estimasi parameter model regresi probit panel

$$\text{adalah } L_i = f(y_i | \mathbf{x}\beta, u_i) = \prod_{i=1}^T \Phi(\mathbf{x}_{it}\beta + u_i)^{y_{it}} [1 - \Phi(\mathbf{x}_{it}\beta + u_i)]^{1-y_{it}} \quad (4.1)$$

Karena u_i merupakan *random effect* yang tidak teramati sehingga harus diintegrasikan seperti pada persamaan berikut.

$$L_i = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\prod_{i=1}^{T_i} f(y_{it} | \mathbf{x}\beta, u_i) \right] f(u_i) du_i \text{ dalam persamaan ini, diasumsikan bahwa}$$

$u_i \sim N(0, \sigma_u^2)$, sehingga fungsi *likelihood* untuk pengamatan ke-*i* adalah

$$L_i = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\prod_{i=1}^{T_i} f(y_{it} | \mathbf{x}\beta, u_i) \right] \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_u^2}} \exp\left(-\frac{u_i^2}{2\sigma_u^2}\right) du_i \quad (4.2)$$

Jika $w_i = \frac{u_i}{\sigma_u \sqrt{2}}$ maka $u_i = (\sigma_u \sqrt{2}) w_i = \theta w_i$ dan jacobian untuk transformasi

u_i ke w_i adalah $du_i = \theta dw_i$. Diberikan $g(w_i) = \prod_{i=1}^{T_i} f(y_{it} | \mathbf{x}\boldsymbol{\beta}, \theta w_i)$ sehingga integral menjadi,

$$\begin{aligned} L_i &= \int_{-\infty}^{\infty} \left[\prod_{i=1}^{T_i} f(y_{it} | \mathbf{x}\boldsymbol{\beta}, \theta w_i) \right] \frac{1}{\theta \sqrt{\pi}} \exp(-w_i^2) \theta dw_i \\ &= \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\prod_{i=1}^{T_i} f(y_{it} | \mathbf{x}\boldsymbol{\beta}, \theta w_i) \right] \exp(-w_i^2) dw_i \\ &= \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} g(w_i) \exp(-w_i^2) dw_i \end{aligned} \quad (4.3)$$

Umumnya persamaan 4.3 tersebut sulit diselesaikan secara analitik, sehingga dibutuhkan metode numerik yang diusulkan oleh Butler dan Moffitt (1982) yakni menggunakan pendekatan integral kuadrat *Gauss-Hermite* dimana *Gauss-Hermite* ini menggantikan integrasi dengan jumlah bobot pada fungsi yang dihitung pada serangkaian titik tertentu. Secara umum dapat dituliskan seperti persamaan berikut.

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} g(w_i) \exp(-w_i^2) dw_i \approx \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sum_{m=1}^M w_m^* g(a_m^*) \quad (4.4)$$

w_m^* = bobot *quadrature*

a_m^* = titik node/absis dari *quadrature*

Sehingga, diperoleh pendekatan *Gauss-Hermite* untuk fungsi *likelihood* :

$$\begin{aligned} L_i &= \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sum_{m=1}^M w_m^* \left[\prod_{i=1}^{T_i} f(y_{it} | \mathbf{x}\boldsymbol{\beta}, (\sigma_u \sqrt{2}) a_m^*) \right] \\ L &= \prod_{i=1}^N L_i \\ &= \prod_{i=1}^N \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sum_{m=1}^M w_m^* \left[\prod_{i=1}^{T_i} f(y_{it} | \mathbf{x}\boldsymbol{\beta}, (\sigma_u \sqrt{2}) a_m^*) \right] \end{aligned} \quad (4.5)$$

Berdasarkan persamaan 2.16 diperoleh $\sigma_u^2 = \frac{\rho}{(1-\rho)}$ sehingga $\sigma_u = \left(\frac{\rho}{(1-\rho)} \right)^{1/2}$

maka fungsi *likelihood* pada persamaan 4.5 dan 4.1 menjadi

$$L(\boldsymbol{\beta}, \rho) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sum_{m=1}^M w_m^* \left\{ \prod_{i=1}^{T_i} \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}} \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{1-y_{it}} \right\} \quad (4.6)$$

Selanjutnya memaksimumkan fungsi *likelihood* yang terbentuk

$$\begin{aligned} \ln L &= \sum_{i=1}^n \ln \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \sum_{m=1}^M w_m^* \left\{ \prod_{i=1}^{T_i} \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}} \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{1-y_{it}} \right\} \right] \\ &= \sum_{i=1}^n \ln \frac{1}{\sqrt{\pi}} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{1-y_{it}} \\ &= n \ln \frac{1}{\sqrt{\pi}} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{1-y_{it}} \end{aligned}$$

Kemudian melakukan penurunan terhadap β dan ρ sebagai berikut :

Terhadap β_0 :

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-1} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* (1-y_{it}) \left(-\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}}$$

Terhadap β_1 :

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_1} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (\Phi x_{it1}) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-1} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* (1-y_{it}) \left(-\Phi x_{it1} \right) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}}$$

Terhadap β_2 :

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_2} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (\Phi x_{it2}) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-1} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* (1-y_{it}) \left(-\Phi x_{it2} \right) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}}$$

⋮

Terhadap β_p :

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_p} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (\Phi x_{itp}) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-1} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} \sum_{m=1}^M w_m^* (1-y_{it}) \left(-\Phi x_{itp} \right) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}}$$

Terhadap ρ :

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_0} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-1} \Phi \left(\frac{1}{2} a_m^* \right) \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{-1/2} \left(\frac{2(1-\rho) - 2\rho(-1)}{(1-\rho)^2} \right) + \\
&\quad \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (1-y_{it}) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}} (-\Phi) \left(\frac{1}{2} a_m^* \right) \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{-1/2} \left(\frac{2(1-\rho) - 2\rho(-1)}{(1-\rho)^2} \right) \\
&= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-1} \left(\Phi a_m^* \frac{(1-\rho)^{-3/2}}{(2\rho)^{1/2}} \right) + \\
&\quad \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (1-y_{it}) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}} \left(\Phi a_m^* \frac{(1-\rho)^{-3/2}}{(2\rho)^{1/2}} \right)
\end{aligned}$$

Berdasarkan turunan pertama, diperoleh estimasi yang tidak *close form* sehingga diperlukan metode iterasi. Metode iterasi yang digunakan adalah *Newton Raphson*. Untuk membentuk iterasi tersebut diperlukan matriks *Hessian* yang berisi turunan parsial kedua, sebagai berikut.

Turunan kedua β_0 :

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_0 \partial \beta_0^T} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (y_{it} - 1) (\Phi^2) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-2} + \\
&\quad \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (-y_{it}) (-y_{it}) (-\Phi^2) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{(1-y_{it})-2}
\end{aligned}$$

Turunan β_0 dan β_1 :

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_0 \partial \beta_1^T} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (y_{it} - 1) (\Phi^2) (x_{it1}) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-2} + \\
&\quad \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (-y_{it}) (-y_{it}) (-\Phi^2 x_{it1}) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}-1}
\end{aligned}$$

Turunan β_0 dan β_2 :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L}{\partial \beta_0 \partial \beta_2^T} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (y_{it} - 1) (\Phi^2)(x_{it2}) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-2} + \\ &\quad \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (-y_{it}) (-y_{it}) (-\Phi^2 x_{it2}) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}-1} \end{aligned}$$

Turunan kedua β_1 :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L}{\partial \beta_1 \partial \beta_1^T} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (y_{it} - 1) (\Phi^2 x_{it1})^2 \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-2} + \\ &\quad \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (-y_{it}) (-y_{it}) (\Phi^2 x_{it1})^2 \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}-1} \end{aligned}$$

Turunan β_1 dan β_2 :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L}{\partial \beta_1 \partial \beta_2^T} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (y_{it} - 1) (\Phi^2 x_{it1} x_{it2}) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-2} + \\ &\quad \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (-y_{it}) (-y_{it}) (\Phi^2 x_{it1} x_{it2}) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}-1} \end{aligned}$$

⋮

Turunan β_p dan β_q dimana $p \leq q$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L}{\partial \beta_i \partial \beta_j^T} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (y_{it} - 1) (\Phi^2 x_{itp} x_{itq}) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-2} + \\ &\quad \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (-y_{it}) (-y_{it}) (\Phi^2 x_{itp} x_{itq}) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}-1} \end{aligned}$$

Turunan β_p dan ρ :

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (y_{it} - 1) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-2} (\Phi^2 x_{itp}) \left(a_m^* \frac{(1-\rho)^{-3/2}}{(2\rho)^{1/2}} \right) +$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (1 - y_{it}) (-y_{it}) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}-1} (\Phi^2 x_{itp}) \left(a_m^* \frac{(1-\rho)^{-3/2}}{(2\rho)^{1/2}} \right)$$

Turunan kedua ρ :

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* y_{it} (y_{it} - 1) \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-2} \left(\Phi a_m^* \frac{(1-\rho)^{-3/2}}{(2\rho)^{1/2}} \right) \left(\Phi a_m^* \frac{(1-\rho)^{-3/2}}{(2\rho)^{1/2}} \right) +$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* a_m^* \left(\frac{-3/2(1-\rho)^{-5/2} (2\rho)^{1/2} - (\rho)^{-1/2} (1-\rho)^{3/2}}{2\rho\rho} \right) y_{it} \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{y_{it}-1} -$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M w_m^* (1 - y_{it}) (-y_{it}) \left(1 - \Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right)^{-y_{it}-1} \left(\Phi a_m^* \frac{(1-\rho)^{-3/2}}{(2\rho)^{1/2}} \right) \left(\Phi a_m^* \frac{(1-\rho)^{-3/2}}{(2\rho)^{1/2}} \right) +$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M \Phi a_m^* \left(\frac{-3/2(1-\rho)^{-5/2} (2\rho)^{1/2} - (\rho)^{-1/2} (1-\rho)^{3/2}}{2\rho\rho} \right) (1 - y_{it}) \left(1 - \left(\Phi \left(x_{it} \boldsymbol{\beta} + a_m^* \left(\frac{2\rho}{1-\rho} \right)^{1/2} \right) \right) \right)^{y_{it}}$$

Sehingga adapun bentuk matriks *Hessian* dengan parameter $\boldsymbol{\theta} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\beta} \\ \rho \end{bmatrix}$ adalah

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\theta}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_0 \partial \beta_0^T} & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_0 \partial \beta_1^T} & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_0 \partial \beta_2^T} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_0 \partial \rho^T} \\ & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_1 \partial \beta_1^T} & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_1 \partial \beta_2^T} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_1 \partial \rho^T} \\ & & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_2 \partial \beta_2^T} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_2 \partial \rho^T} \\ & & & \ddots & \vdots \\ & & & & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \beta_p \partial \rho^T} \end{bmatrix}$$

Berdasarkan matriks tersebut, maka algoritma iterasi *Newton Raphson* dapat dibentuk sebagai berikut.

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter $\boldsymbol{\theta}$ untuk iterasi pada saat $m=0$

2. Membentuk vektor $\mathbf{U}(\boldsymbol{\theta}_{(m)})$: $\mathbf{U}(\boldsymbol{\theta}_{(m)}) = \left[\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L}{\partial \rho} \right]^T$
3. Membentuk matriks Hessian $\mathbf{H}(\boldsymbol{\theta}_{(m)})$
4. Substitusi nilai $\boldsymbol{\theta}_{(0)}$ ke elemen-elemen vektor $\mathbf{U}(\boldsymbol{\theta}_{(m)})$ dan matriks Hessian $\mathbf{H}(\boldsymbol{\theta}_{(m)})$ sehingga diperoleh $\mathbf{U}(\boldsymbol{\theta}_{(m)})$, $\mathbf{H}(\boldsymbol{\theta}_{(m)})$
5. Melakukan iterasi mulai dari $m=0$

$$\boldsymbol{\theta}_{(m+1)} = \boldsymbol{\theta}_{(m)} - \mathbf{H}^{-1}(\boldsymbol{\theta}_{(m)}) \mathbf{U}(\boldsymbol{\theta}_{(m)})$$
6. Melakukan iterasi hingga konvergen, dimana $\|\boldsymbol{\theta}_{(m+1)} - \boldsymbol{\theta}_{(m)}\| < \varepsilon$ dengan ε adalah bilangan terkecil.

4.2 Pemodelan Ketahanan Pangan Provinsi di Indonesia

Posisi ketahanan pangan di Indonesia masih berada di bawah Malaysia, Thailand, Vietnam bahkan Filipina, yang merupakan pesaing Indonesia dalam kelompok negara pengimpor beras terbesar di dunia. Begitu terpuruknya ketahanan pangan di Indonesia sehingga pemerintahan Presiden Joko Widodo bertekad pada tahun 2017 Indonesia sudah swasembada pangan penuh. Untuk meningkatkan produksi pangan, hingga Maret 2015, pemerintah bekerjasama dengan TNI dan kelompok tani menambah luas lahan sawah baru, selain itu pemerintah juga akan membangun 500.000 hektare *food estate* (kawasan pertanian) dan program hilirisasi pertanian.

4.2.1 Gambaran Umum Ketahanan Pangan Provinsi di Indonesia (Y)

Seperti yang telah diketahui sebelumnya, *World Food Programme* (2015) menyatakan bahwa kombinasi dari *Consolidated Approach for Reporting Indicators of Food Security* (CARI) telah dinyatakan cukup untuk mengukur suatu kerawanan pangan. Kombinasi ini terdiri dari skor konsumsi pangan dan besarnya pengeluaran makanan terhadap pengeluaran total. Keadaan pangsa kecukupan pangan dari segi konsumsi energi dan pengeluaran pangan terhadap total pengeluaran adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Pangsa Kecukupan Pangan di Indonesia

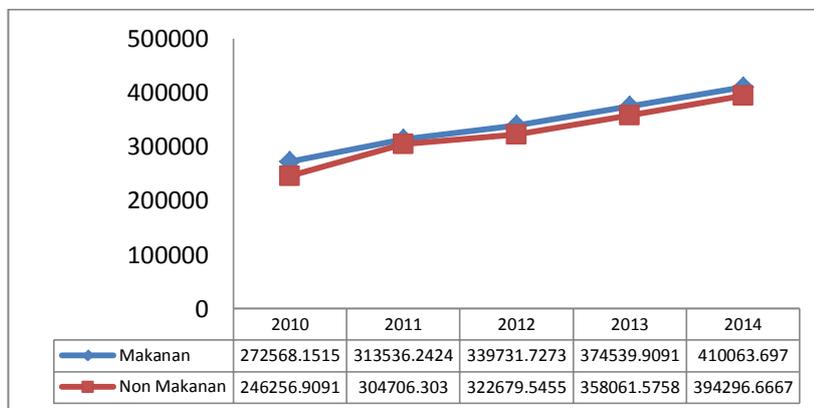
Uraian	2010	2011	2012	2013	2014
Pangsa Kecukupan Pangan (%)	91.18	90.86	86.78	85.42	85.58
Energi dalam Kalori (kkal)	1960.4	1953.4	1865.9	1836.4	1840.1

Tampak dalam Tabel 4.1, bahwa dari tahun 2010 hingga 2014, kecukupan energi penduduk Indonesia masih dibawah rata-rata kecukupan energi yang telah ditetapkan dalam Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi XI tahun 2012 maupun oleh WFP. Sementara pada Tabel 4.2 pangsa pengeluaran pangan dari tahun ke tahun kurang dari 60% pengeluaran total.

Tabel 4.2 Pangsa Pengeluaran Pangan di Indonesia

Uraian	2010	2011	2012	2013	2014
Pangsa Pengeluaran (%)	53.31	51.85	52.39	51.99	51.98
Pengeluaran Makanan	272507	313475	339671	374479	410003
Pengeluaran Total	518703	618121	662289	732479	804238

Sementara itu pada Gambar 4.1 nampak jelas bahwa pengeluaran rata-rata per kapita terhadap kebutuhan pangan penduduk Indonesia masih lebih tinggi dibandingkan dengan pengeluaran non-makanannya dimana kurva cenderung naik pada tiap tahunnya. Pergeseran pola pengeluaran terjadi karena elastisitas permintaan terhadap makanan pada umumnya rendah, sebaliknya elastisitas permintaan terhadap barang bukan makanan pada umumnya tinggi (Indikator Kesejahteraan Rakyat BPS, 2011)



Sumber : Hasil Olahan Data Badan Pusat Statistik Tahun 2010-2014

Gambar 4.1 Pengeluaran Rata-Rata Per Kapita Penduduk Indonesia Menurut Jenis Pengeluarannya Tahun 2010-2014

4.2.2 Gambaran Umum Persentase Penduduk Miskin (X_1)

Besar kecilnya penduduk miskin sangat dipengaruhi oleh garis kemiskinan karena yang dikatakan penduduk miskin ialah penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan di bawah garis kemiskinan. BPS menggunakan pendekatan kebutuhan dasar dan pendekatan *Head Count Index*, sementara World Bank menggunakan garis kemiskinan nasional yang didasarkan pada pola konsumsi 2.100 kalori per hari dan berdasarkan pada PPP (*purchasing power parity*) yang keduanya masing-masing untuk tujuan analisis yang berbeda (Kuncoro, 2013).

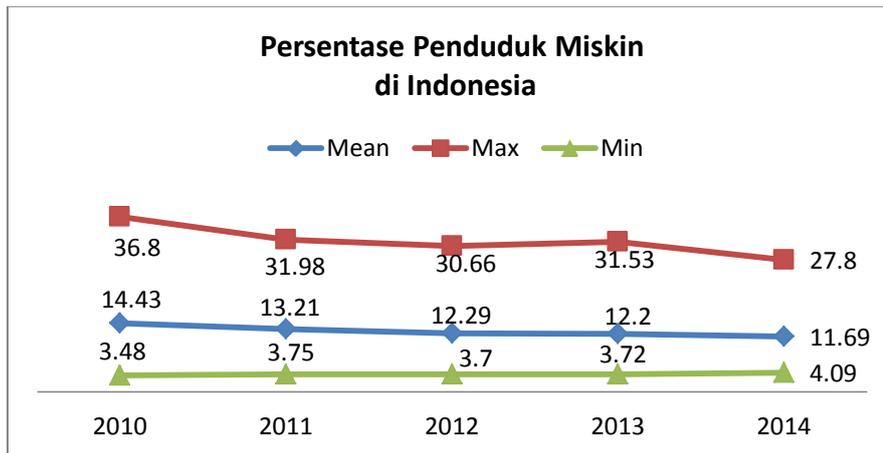
Tabel 4.3 Deskriptif Persentase Penduduk Miskin

Tahun	Mean	Var	Max	Min	Provinsi Tertinggi	Provinsi Terendah
2010	14.43	67.83	36.8	3.48	Papua	DKI Jakarta
2011	13.21	50.91	31.98	3.75	Papua	DKI Jakarta
2012	12.29	42.93	30.66	3.7	Papua	DKI Jakarta
2013	12.2	42.16	31.53	3.72	Papua	DKI Jakarta
2014	11.69	36.13	27.8	4.09	Papua	DKI Jakarta

Statistika deskriptif persentase penduduk miskin di Indonesia tersebut menunjukkan bahwa dari tahun 2010 hingga tahun 2014, perubahan yang terjadi cenderung tidak terlalu signifikan bahkan untuk provinsi dengan persentase penduduk miskin terendah maupun tertinggi, konstan diduduki oleh Provinsi Papua dan DKI Jakarta.

Hal ini disebabkan oleh sumber daya manusia yang masih rendah di kawasan Indonesia bagian timur, akses ke kegiatan perekonomian yang belum maksimal serta belum meratanya pertumbuhan ekonomi di wilayah tersebut. Sementara itu, Provinsi DKI Jakarta memiliki persentase penduduk miskin terendah karena DKI Jakarta merupakan pusat perekonomian nasional (Kuncoro, 2011).

Pada Gambar 4.2 juga dapat dilihat bahwa nilai maksimum persentase penduduk miskin dari tahun 2010 ke 2011 sempat mengalami penurunan yang signifikan dari 36,8 ke 31.98. Namun ditinjau dari perkembangan rata-ratanya, selama 5 tahun, persentase penduduk miskin di Indonesia cenderung mengalami penurunan yang teratur dari 14,43 hingga ke angka 11,69.



Sumber : Hasil Olahan Data Badan Pusat Statistik Tahun 2010-2014

Gambar 4.2 Perkembangan Rata-rata Persentase Penduduk Miskin di Indonesia (X_1) Tahun 2010-2014

4.2.3 Gambaran Umum Persentase Rumah Tangga Penerima/ Pembeli Beras Miskin atau Raskin (X_2)

Beras miskin atau yang biasa dikenal dengan istilah raskin merupakan kebijakan pemerintah yang ditujukan kepada rumah tangga miskin guna mencukupi kebutuhan pangan di tingkat rumah tangga. Kebijakan ini cukup memiliki dampak signifikan terhadap kecukupan pangan masyarakat menengah kebawah. Sejauh ini sasaran dari implementasi kebijakan raskin bermuara di tiap provinsi di seluruh Indonesia terutama untuk daerah yang memiliki indeks ketahanan pangan cukup rendah. Tahun 2010 provinsi di Indonesia yang memiliki persentase rumah tangga penerima raskin tertinggi yaitu ditempati oleh Nusa Tenggara Barat. Sedangkan provinsi dengan tingkat persentase rumah tangga penerima raskin terendah di Indonesia ditempati oleh DKI Jakarta. Persebaran penerima raskin di rumah tangga Provinsi DKI Jakarta memang terbilang rendah. Pemerintah menilai DKI Jakarta berada dalam kondisi yang cukup baik dalam hal keadaan ekonomi, ketersediaan pangan, akses pangan sehingga jangkauan raskin tidak sebanyak dari rumah tangga yang ada di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Kemudian di tahun 2011 hingga tahun 2014 provinsi tertinggi dalam persentase rumah tangga penerima raskin di Indonesia masih ditempati oleh Provinsi Nusa

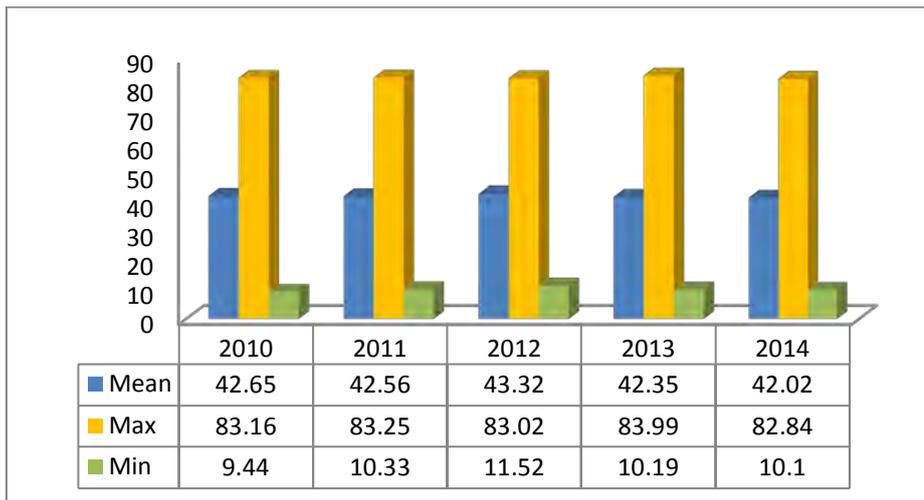
Tenggara Barat dengan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung sebagai provinsi terendah penerima raskin di tingkat rumah tangga.

Tabel 4.4 Deskriptif Persentase Rumah Tangga Penerima Raskin di Indonesia

Tahun	Mean	Var	Max	Min	Provinsi Tertinggi	Provinsi Terendah
2010	42.65	278.56	83.16	9.44	Nusa Tenggara Barat	DKI Jakarta
2011	42.56	265.79	83.25	10.33	Nusa Tenggara Barat	Kepulauan Bangka Belitung
2012	43.32	291.1	83.02	11.52	Nusa Tenggara Barat	Kepulauan Bangka Belitung
2013	42.35	279.09	83.99	10.19	Nusa Tenggara Barat	Kepulauan Bangka Belitung
2014	42.02	251.19	82.84	10.1	Nusa Tenggara Barat	Kepulauan Bangka Belitung

Statistika deskriptif persentase rumah tangga penerima raskin di Indonesia tersebut menunjukkan bahwa dari tahun 2010 hingga tahun 2014, perubahan yang terjadi cenderung tidak terlalu signifikan bahkan untuk provinsi dengan persentase rumah tangga penerima raskin yang menempati posisi tertinggi, secara konstan ditempati Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sedangkan untuk provinsi yang terendah dalam kategori presentasi rumah tangga penerima raskin di Indonesia di dominasi oleh Kepulauan Bangka Belitung selama 4 tahun yaitu dari tahun 2011 hingga 2014 dan DKI Jakarta di tahun 2010 saja.

Hal ini disebabkan oleh minimnya ketersediaan pangan yang berada di Nusa Tenggara Barat. Kondisi perekonomian yang belum maju juga membuat akses pangan di provinsi NTB cenderung tertinggal. Sementara itu, Provinsi DKI Jakarta memiliki persentase rumah tangga penerima raskin terendah di tahun 2010 karena DKI Jakarta merupakan pusat perekonomian nasional dengan kapasitas penduduk dan roda perekonomian yang cukup maju. Sedangkan dominasi Provinsi Kepulauan Bangka Belitung selama 4 tahun dengan presentase terendah untuk kategori presentase rumah tangga penerima raskin disebabkan karena dalam provinsi terdapat cadangan pangan yang cukup memadai.



Sumber : Hasil Olahan Data Badan Pusat Statistik Tahun 2010-2014

Gambar 4.3 Perkembangan Persentase Rumah Tangga Penerima/Pembeli Beras Miskin di Indonesia (X_2) Tahun 2010-2014

Pada Gambar 4.3 juga dapat dilihat bahwa nilai maksimum persentase rumah tangga penerima/pembeli beras miskin di Indonesia dari tahun 2010 ke 2011 sempat mengalami penurunan yang signifikan di tahun 2014 yang mencapai angka 82,84 dari angka sebelumnya di angka 83,99. Namun ditinjau dari perkembangan rata-ratanya, selama 5 tahun, persentase rumah tangga penerima/pembeli beras miskin di Indonesia cenderung mengalami grafik yang konstan dengan adanya peningkatan di tahun 2012 yakni sebesar 43,32 dari sebelumnya di tahun 2011 sebesar 42,56 dan sesudahnya di tahun 2013 mengalami penurunan yaitu sebesar 42,35

4.2.4 Gambaran Umum Angka Melek Huruf Usia 15 Tahun Keatas (X_3)

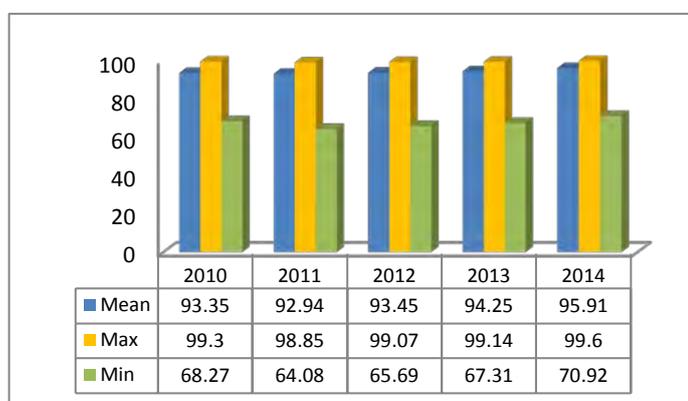
Penduduk di Indonesia mengalami kecenderungan angka melek huruf yang masih rendah. Konstruksi ini menggambarkan keadaan penduduk di Indonesia masih memerlukan pendidikan yang cukup kompeten guna peningkatan persentase dari melek huruf masyarakat Indonesia. Bagian timur dari wilayah Republik Indonesia memiliki angka melek huruf yang terbilang paling rendah jika dibandingkan dengan provinsi lainnya. Tahun 2010 hingga 2014 Provinsi Papua menempati posisi terendah untuk kategori persentase angka melek huruf usia 15 tahun ke atas di Indonesia.

Tabel 4.5 Deskriptif Angka Melek Huruf Usia 15 Tahun Keatas di Indonesia

Tahun	Mean	Var	Max	Min	Provinsi Tertinggi	Provinsi Terendah
2010	93.35	37.87	99.3	68.27	Sulawesi Utara	Papua
2011	92.94	41.66	98.85	64.08	Sulawesi Utara	Papua
2012	93.45	38.46	99.07	65.69	DKI Jakarta	Papua
2013	94.25	34.98	99.14	67.31	DKI Jakarta	Papua
2014	95.91	26.97	99.6	70.92	Sulawesi Utara	Papua

Statistika deskriptif angka melek huruf usia 15 tahun keatas di Indonesia menunjukkan bahwa dari tahun 2010 hingga tahun 2014, perubahan yang terjadi cenderung tidak terlalu signifikan. Kondisi ini menjadikan bagian timur wilayah Indonesia memerlukan penajaman kebijakan guna peningkatan angka melek huruf di usia 15 tahun keatas. Kemudian untuk provinsi yang terendah sejak tahun 2010 hingga tahun 2014 ditempati secara bergantian oleh dua provinsi di Indonesia yaitu Provinsi DKI Jakarta dan Sulawesi Utara

Hal ini disebabkan karena di kedua provinsi ini memiliki keadaan sumber daya manusia yang telah mengenyam dunia pendidikan sejak dini. Pada Gambar 4.4 juga dapat dilihat bahwa nilai maksimum angka melek huruf usia 15 tahun ke atas di Indonesia tahun 2010-2014 mengalami angka yang cukup konstan meskipun terdapat penurunan nilai dari tahun 2010 sebesar 99,3 dan turun ke angka 98,85 tahun 2011 dan naik lagi di tahun 2012 dengan angka 99,07. Namun ditinjau dari perkembangan rata-ratanya, selama 5 tahun, cenderung mengalami grafik yang berubah-ubah dengan adanya peningkatan dan penurunan di setiap tahunnya.



Sumber : Hasil Olahan Data Badan Pusat Statistik Tahun 2010-2014

Gambar 4.4 Perkembangan Angka Melek Huruf Usia 15 Tahun ke atas di Indonesia (X_3) Tahun 2010-2014

4.2.5 Gambaran Umum Persentase Rumah Tangga Dengan Air Minum Bersih dan Layak (X₄)

Ketahanan pangan diyakini sebagai sebuah kondisi dimana masyarakat juga telah memiliki air minum bersih dan layak dengan baik dan tercukupi. Masyarakat akan tercukupi secara kalori dan konsumsi manakala ketersediaan air bersih telah layak dan terjamin secara memadai baik secara kuantitas maupun kualitas. Di tingkat rumah tangga air minum bersih dan layak sangatlah penting untuk melaksanakan berbagai kegiatan mulai dari kegiatan yang bersifat individu hingga ke taraf komunal. Terlebih lagi ketersediaan air minum bersih dan layak sangat berpengaruh kepada kondisi pangan suatu regional wilayah. persentase rumah tangga dengan penggunaan air minum bersih dan layak di Indonesia dengan nilai tertinggi dari tahun 2010 hingga tahun 2014 di tempati oleh Provinsi DI Yogyakarta. Provinsi DI Yogyakarta secara konstan mempertahankan predikat baik ini. Sedangkan untuk nilai terendah persentase rumah tangga dengan penggunaan air minum bersih dan layak di Indonesia ditempati Provinsi Banten dan Kepulauan Riau.

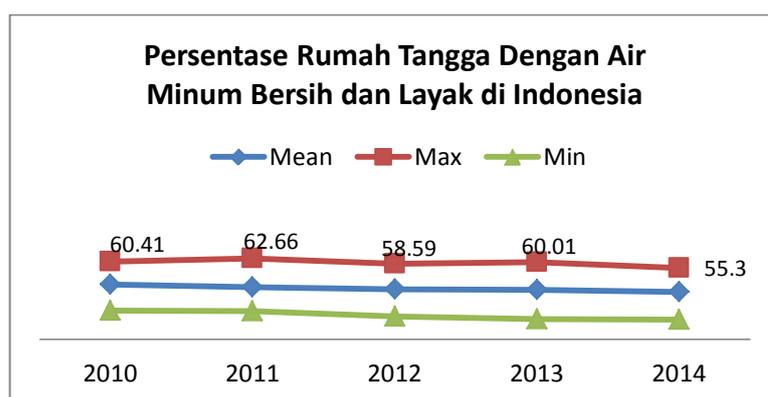
Tabel 4.6 Deskriptif Persentase Rumah Tangga Dengan Penggunaan Air Minum Bersih dan Layak di Indonesia

Tahun	Mean	Var	Max	Min	Provinsi Tertinggi	Provinsi Terendah
2010	42.71	95.41	60.41	22.32	DI Yogyakarta	Banten
2011	40.65	100.19	62.66	22.12	DI Yogyakarta	Banten
2012	38.96	110.95	58.59	17.8	DI Yogyakarta	Kepulauan Riau
2013	38.55	117.88	60.01	15.71	DI Yogyakarta	Kepulauan Riau
2014	36.79	115.25	55.3	15.38	DI Yogyakarta	Kepulauan Riau

Hal ini disebabkan oleh adanya ketersediaan air yang cukup baik di Provinsi DI Yogyakarta. Pemerintah Daerah setempat menyediakan air minum bersih dan layak dengan melimpah dengan didukung kondisi geografis yang memiliki curah hujan tinggi. Kondisi sebaliknya didapati oleh Provinsi Banten dan Kepulauan Riau yang masih memerlukan air minum bersih dan layak sebagai penunjang komposisi ketahanan pangan rumah tangga dan wilayahnya.

Pada Gambar 4.5 juga dapat dilihat bahwa nilai maksimum persentase rumah tangga dengan air minum bersih dan layak di Indonesia Tahun 2010-2014 mengalami angka yang cukup dinamis di setiap tahunnya. Ditahun 2010

Persentase rumah tangga dengan air minum bersih dan layak di Indonesia mencapai angka 60,41 dan 2011 sebesar 62,66. Kemudian ditahun 2012 mengalami penurunan drastis yang mencapai angka 58,59 dan naik di tahun 2013 sebesar 60,01. Di tahun 2014 angka ini mengalami penurunan hingga mencapai angka 55,3 sekaligus menjadi angka terendah dari nilai maksimum persentase rumah tangga dengan air minum bersih dan layak. Selanjutnya jika ditinjau dari perkembangan rata-ratanya, selama 5 tahun, cenderung mengalami penurunan. Terlihat jelas di tahun 2010 rata-ratanya 42,71 kemudian bertahap turun hingga di tahun 2014 mencapai 36,79.



Sumber : Hasil Olahan Data Badan Pusat Statistik Tahun 2010-2014

Gambar 4.5 Perkembangan Persentase Rumah Tangga Dengan Air Minum Bersih dan Layak di Indonesia (X_4) Tahun 2010-2014

4.2.6 Gambaran Umum Persentase RT Tanpa Akses Listrik (X_5)

Ketahanan pangan dapat dilihat secara skala rumah tangga berdasarkan ada atau tidak adanya akses listrik dalam rumah tangga. Akses listrik menjadi hal yang sangat krusial yang membuat sendi-sendi kehidupan sangat bergantung terhadap ketersediaan listrik. Pemerintah Indonesia telah berkomitmen dalam penambahan daya listrik sebanyak 35.000 Megawatt hingga ke pelosok negeri dengan melibatkan beragam stakeholder didalamnya. Sasaran yang akan dialiri listrik dimulai dari Jawa hingga wilayah Indonesia Timur. Namun demikian masih terdapat rumah tangga tanpa akses listrik. Hal ini tercermin dari persentase rumah tangga tanpa akses listrik di Indonesia yang

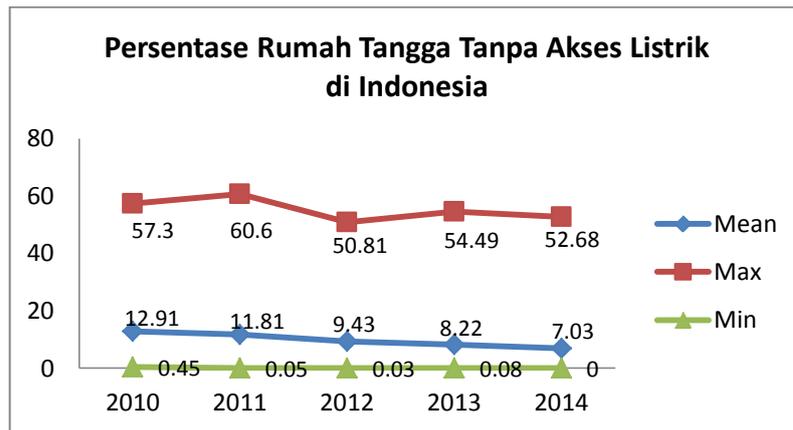
menunjukkan nilai tertinggi yakni Provinsi Papua. Ketersediaan listrik di wilayah Papua masih terbilang sangat rendah dan perlu ditingkatkan lagi.

Tabel 4.7 Deskriptif Persentase Rumah Tangga Tanpa Akses Listrik di Indonesia

Tahun	Mean	Var	Max	Min	Provinsi Tertinggi	Provinsi Terendah
2010	12.91	162.31	57.3	0.45	Papua	DKI Jakarta
2011	11.81	171.41	60.6	0.05	Papua	DKI Jakarta
2012	9.43	121.77	50.81	0.03	Papua	DKI Jakarta
2013	8.22	117.18	54.49	0.08	Papua	DKI Jakarta
2014	7.03	101.76	52.68	0	Papua	DKI Jakarta

Statistika deskriptif persentase rumah tangga tanpa akses listrik di Indonesia tersebut menunjukkan bahwa dari tahun 2010 hingga tahun 2014, perubahan yang terjadi cenderung tidak terlalu signifikan bahkan untuk provinsi dengan persentase rumah tangga tanpa akses listrik di Indonesia terendah maupun tertinggi, konstan diduduki oleh DKI Jakarta dan tertinggi di Papua.

Hal ini disebabkan oleh masih banyaknya rumah tangga di wilayah Papua yang tidak dialiri arus listrik. Masyarakat pedalaman masih bersifat nomaden dan primordial dengan segala aktifitas suku yang ada kadarnya. Pemerintah Indonesia seyogyanya mengupayakan percepatan penambahan daya listrik agar rumah tangga di wilayah Papua dapat meningkatkan daya tahan terhadap pangan. Di lain pihak terdapat DKI Jakarta yang masuk dalam kategori provinsi terendah untuk rumah tangga tanpa akses listrik. Hal ini diakibatkan oleh DKI Jakarta merupakan daerah perkotaan yang padat penduduk dan banyaknya pusat-pusat pemerintahan sebagai roda perekonomian nasional. Sehingga tentunya seluruh rumah tangga di DKI Jakarta (hingga tahun 2014 mencapai angka 0%) telah dialiri listrik untuk menopang keberlangsungan kehidupannya dan menjadikan DKI Jakarta sebagai ibukota negara yang memiliki ketersediaan listrik paling memadai diantara provinsi lainnya.



Sumber : Hasil Olahan Data Badan Pusat Statistik Tahun 2010-2014

Gambar 4.6 Perkembangan Persentase Rumah Tangga Tanpa Akses Listrik (X_5) di Indonesia Tahun 2010-2014

Pada Gambar 4.6 juga dapat dilihat bahwa nilai maksimum persentase rumah tangga dengan tanpa akses listrik di Indonesia Tahun 2010-2014 mengalami angka yang cukup berubah-ubah. Ditahun 2010 Persentase rumah tangga dengan tanpa akses listrik mencapai angka 57,3 dan 2011 sebesar 60,6. Kemudian ditahun 2012 mengalami penurunan drastis yang mencapai angka 50,81 dan naik di tahun 2013 sebesar 54,49. Terakhir di tahun 2014 angka ini mengalami penurunan hingga mencapai 52,6.

4.2.7 Gambaran Umum Angka Harapan Hidup (X_6)

Angka Harapan Hidup (AHH) terdiri dari beberapa unsur komposisi didalamnya. Komposisi AHH ini dapat dilihat dari keadaan ekonomi, sosial, kesehatan, pendidikan dll. Di Indonesia AHH menjadi sebuah tolak ukur bagaimana keadaan dari sumber daya manusia di dalamnya. Berdasarkan 33 provinsi yang ada di Indonesia (sebelum Provinsi Kalimantan Utara terbentuk), terdapat provinsi dengan angka harapan hidup yang tertinggi yaitu DI.Yogyakarta dan terendah ditempati oleh Sulawesi Barat.

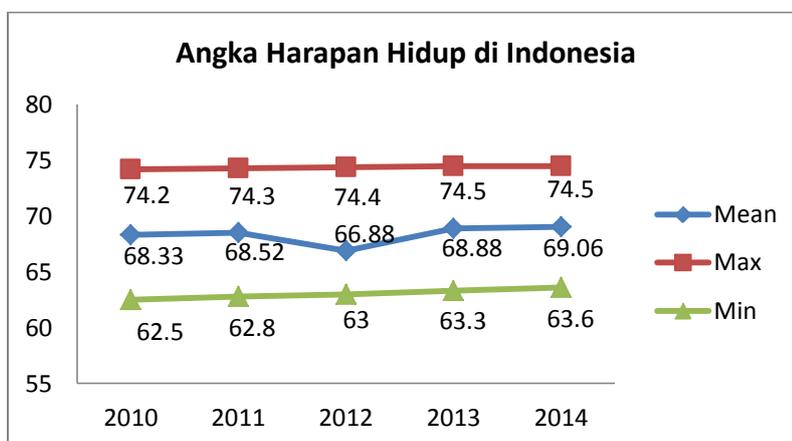
Tabel 4.8 Deskriptif Angka Harapan Hidup di Indonesia

Tahun	Mean	Var	Max	Min	Provinsi Tertinggi	Provinsi Terendah
2010	68.33	7.52	74.2	62.5	DI Yogyakarta	Sulawesi Barat
2011	68.52	7.43	74.3	62.8	DI Yogyakarta	Sulawesi Barat
2012	66.88	7.38	74.4	63	DI Yogyakarta	Sulawesi Barat
2013	68.88	7.32	74.5	63.3	DI Yogyakarta	Sulawesi Barat
2014	69.06	7.19	74.5	63.6	DI Yogyakarta	Sulawesi Barat

Statistika deskriptif pada tabel tersebut menunjukkan bahwa dari tahun 2010 hingga tahun 2014, tidak terjadi perubahan yang signifikan bahkan untuk provinsi dengan persentase angka harapan hidup di Indonesia terendah maupun tertinggi, konstan diduduki oleh Sulawesi Barat dan tertinggi di Provinsi D.I Yogyakarta.

D.I Yogyakarta menjadi provinsi yang memiliki angka harapan hidup tertinggi. Hal ini dikarenakan masyarakat DI Yogyakarta memiliki pola konsumsi pangan yang baik dengan yang mengedepankan nilai-nilai gizi tinggi. Di samping itu adanya akses kesehatan serta sarana pendidikan yang tersedia dengan baik

Dilain pihak terdapat Sulawesi Barat sebagai provinsi dengan tingkat angka harapan hidup terendah dibandingkan dengan provinsi yang lainnya di Indonesia dikarenakan dalam provinsi ini akses jalan yang dilalui untuk mendapatkan sarana kesehatan dan memenuhi kebutuhan hidupnya, belum tertata dengan baik



Sumber : Hasil Olahan Data Badan Pusat Statistik Tahun 2010-2014

Gambar 4.7 Perkembangan Angka Harapan Hidup (X_6) di Indonesia Tahun 2010-2014

Pada Gambar 4.7 juga dapat dilihat bahwa nilai maksimum Angka Harapan Hidup Indonesia cenderung konstan. Sementara rata-rata nilainya di tahun 2010 mencapai angka 68,33 dan 2011 sebesar 68,52. Kemudian ditahun 2012 mengalami penurunan drastis yang mencapai angka 66,88 dan naik di tahun 2013 sebesar 68,88. Kemudian di tahun 2014 angka ini mengalami kenaikan hingga mencapai angka 69,06.

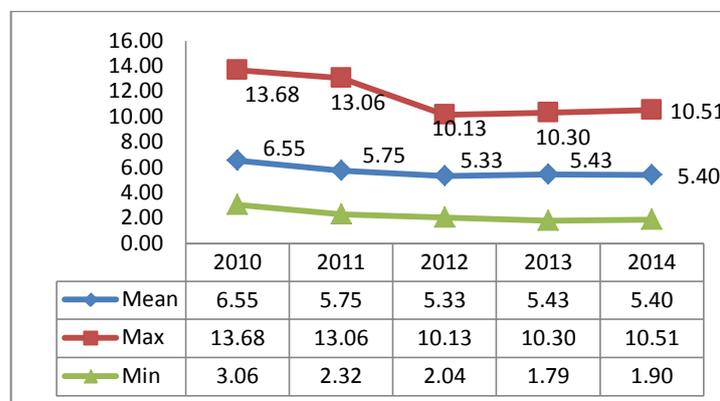
4.2.8 Gambaran Umum Tingkat Pengangguran Terbuka (X₇)

Tingkat pengangguran terbuka merupakan indikasi tentang penduduk usia kerja yang termasuk dalam kelompok pengangguran. Indikator ini digunakan sebagai bahan evaluasi keberhasilan pembangunan perekonomian Indonesia selain angka kemiskinan. Bali merupakan provinsi dengan tingkat pengangguran terendah di Indonesia, sementara provinsi tertinggi dari tahun 2010-2012 ditempati oleh Banten, Aceh di tahun 2013 serta Maluku di tahun 2014.

Tabel 4.9 Deskriptif Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia

Tahun	Mean	St. Dev	Max	Min	Provinsi Tertinggi	Provinsi Terendah
2010	6,547	2,566	13,68	3,06	Banten	Bali
2011	5,747	2,661	13,06	2,32	Banten	Bali
2012	5,333	2,210	10,13	2,04	Banten	Bali
2013	5,431	2,254	10,3	1,79	Aceh	Bali
2014	5,402	2,104	10,51	1,90	Maluku	Bali

Tingkat pengangguran yang tidak banyak berubah menunjukkan indikasi bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia pascakrisis, belum mampu menyerap tambahan kesempatan baru dan mengurangi kemiskinan secara substansial, dimana penciptaan tenaga kerja hanya bersumber dari sektor informal yang mayoritas mengandalkan tenaga kerja *low skill*, *low paid*, dan tanpa proteksi sosial (Kuncoro, 2013). Namun demikian, pada Gambar 4.8 nilai maksimum tingkat pengangguran terbuka dari tahun 2011 ke 2012 s empat mengalami penurunan yang cukup signifikan.



Sumber : Hasil Olahan Data Badan Pusat Statistik Tahun 2010-2014

Gambar 4.8 Perkembangan Tingkat Pengangguran Terbuka (X₇) di Indonesia Tahun 2010-2014

4.2.9 Gambaran Umum Rata-rata Lama Sekolah Usia 15 th keatas (X_8)

Rata-rata lama sekolah usia 15 tahun ke atas di Indonesia mendapatkan hasil yakni provinsi dengan nilai terendah ditempati oleh Papua dan provinsi yang tertinggi yaitu DKI Jakarta. Hal ini nampak bahwa DKI Jakarta yang merupakan pusat kebudayaan, pendidikan dan perekonomian dituntut memiliki sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas. Sejak dini pendidikan menjadi suatu hal yang harus diterapkan dalam masyarakat DKI Jakarta. Hal ini berbanding terbalik dengan di wilayah Papua yang kurang memperhatikan tentang pendidikan sejak dini. Karakteristik masyarakat yang mayoritas primitif dan kurangnya sarana dan prasarana pendidikan tampak sebagai faktor rendahnya pendidikan di Provinsi Papua.

Tabel 4.10 Deskriptif Rata-Rata Lama Sekolah Usia 15 th ke atas di Indonesia

Tahun	Mean	St. Dev	Max	Min	Provinsi Tertinggi	Provinsi Terendah
2010	8,085	0,902	10,4	6,3	DKI Jakarta	Papua
2011	8,061	0,924	10,4	5,8	DKI Jakarta	Papua
2012	8,263	0,906	10,61	6,09	DKI Jakarta	Papua
2013	8,309	0,911	10,6	6,05	DKI Jakarta	Papua
2014	8,436	0,889	10,63	6,25	DKI Jakarta	Papua

Statistika deskriptif persentase rata-rata lama sekolah usia 15 th ke atas di Indonesia tersebut menunjukkan bahwa dari tahun 2010 hingga tahun 2014, perubahan yang terjadi cenderung tidak terlalu signifikan bahkan untuk provinsi dengan persentase rata-rata lama sekolah di Indonesia terendah maupun tertinggi, konstan diduduki oleh Papua dan tertinggi di Provinsi DKI Jakarta.



Sumber : Hasil Olahan Data Badan Pusat Statistik Tahun 2010-2014

Gambar 4.9 Perkembangan Rata-rata Lama Sekolah Usia 15 Tahun Ke Atas (X_8) di Indonesia Tahun 2010-2014

Pada Gambar 4.9 juga dapat dilihat bahwa nilai maksimum rata-rata lama sekolah usia 15 th ke atas di Indonesia Tahun 2010-2014 mengalami angka yang konstan dan stabil di setiap tahunnya. Di tahun 2010 mencapai 10,40 dan cenderung mengalami kenaikan angka hingga di tahun 2014. Di tahun 2014 mengalami kenaikan 0,03% dibandingkan tahun 2013 dengan angka terakhir yaitu 10,63. Selanjutnya jika ditinjau dari perkembangan rata-ratanya, selama 5 tahun, persentase rata-rata lama sekolah usia 15 th ke atas di Indonesia Tahun 2010-2014 cenderung mengalami grafik yang konstan dan stabil juga dari tahun ketahun. Terlihat jelas di tahun 2010 rata-ratanya 8,09 kemudian terakhir di tahun 2014 mencapai 8,44.

4.2.10 Pemodelan Ketahanan Pangan di Indonesia Dengan Probit Panel

Pemodelan ketahanan pangan di Indonesia menggunakan regresi probit data panel, diawali dengan melakukan pengujian parameter. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui signifikansi dari pengaruh variabel-variabel prediktor terhadap variabel respon. Berikut ini adalah pengujian parameter secara serentak.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_8 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_p \neq 0, p = 1, 2, \dots, 8$$

$$\text{Statistik Uji : } G^2 = -2 \ln \left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right]$$

Tabel 4.11 Hasil Uji *Likelihood Ratio*

Pengukuran	Hasil
Likelihood Ratio Test (G^2)	48.57
P_{value}	0.000
$\chi_{(8;\alpha)} = \chi_{(8;0,1)}$	13.36

Sumber : Hasil Olahan Software Statistik dan Nilai Tabel

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai statistik uji dengan nilai distribusi χ^2 pada derajat bebas 8 (sebanyak variabel prediktor). Dengan menggunakan $\alpha = 0,1$, hasil tabel 4.11 menunjukkan bahwa nilai $G^2 > \chi_{(8;0,1)}^2$ dan $p\text{-value} < \alpha$ sehingga diperoleh keputusan tolak H_0 yang artinya pada tingkat

kepercayaan 90%, minimal telah ada satu parameter yang signifikan pada model. Atau dengan kata lain, minimal ada satu dari sebanyak 8 variabel prediktor yang digunakan, memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap ketahanan pangan di Indonesia.

Berikutnya, melakukan uji secara parsial dengan uji *Wald* dimana dengan menggunakan α yang sama, diperoleh hasil tolak H_0 dengan nilai 21.29 $> [\chi_{(1,0,1)} = 2.71]$ dan $p\text{-value} < \alpha$. Adapun hasil pengujian parameter secara parsial adalah sebagai berikut.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial

Variabel	Koefisien	Std.Error	<i>W</i>	<i>p-value</i>	Keputusan
Constant	94.0499	23.5781	3.99	0.000	
X ₁	-0.2919	0.1379	-2.12	0.034	Tolak H_0
X ₂	0.0423	0.0387	1.09	0.274	Gagal Tolak H_0
X ₃	-0.1147	0.1237	-0.93	0.354	Gagal Tolak H_0
X ₄	-0.0141	0.0454	-0.31	0.756	Gagal Tolak H_0
X ₅	-0.2248	0.0742	-3.03	0.002	Tolak H_0
X ₆	-1.1594	0.2675	-4.33	0.000	Tolak H_0
X ₇	0.1023	0.1975	0.52	0.604	Gagal Tolak H_0
X ₈	-0.0878	0.6677	-0.13	0.895	Gagal Tolak H_0
σ_u	4.5246	2.5338			
ρ	0.9534	0.0497			

Sumber : Hasil Olahan Software Statistik

Berdasarkan Tabel 4.12 diketahui bahwa dari 8 variabel prediktor, terdapat tiga variabel yang signifikan dimana nilai $p\text{-value} < \alpha (= 0.1)$. Ketiga variabel tersebut antara lain persentase penduduk miskin (X₁), persentase rumah tangga tanpa akses listrik (X₅), dan angka harapan hidup (X₆). Dengan demikian, persamaan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$y_{it}^* = 94.0499 - 0.2919x_{1it} + 0.0423x_{2it} - 0.1147x_{3it} - 0.0141x_{4it} - 0.2248x_{5it} - 1.1594x_{6it} + 0.1023x_{7it} - 0.0878x_{8it}$$

Maka model probit panel adalah $P(Y = 1) = \Phi(y_{it}^*)$ dan $P(Y = 0) = 1 - \Phi(y_{it}^*)$

Jika suatu propinsi memiliki persentase penduduk miskin dan penerima raskin sebesar 13% dan 55%, angka melek huruf usia 15 tahun ke atas sebanyak 92%, rumah tangga dengan air minum bersih dan layak 40%, rumah tangga tanpa akses listrik 10%, angka harapan hidup 68%, tingkat pengangguran terbuka 10% serta rata-rata lama sekolah 6, maka nilai y_{it}^* yang diperoleh adalah 0.9005, sehingga probabilitas yang diperoleh adalah

$$P(Y = 1) = \Phi(y_{it}^*) = \Phi(0.9005) = 0.8159$$

$$P(Y = 0) = 1 - \Phi(y_{it}^*) = 1 - \Phi(0.9005) = 0.1861$$

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa provinsi tersebut termasuk dalam provinsi yang memiliki kecukupan energi cukup baik dan dapat terindikasi menjadi provinsi tahan pangan dengan peluang sebesar 81.59%.

Kemudian, hasil dari pengujian parameter pada Tabel 4.12 diuji kembali dengan menggunakan metode *stepwise*, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial Berdasarkan Variabel Signifikan

Variabel	Koefisien	Std.Error	W	p -value	Keputusan
Constant	104.8304	31.7702	3.30	0.001	
X_1	-0.3524	0.12386	-2.85	0.004	Tolak H_0
X_5	-0.2441	0.11821	-2.07	0.039	Tolak H_0
X_6	-1.4613	0.4466	-3.27	0.001	Tolak H_0
σ_u	6.8942	3.3328			
ρ	0.9793	0.0195			

Sumber : Hasil Olahan Software Statistik

Diperoleh model sebagai berikut.

$$y_{it}^* = 104.8304 - 0.3524x_{1it} - 0.2241x_{5it} - 1.4613x_{6it}$$

Model terbaik diperoleh melalui pendekatan ukuran kriteria kebaikan model. Pada penelitian ini, ukuran kriteria yang digunakan adalah *Akaike's Information Criterion* (AIC) pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Nilai *Akaike's Information Criterion*

	Nilai AIC
Model Lengkap	60.65
Model Signifikan	50.91

Kemudian nilai akurasi model yang terbentuk ditinjau dari nilai *sensitivity*, *specificity* dan ketepatan klasifikasi berdasarkan Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Akurasi Ketepatan Klasifikasi

	Sensitivity	Specificity	Ketepatan Klasifikasi
Model Lengkap	72,86%	83,33%	75,15%
Model Signifikan	71,42%	74,35%	72,12%

Dengan demikian, dapat diketahui bahwa model terbaik dengan AIC terkecil terdapat pada model signifikan dengan 3 variabel prediktor signifikan dan ketepatan klasifikasi terbaik terdapat pada model lengkap dengan 8 variabel prediktor. Adapun gambaran ketahanan dan kerawanan pangan provinsi di Indonesia berdasarkan besarnya konsumsi energi hasil klasifikasi model signifikan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.16 Kondisi Ketahanan Pangan Berdasarkan Energi di Indonesia

Aceh	Nusa Tenggara Barat
Sumatera Utara	Nusa Tenggara Timur
Sumatera Barat	Kalimantan Barat
Riau	Kalimantan Tengah
Jambi	Kalimantan Selatan
Sumatera Selatan	Kalimantan Timur
Bengkulu	Sulawesi Utara
Lampung	Sulawesi Tengah
Kep. Bangka Belitung	Sulawesi Selatan
Kepulauan Riau	Sulawesi Tenggara
DKI Jakarta	Gorontalo
Jawa Barat	Sulawesi Barat
Jawa Tengah	Maluku
DI Yogyakarta	Maluku Utara
Jawa Timur	Papua Barat
Banten	Papua
Bali	

Warna hijau menunjukkan provinsi dengan kecukupan energi terbesar sehingga terindikasi tahan pangan sebanyak 11 provinsi dan warna merah menunjukkan provinsi dengan kecukupan energi yang kurang sehingga terindikasi rawan pangan, mayoritas dimiliki oleh Pulau Jawa dan Indonesia bagian timur.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan antara lain :

1. Estimasi parameter model probit panel *random effect* dengan metode *Maximum Likelihood* (MLE) menggunakan pendekatan integral *Gauss Hermite*. Persamaan turunan pertama pada fungsi *likelihood* terhadap parameter menghasilkan bentuk yang tidak *closed form* sehingga proses estimasi parameter diselesaikan menggunakan iterasi *Newton Raphson*.
2. Pemodelan probit panel *random effect* menghasilkan variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan antara lain persentase penduduk miskin (X_1), persentase rumah tangga tanpa akses listrik (X_5) dan angka harapan hidup (X_6) dimana model terbaik dimiliki oleh model dengan variabel signifikan dengan nilai AIC sebesar 50,91 dan ketepatan klasifikasi terbaik oleh model lengkap, sebesar 75,15% dengan nilai *sensitivity* dan *specificity* sebesar 72,86% dan 83,33%. Model terbaik yang diperoleh adalah :

$$y_{it}^* = 104.8304 - 0.3524x_{1it} - 0.2241x_{5it} - 1.4613x_{6it}$$

3. Terdapat sebanyak 22 provinsi di Indonesia memiliki kecukupan energi yang kurang sehingga mengakibatkan provinsi tersebut terindikasi rawan pangan dimana mayoritas wilayah tersebut adalah daerah Pulau Jawa, Sumatra dan Indonesia Bagian Timur.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Melakukan determinasi antara ketahanan pangan secara regional dan rumah tangga, karena tahan pangan di tingkat regional belum tentu mencerminkan tahan pangan di tingkat rumah tangga, dan sebaliknya.

2. Metode probit panel dapat dikembangkan dengan memperhatikan efek waktu selain efek individual, menggunakan metode estimasi lain (bayes, GEE, dsb).
3. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mengklasifikasikan ulang definisi ketahanan pangan berdasarkan kecukupan energi sesuai dengan variabel yang signifikan.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

1.A Rata-rata Konsumsi Kalori Per Kapita Per Hari Menurut Provinsi

Provinsi	Konsumsi Kalori Energi				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	2075.79	1962.62	1869.93	1823.36	1794.04
Sumatera Utara	1970.81	1993.59	1892.36	1848.8	1883.81
Sumatera Barat	2056.46	2082.06	2023.38	1893.56	1901.48
Riau	1903.59	2020.46	1862.37	1871.37	1868.26
Jambi	1927.61	1960.08	1894.87	1775.98	1764.53
Sumatera Selatan	1989.11	1999.53	1925.99	1848.17	1887.11
Bengkulu	2007.41	1988.76	1892.07	1883.73	1876.48
Lampung	1953.67	1967.2	1880.6	1825.27	1750.15
Kep. Bangka Belitung	1971.63	1831.2	1828.31	1779.35	1812.78
Kepulauan Riau	2004.71	1895.49	1832.21	1915.48	1860.85
DKI Jakarta	1881.91	1880.46	1870.81	1812.89	1918.19
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	1854.02	1780.1	1678.41	1632.35	1663.56
Papua Barat	1892.73	1847.9	1696.6	1645.07	1637.37
Papua	1992.89	1806.23	1722.31	1617.42	1667.36

1.B Rata-rata Pengeluaran Makanan Per Kapita Menurut Provinsi

Provinsi	Pengeluaran Makanan				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	294585	329257	356132	371838	406835
Sumatera Utara	267180	316343	344467	363363	398932
Sumatera Barat	302475	358338	390870	419853	461404
Riau	316667	385949	432511	468503	481965
Jambi	268464	324197	336737	377133	403659
Sumatera Selatan	258508	300453	308027	353213	390807
Bengkulu	260743	294975	330123	348161	384146
Lampung	219887	261519	283870	314408	340844
Kep. Bangka Belitung	353232	391606	418496	491121	551960
Kepulauan Riau	366074	431248	470371	508569	574814
DKI Jakarta	398782	467669	519028	603269	623186
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	287212	281916	286031	337639	367971
Papua Barat	283070	367893	354867	416901	445820
Papua	304511	330865	356651	379876	487272

1.C Rata-rata Pengeluaran Total Per Kapita Menurut Provinsi

Provinsi	koding				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	482705	554055	584100	627381	679850
Sumatera Utara	499693	564565	599060	656133	699267
Sumatera Barat	531874	640348	681391	757809	812980
Riau	598012	754634	836550	879801	915106
Jambi	476495	586786	623378	682409	721001
Sumatera Selatan	453722	519312	598062	643332	730600
Bengkulu	477749	532692	565559	654451	705831
Lampung	411603	490180	517710	573634	628510
Kep. Bangka Belitung	661834	736645	818697	939726	1047711
Kepulauan Riau	681998	904790	997793	1100265	1271562
DKI Jakarta	1024214	1355688	1403098	1528429	1708275
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	526951	529906	562421	608016	702390
Papua Barat	498338	750381	700639	806825	902298
Papua	498350	556491	602751	675911	700025

1.D Persentase Penduduk Miskin di Indonesia

Provinsi	Persentase Penduduk Miskin				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	20.98	19.57	18.58	17.72	16.98
Sumatera Utara	11.31	11.33	10.41	10.39	9.85
Sumatera Barat	9.50	9.04	8.00	7.56	6.89
Riau	8.65	8.47	8.05	8.42	7.99
Jambi	8.34	8.65	8.28	8.42	8.39
Sumatera Selatan	15.47	14.24	13.48	14.06	13.62
Bengkulu	18.30	17.50	17.51	17.75	17.09
Lampung	18.94	16.93	15.65	14.39	14.21
Kepulauan Bangka Belitung	6.51	5.75	5.37	5.25	4.97
Kepulauan Riau	8.05	7.40	6.83	6.35	6.40
DKI Jakarta	3.48	3.75	3.70	3.72	4.09
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	9.42	9.18	8.06	7.64	7.41
Papua Barat	34.88	31.92	27.04	27.14	26.26
Papua	36.80	31.98	30.66	31.53	27.80

1.E Persentase Rumah Tangga Penerima/ Pembeli Beras Miskin atau Raskin

Provinsi	Persentase Rumah Tangga Penerima/Pembeli Raskin				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	68.91	68.67	70.4	68.54	66.81
Sumatera Utara	34.58	35.96	35.82	36.89	36.53
Sumatera Barat	31.99	34.77	34.3	35.25	37.53
Riau	32.3	32.49	33.23	32.52	31.91
Jambi	28.62	34.26	32.17	37.72	38.51
Sumatera Selatan	46.3	41.6	41.42	38.96	39.74
Bengkulu	37.33	38.21	37.45	39.77	38.29
Lampung	64.49	63.91	64.46	63.27	63.42
Kepulauan Bangka Belitung	9.49	10.33	11.52	10.19	10.1
Kepulauan Riau	29.52	27.04	26.02	20.74	31.91
DKI Jakarta	9.44	14.55	12.76	18.26	17.73
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	48.65	36.83	34.5	33.63	30.51
Papua Barat	44.07	41.57	45.43	39.68	37.11
Papua	32.21	36.25	37.86	36.12	38.81

1.F Angka Melek Huruf Usia 15 Tahun Keatas Menurut Provinsi

Provinsi	Angka Melek Huruf (AMH) Berusia 15 tahun ke atas				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	96.88	95.84	96.11	96.66	98.25
Sumatera Utara	97.32	96.83	97.35	97.81	98.57
Sumatera Barat	97.09	96.2	96.67	97.38	98.44
Riau	98.35	97.61	97.79	97.88	98.75
Jambi	95.88	95.52	95.97	96.72	97.94
Sumatera Selatan	97.36	96.55	96.9	97.24	98.14
Bengkulu	95.3	95.13	95.69	96.48	97.52
Lampung	94.64	95.02	95.13	95.81	97.46
Kepulauan Bangka Belitung	95.46	95.6	95.88	96.41	97.6
Kepulauan Riau	97.19	97.67	97.8	97.91	98.83
DKI Jakarta	99.13	98.83	99.07	99.14	99.54
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	96.08	96.01	96.43	97.37	98.36
Papua Barat	94.83	92.41	92.74	95.59	96.75
Papua	68.27	64.08	65.69	67.31	70.92

1.G Persentase Rumah Tangga Dengan Air Minum Bersih dan Layak

Provinsi	Persentase Rumah Tangga Air Minum Bersih Dan Layak				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	29.02	28.65	26.74	27.8	26.02
Sumatera Utara	46.06	41.73	39.94	39.52	36.54
Sumatera Barat	41.92	37.05	34.63	31.88	29.3
Riau	40.01	37.44	35.46	37.43	33.96
Jambi	48.28	44.32	44.62	42	41.9
Sumatera Selatan	45.99	45.17	43.76	46.17	45.43
Bengkulu	28.23	26.85	26.4	25.48	24.03
Lampung	38.07	37.82	36.02	40.28	35.36
Kepulauan Bangka Belitung	38.17	29.29	27.66	24.15	22.18
Kepulauan Riau	23.82	37.44	17.8	15.71	15.38
DKI Jakarta	28.33	24.29	22.99	22.48	21
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	54.18	46.18	47.16	42.63	40.89
Papua Barat	45.34	40.39	36.53	39.08	36.93
Papua	32.42	26.28	25.24	29.52	29.49

1.H Persentase Rumah Tangga Tanpa Akses Listrik Menurut Provinsi

Provinsi	Rumah Tangga Tanpa Listrik (Petromaks, Pelita, Obor Dan Lainnya)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	6.67	4.58	3.51	2.74	2.45
Sumatera Utara	7.09	6.06	5.19	4.47	4.04
Sumatera Barat	9.23	8.6	6.56	5.87	4.19
Riau	11.95	9.2	7.37	5.83	5.31
Jambi	12.07	9.5	4.5	4.75	5.28
Sumatera Selatan	11.32	8	7.14	5.42	3.38
Bengkulu	14.1	12.31	2.85	4.9	3.68
Lampung	8.71	7.47	2.13	3.95	2.7
Kepulauan Bangka Belitung	7.22	3.52	3.74	2.57	1.71
Kepulauan Riau	4.55	2.65	4.38	1.76	2.43
DKI Jakarta	0.45	0.05	0.03	0.08	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	20.34	19.39	15.43	13.97	12.56
Papua Barat	17.83	21.81	26.66	18.83	14.33
Papua	57.3	60.6	50.81	54.49	52.68

1.I Angka Harapan Hidup Menurut Provinsi di Indonesia

Provinsi	Angka Harapan Hidup (AHH)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	69.3	69.4	69.4	69.5	69.6
Sumatera Utara	67.5	67.6	67.8	68	68.2
Sumatera Barat	67.6	67.8	68	68.2	68.4
Riau	70.2	70.3	70.5	70.7	70.8
Jambi	69.9	70	70.2	70.4	70.5
Sumatera Selatan	68.3	68.5	68.7	68.9	69
Bengkulu	67.8	68	68.2	68.3	68.5
Lampung	68.9	69.1	69.3	69.6	69.8
Kepulauan Bangka Belitung	69.2	69.3	69.5	69.6	69.8
Kepulauan Riau	68.4	68.6	68.9	69.1	69.3
DKI Jakarta	71.4	71.6	71.8	71.9	72.1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	66.7	66.9	67.1	67.2	67.4
Papua Barat	64.6	64.8	64.9	65.1	65.2
Papua	64.3	64.5	64.6	64.8	64.9

1.J Tingkat Pengangguran Terbuka Menurut Provinsi di Indonesia

Provinsi	TPT				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	8.37	7.43	9.1	10.3	9.02
Sumatera Utara	7.43	6.37	6.2	6.53	6.23
Sumatera Barat	6.95	6.45	6.52	6.99	6.5
Riau	8.72	5.32	4.3	5.5	6.56
Jambi	5.39	4.02	3.22	4.84	5.08
Sumatera Selatan	6.65	5.77	5.7	5	4.96
Bengkulu	4.59	2.37	3.61	4.74	3.47
Lampung	5.57	5.78	5.18	5.85	4.79
Kepulauan Bangka Belitung	5.63	3.61	3.49	3.7	5.14
Kepulauan Riau	6.9	7.8	5.37	6.25	6.69
DKI Jakarta	11.05	10.8	9.87	9.02	8.47
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	6.03	5.55	4.76	3.86	5.29
Papua Barat	7.68	8.94	5.49	4.62	5.02
Papua	3.55	3.94	3.63	3.23	3.44

1.K Rata-rata Lama Sekolah Usia 15 Tahun Keatas Menurut Provinsi

Provinsi	Rata Lama Sekolah				
	2010	2011	2012	2013	2014
Aceh	8.8	8.8	8.93	9.01	9.24
Sumatera Utara	8.8	8.8	9.07	9.11	9.29
Sumatera Barat	8.5	8.4	8.6	8.64	8.63
Riau	8.6	8.6	8.62	8.74	8.86
Jambi	7.8	8	8.2	8.27	8.37
Sumatera Selatan	7.8	7.8	7.99	8.03	8.19
Bengkulu	8.2	8.3	8.48	8.53	8.7
Lampung	7.7	7.7	7.8	7.83	7.98
Kepulauan Bangka Belitung	7.4	7.5	7.68	7.7	7.76
Kepulauan Riau	9.6	9.7	9.81	9.83	9.77
DKI Jakarta	10.4	10.4	10.61	10.6	10.63
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	8.4	8.2	8.5	8.69	8.8
Papua Barat	9.3	8.8	9.24	9.15	9.35
Papua	6.3	5.8	6.09	6.05	6.25

Lampiran 2. Pemodelan Regresi Probit Panel

2.A Iterasi Kuadratur 12

```
. xtprobit y x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8, re
```

Fitting comparison model:

```
Iteration 0: log likelihood = -110.62881
Iteration 1: log likelihood = -76.011153
Iteration 2: log likelihood = -74.284873
Iteration 3: log likelihood = -74.182763
Iteration 4: log likelihood = -74.182125
Iteration 5: log likelihood = -74.182125
```

Fitting full model:

```
rho = 0.0 log likelihood = -74.182125
rho = 0.1 log likelihood = -63.421293
rho = 0.2 log likelihood = -55.800069
rho = 0.3 log likelihood = -49.906591
rho = 0.4 log likelihood = -45.082431
rho = 0.5 log likelihood = -40.964394
rho = 0.6 log likelihood = -37.33444
rho = 0.7 log likelihood = -34.07287
rho = 0.8 log likelihood = -31.04529
```

```
Iteration 0: log likelihood = -34.015899
Iteration 1: log likelihood = -21.2366 (not concave)
Iteration 2: log likelihood = -21.197084
Iteration 3: log likelihood = -21.197084 (backed up)
Iteration 4: log likelihood = -20.999901 (not concave)
Iteration 5: log likelihood = -20.404087
Iteration 6: log likelihood = -20.32745
Iteration 7: log likelihood = -20.326311
Iteration 8: log likelihood = -20.326311
```

2.B Pemodelan Regresi Probit Panel

Random-effects probit regression
 Group variable: kodingprop

Random effects $u_i \sim$ Gaussian

Log likelihood = -20.326311

Number of obs = 165
 Number of groups = 33
 Obs per group: min = 5
 avg = 5.0
 max = 5

LR chi2(8) = 48.57
 Prob > chi2 = 0.0000

y	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
x1	-.2919754	.1379164	-2.12	0.034	-.5622866	-.0216642
x2	.0423277	.0387152	1.09	0.274	-.0335527	.118208
x3	-.1147248	.123776	-0.93	0.354	-.3573213	.1278717
x4	-.0141126	.0454362	-0.31	0.756	-.103166	.0749408
x5	-.2248354	.0742971	-3.03	0.002	-.3704551	-.0792157
x6	-1.15944	.2675974	-4.33	0.000	-1.683921	-.6349586
x7	.1023424	.1975656	0.52	0.604	-.284879	.4895637
x8	-.0878602	.6677417	-0.13	0.895	-1.39661	1.22089
_cons	94.04991	23.57814	3.99	0.000	47.83762	140.2622
/lnsig2u	3.019067	1.120016			.8238765	5.214258
sigma_u	4.52462	2.533823			1.509741	13.56006
rho	.9534281	.049732			.6950586	.9945909

Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) = 107.71 Prob >= chibar2 = 0.000

Random-effects probit regression
 Group variable: kodingprop

Random effects $u_i \sim$ Gaussian

Log likelihood = -20.326311

Number of obs = 165
 Number of groups = 33
 Obs per group: min = 5
 avg = 5.0
 max = 5

Wald chi2(8) = 21.29
 Prob > chi2 = 0.0064

y	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
x1	-.2919754	.1379164	-2.12	0.034	-.5622866	-.0216642
x2	.0423277	.0387152	1.09	0.274	-.0335527	.118208
x3	-.1147248	.123776	-0.93	0.354	-.3573213	.1278717
x4	-.0141126	.0454362	-0.31	0.756	-.103166	.0749408
x5	-.2248354	.0742971	-3.03	0.002	-.3704551	-.0792157
x6	-1.15944	.2675974	-4.33	0.000	-1.683921	-.6349586
x7	.1023424	.1975656	0.52	0.604	-.284879	.4895637
x8	-.0878602	.6677417	-0.13	0.895	-1.39661	1.22089
_cons	94.04991	23.57814	3.99	0.000	47.83762	140.2622
/lnsig2u	3.019067	1.120016			.8238765	5.214258
sigma_u	4.52462	2.533823			1.509741	13.56006
rho	.9534281	.049732			.6950586	.9945909

Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) = 107.71 Prob >= chibar2 = 0.000

Log likelihood = -20.458741 Wald chi2(3) = 12.37
 Prob > chi2 = 0.0062

y	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
x1	-.3524616	.123863	-2.85	0.004	-.5952287	-.1096945
x5	-.244146	.1182134	-2.07	0.039	-.4758401	-.012452
x6	-1.461365	.4466953	-3.27	0.001	-2.336872	-.5858582
_cons	104.8304	31.7702	3.30	0.001	42.56195	167.0989
/lnsig2u	3.86138	.9668551			1.966379	5.756382
sigma_u	6.894267	3.332879			2.672968	17.78207
rho	.9793946	.0195119			.8772217	.9968474

Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) = 110.87 Prob >= chibar2 = 0.000

Lampiran 3. Akaike's Information Criterion

3.A AIC 8 Variabel Dengan 3 Variabel Signifikan

. estat ic, n(165)

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	165	.	-20.32631	10	60.65262	91.71208

Note: N=165 used in calculating BIC

3.A AIC 3 Variabel Signifikan

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	165	3.960948	-20.45874	5	50.91748	66.44721

Note: N=165 used in calculating BIC

Lampiran 4. Ketepatan Klasifikasi

4.A Hasil Aktual dan Prediksi Variabel Respon Model Lengkap

aktual * prediksi Crosstabulation

Count		prediksi		Total
		0	1	
aktual	0	94	6	100
	1	35	30	65
Total		129	36	165

4.A Hasil Aktual dan Prediksi Variabel Respon Model Signifikan

aktual * prediksi Crosstabulation Signifikan

Count

		prediksi		Total
		0	1	
aktual	0	90	10	100
	1	36	29	65
Total		126	39	165

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2007), *Categorical Data Analysis 2nd Edition*, John Wiley & Son, Inc., New Jersey.
- Akaike, H. (1973), *Information Theory and An Extension of The Maximum Likelihood Principle. In Proceedings of the 2nd International Symposium on Information*, B.N Petrov and F. Czaki, Budapest.
- Akbar, A, et.al. (2011), *Determinants of Economic Growth in Asian Countries : A Panel Data Perspective*, Pakistan Journal of Social Science Vol.31, No.1, pp 145-157. Multan.
- Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia (BKP-Kementan). www.bkp.pertanian.go.id diakses pada 18 Nopember 2015.
- Badan Pusat Statistik (BPS). www.bps.go.id diakses pada 10 Nopember 2015.
- Badan Pusat Statistik. (2013), *Analisis Sosial Ekonomi Petani di Indonesia*, Publikasi BPS, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2014), *Produksi Tanaman Pangan Angka Ramalan II Tahun 2014*, Publikasi BPS, Jakarta.
- Badan Urusan Logistik. (2012), *Pengertian Ketahanan Pangan*. <http://www.bulog.co.id/ketahananpangan.php> diakses pada 22 Nopember 2015
- Bertschek, I dan Lechner, M. (1997), *Convenient Estimators for The Panel Probit Model*, Beiträge zur Angewandten Wirtschaftsforschung, Universitat Mannheim, Mannheim.
- Butler, J.S dan Moffit, R. (1982), *A Computationally Efficient Quadrature Procedure For The One-Factor Multinomial Probit Model*, Econometrica Vol.50, No.3 pp.761-764.
- Casella, G dan Berger, R.L. (2002), *Statistical Inference 2nd Edition*, Duxbury Press, An Imprint of W adsworth Publishing Company Belmont, California.
- Christensen, R. (1990), *Log-Linear Model and Logistic Regression*, Springer-Verlag, New York.

- Dewan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian dan World Food Programme. (2015), *Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan Indonesia*, Jakarta.
- FAO. (2006), *Food Security*, Policy Brief Issue 2, FAO's Agriculture and Development Economics Division (ESA)
- Greene, W. (2012), *Econometric Analysis 7th Edition*, New Jersey.
- Harris, M.N, et.al. (2000), *A Comparison of Alternatif Estimators for Binary Panel Probit Models*, Melbourne Institute Working Paper No.3/00, The University of Melbourne, Victoria
- Heckman, J. (1979), *Sample Selection Bias as Specification Error*, *Econometrica*, 47, Applied Econometrics, 4.
- Hocking, R.R. (1996), *Methods and Applications of Linear Models: Regression and Analysis of Variance*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Hsiao, C. (2003), *Analysis of Panel Data 2nd Edition*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Johnson, R.A dan Wichern, D.W. (1992), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Prentice Hall, New Jersey.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2013). www.depkes.go.id diakses pada 22 Nopember 2015
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). *Situasi dan Analisis Gizi*, Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Kuncoro, M. (2013), *Mudah Memahami dan Menganalisis Indikator Ekonomi*, UPP STIM YKPN, Yogyakarta.
- Miranda, A. (2007), *Dynamic Probit Models for Panel Data: A Comparison of Three Methods of Estimation*, UK Stata Users Group Meeting, Keele University, England.
- Munikah.T, Pramoedyo. H, Fitriani. R. (2014), *Pemodelan Geographically Weighted Regression dengan Pembobot Fixed Gaussian Kernel pada Data Spasial (Studi Kasus Ketahanan Pangan di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan*, *Natural B*, Vol.2, No.3 April 2014, Malang.
- Munoz, J.H. (2009), *Mobility Informal to Formal Sector in Mexico 2002-2006: The Effects of Remittances*, Thesis, Georgetown University, Washington DC.

- Nurlatifah. (2011), *Determinan Ketahanan Pangan Regional dan Rumah Tangga di Provinsi Jawa Timur*, Tesis, Program Studi Ilmu Ekonomi Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Portal Nasional Republik Indonesia. www.indonesia.go.id diakses pada 18 Nopember 2015.
- Purwantini. T.B, Rachman. H.P.S dan Marisa, Y. (1999), *Analisis Ketahanan Pangan Regional dan Tingkat Rumah Tangga (Studi Kasus di Provinsi Sulawesi Utara)*, Laporan Hasil Penelitian Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Bogor.
- Rachman, H.P.S, Ariani, M dan Purwantini, T.B. (1996), *Distribusi Provinsi di Indonesia Menurut Derajat Ketahanan Pangan Rumah Tangga*, Laporan Hasil Penelitian Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Bogor.
- Ratnasari, V. (2012), *Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Model Probit Bivariate*, Disertasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rumalean, M.S. (2011), *Pemodelan Ketahanan Pangan Rumah Tangga di Indonesia dengan Pendekatan Seemingly Unrelated Regression*, Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Saliem. H.P, Lokollo. E.M, Purwantini. T.B, Ariani. M dan Marisa. Y. (2001), *Analisis Ketahanan Pangan Tingkat Rumah Tangga dan Regional*, Laporan Hasil Penelitian Puslitbang Sosek Pertanian, Bogor.
- Sistem Informasi Rujukan Statistik BPS (Sirusa BPS). (2015). www.sirusa.bps.go.id diakses pada 19 Nopember 2015.
- Suharni. (2015), *Estimasi Model Probit Data Panel Pada Rata-rata Jumlah Anak Lahir Hidup di Propinsi Jawa Timur*, Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan. (2015). www.tnp2k.go.id diakses pada 23 Nopember 2015.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012.
- World Food Programme. (2015), *Consolidated Approach to Reporting Indicators of Food Security (CARI)*. Technical Guidance Note, Italy.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BIODATA PENULIS



“If you stop learning, you will not have anything”

Penulis dilahirkan sebagai anak pertama dari tiga bersaudara di Pasuruan pada tanggal 15 Februari dengan nama lengkap SHARFINA WIDYANDINI. Penulis mulai menyelesaikan pendidikan formal di SDN Pekuncen I Pasuruan, SMP Negeri 2 Pasuruan dan SMA Negeri 1 Pasuruan. Kemudian penulis mengikuti ujian masuk diploma ITS-Surabaya dan diterima di Jurusan D3 Statistika Fakultas MIPA dengan NRP 1308 030 049 pada tahun 2008

Setelah selesai menempuh pendidikan D3, penulis melanjutkan program studi ke S1 Lintas Jalur Statistika FMIPA ITS dengan NRP 1311 106 002. Lalu melanjutkan program magister di jurusan yang sama dengan NRP 1314201048. Penulis yang akrab dipanggil Fina ini memiliki hobi travelling dan mencoba hal-hal baru di dunia hiburan seperti kuliner, fashion, fotografi, dll, disamping kegiatannya dalam menuntut ilmu, bekerja, dan bermanfaat bagi sesama. Karena baginya, keseimbangan dalam hidup, menjadi prioritas utama. Apabila ingin berdiskusi mengenai Tesis ini, dapat menghubungi alamat email sharfinawidyandini@yahoo.com.