

Dapatkan Akses Listrik Meningkatkan Ketahanan Pangan Di Indonesia?

Sri Juli Asdiyanti Samuda

Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara
Correspondence Email: srijuli@bps.go.id

Abstrak: Hubungan antara akses listrik dan ketahanan pangan telah diteliti selama beberapa tahun namun belum seluruhnya didukung dengan bukti empiris. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi peran akses listrik terhadap ketahanan pangan pada tingkat kabupaten/kota di Indonesia antara tahun 2018 hingga 2021. Hasil menunjukkan adanya keterkaitan spasial antara ketahanan pangan kabupaten/kota dengan wilayah sekitaran yang memiliki kesamaan karakteristik. Berdasarkan estimasi Spatial Error Model (SEM), penelitian ini menemukan adanya peran positif kapasitas terpasang pembangkit listrik terhadap indeks ketahanan pangan di Indonesia. Sementara, jumlah gardu tidak secara signifikan memengaruhi ketahanan pangan. Hasil ini diharapkan dapat mendorong pembuat kebijakan untuk memprioritaskan investasi pada infrastruktur ketenagalistrikan, yang dapat meningkatkan ketahanan pangan di kabupaten/kota. Variabel lain seperti share industri terhadap PDRB, PDRB per kapita, dan indeks pembangunan gender juga secara signifikan memengaruhi ketahanan pangan di Indonesia.

Kata kunci: Akses listrik, ketahanan pangan, spatial error model

Abstract: *The nexus between electricity access and food security has been studied over the years but has yet to be supported with empirical evidence. This study aims to estimate the role of electricity on food security at the district level in Indonesia between 2018 and 2021. Results show spatial dependence on food security at the district level with neighbourhood districts. Based on the Spatial Error Model (SEM) estimation, this study found a positive role of capacity installed on the food security index in Indonesia. The number of stations is not significant. This result can encourage policymakers to prioritise investments in electricity infrastructure, promoting food security at the district level. Share of industry on GRDP, Per Capita GRDP, and gender development index also significantly affect food security in Indonesia.*

Keywords: *electricity access, food security, spatial error model*

Article History :

Received; 10-09-2023; Revised; 02-10-2023; Accepted; 04-11-2023

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan dan ketahanan energi adalah isu strategis bagi para pembuat kebijakan di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Kedua isu ini juga menjadi bagian dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals - SDGs). Ketahanan pangan menjadi fokus Pemerintah karena memiliki kaitan erat dengan kestabilan ekonomi. Di Indonesia, upaya mencapai ketahanan pangan menemui berbagai tantangan seperti letak geografis, luas wilayah, infrastruktur, kondisi tanah, serta jalur distribusi. Pemerintah membuat beragam kebijakan dan regulasi untuk meningkatkan ketahanan pangan akan tetapi supaya memperkuat ketahanan pangan di Indonesia faktanya masih membutuhkan proses yang panjang. Laporan Global Food Security Index (GFSI) menunjukkan bahwa Indonesia berada pada peringkat 63 dari 113 negara. Angka ini mengalami peningkatan sebesar 1.69% dibandingkan tahun 2021 namun masih di bawah rata-rata global dan lebih rendah dibanding rata-rata Asia Pasifik.



Sementara itu, ketahanan energi terdiri dari tiga dimensi utama yaitu ketersediaan (availability), kemampuan untuk membeli (affordability), dan akses yang terjangkau (accessibility), serta bertahan untuk jangka panjang (sustainability). Salah satu tantangan penyediaan energi di Indonesia adalah terkait dengan transisi energi di sektor ketenagalistrikan. Energi listrik sangat diperlukan dalam menjalankan aktivitas perekonomian Indonesia, baik untuk kebutuhan konsumsi maupun aktivitas produksi. Target Pemerintah untuk dapat mencapai 100% rasio elektrifikasi pada tahun 2024 merupakan salah satu bukti pentingnya akses listrik terhadap perekonomian dan ketahanan pangan di Indonesia.

Di dalam literatur, banyak penelitian menunjukkan bahwa ketahanan energi, termasuk akses terhadap listrik, merupakan salah satu faktor yang memengaruhi ketahanan pangan. Pondie et al. (2022) menunjukkan bahwa akses terhadap listrik berdampak secara positif dan signifikan terhadap ketahanan pangan di 33 negara sub-Saharan Africa (SSA). Zakari et al. (2022) juga menemukan bahwa ketahanan energi berpengaruh positif terhadap ketahanan pangan karena dapat mengurangi kelaparan di negara-negara Afrika. Saing (2018) menemukan bahwa elektrifikasi berpengaruh secara positif terhadap ketahanan pangan rumah tangga di Kamboja pada periode 2004–2011.

Menurut Candelise et al. (2021) terdapat dua channel akses listrik dapat memengaruhi ketahanan pangan. Pertama, immediate impacts, yaitu elektrifikasi dapat meningkatkan produksi makanan dan penggunaannya melalui efisiensi proses produksi dan distribusi produk pertanian di daerah pedesaan. Akses terhadap listrik berpengaruh terhadap ketahanan pangan karena dapat meningkatkan produktivitas petani karena dapat berperan dalam setiap tahapan pertanian seperti penyiapan tanah, penanaman, budidaya, pengairan atau irigasi, dan pemanenan. Selain itu, listrik juga sangat membantu dalam penyimpanan dan pengolahan makanan; dalam transportasi dan distribusi makanan; dan dalam persiapan makanan (FAO 2012). Kedua, potential income-mediated impact, yaitu melalui peningkatan pendapatan sehingga meningkatkan kemampuan untuk membeli makanan. Terdapat beberapa penyebab elektrifikasi dapat meningkatkan pendapatan yaitu melalui penciptaan lapangan pekerjaan, pendidikan, efisiensi pekerjaan rumah tangga, dan women empowerment (Bhutto & Karim, 2007; Bos et al., 2018; Gibson & Olivia, 2010; Saing & Saing, 2017).

Studi yang menganalisis mengenai hubungan antara akses listrik dan ketahanan pangan berkembang secara pesat. Namun, sejauh ini masih perlu studi yang lebih lengkap dan komprehensif terkait kedua isu tersebut, terutama dengan mengatasi isu dalam estimasi salah satunya mempertimbangkan keterkaitan spasial di Indonesia. Motivasi penelitian ini adalah mengisi research gap tersebut. Dengan menggunakan estimasi model spasial, tujuan penelitian ini adalah menguji dampak dari ketersediaan akses listrik terhadap ketahanan pangan di Indonesia pada level kabupaten dan kota. Periode penelitian ini adalah tahun 2018 sampai dengan tahun 2021. Adapun dalam estimasi model, untuk mengatasi kemungkinan terjadinya keterkaitan spasial, penelitian ini menguji model dengan pendekatan spatial analysis model.

Terdapat beberapa kontribusi yang diberikan oleh penelitian ini. Pertama, penelitian secara lengkap menyajikan data dan analisis terkait ketersediaan akses listrik dan ketahanan pangan di Indonesia. Kedua, penelitian ini memberikan bukti empiris dari dampak ketersediaan akses listrik terhadap ketahanan pangan di Indonesia dengan memperhatikan efek ketergantungan spasial.

METODE PENELITIAN

Data dan Variabel

Penelitian ini bertujuan untuk melihat dampak dari ketersediaan akses energi listrik terhadap tingkat ketahanan pangan pada level kabupaten/kota periode 2018-2021. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah ketahanan pangan yang diukur melalui indeks ketahanan pangan (IKP). Sementara variabel independen utama adalah akses terhadap energi listrik yang dalam penelitian ini diukur oleh dua variabel yaitu jumlah kapasitas terpasang pembangkit listrik dan jumlah gardu. Pemilihan jumlah kapasitas terpasang pembangkit listrik dan jumlah gardu karena memengaruhi akses listrik yang dapat dinikmati rumah tangga sehingga memengaruhi rasio elektrifikasi. Cakupan penelitian ini adalah 514 kabupaten kota dari 38 provinsi di Indonesia.



Terdapat beberapa sumber data digunakan dalam penelitian ini yaitu Badan Pangan Nasional, Kementerian Pertanian, Badan Pusat Statistik (BPS), Perusahaan Listrik Nasional (PLN), dan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Indeks Ketahanan Pangan sebelum tahun 2021 dirilis oleh Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian. Namun, sejak tahun 2022, indeks tersebut secara resmi dirilis oleh Badan Pangan Nasional. Indeks Ketahanan Pangan (IKP) disusun berdasarkan sembilan indikator yang diturunkan dari tiga aspek ketahanan pangan, yaitu ketersediaan, keterjangkauan dan pemanfaatan pangan (Badan Pangan Nasional, 2022). Sembilan indikator pembentuk indeks ketahanan pangan adalah rasio konsumsi normatif per kapita terhadap produksi bersih, persentase penduduk miskin, persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65 persen terhadap total pengeluaran, persentase rumah tangga tanpa akses listrik, rata-rata lama sekolah perempuan, persentase rumah tangga tanpa akses ke air bersih, rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk, jumlah kasus stunting, serta angka harapan hidup. IKP setiap kabupaten/kota kemudian dikategorikan ke dalam enam kategori untuk menentukan wilayah prioritas.

Tabel 1. Kelompok Indeks Ketahanan Pangan

Kelompok IKP	Kabupaten	Kota	Provinsi
1	≤ 41.52	≤ 28.84	≤ 37.61
2	$> 41.52 - 51.42$	$> 28.84 - 41.44$	$> 37.61 - 48.27$
3	$> 51.42 - 59.58$	$> 41.44 - 51.29$	$> 48.27 - 57.11$
4	$> 59.58 - 67.75$	$> 51.29 - 61.13$	$> 57.11 - 65.96$
5	$> 67.75 - 75.68$	$> 61.13 - 70.64$	$> 65.96 - 74.40$
6	> 75.68	> 70.64	> 74.40

Studi ini juga menggunakan beberapa data sebagai variabel kontrol dalam model, antara lain jumlah penduduk, PDRB per kapita, indeks pembangunan gender, dan share industri terhadap PDRB. Tabel 2 menyajikan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2. Deskripsi Data

Variabel	Sumber Data
Indeks Ketahanan Pangan	Badan Pangan Nasional, Kementerian Pertanian
Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)
Jumlah Gardu Listrik	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)
Jumlah Penduduk	BPS
Share industry terhadap PDRB	BPS
PDRB per kapita	BPS
Indeks Pembangunan Gender	BPS

Pemilihan variabel dependen dan variabel kontrol dalam penelitian ini adalah berdasarkan kajian teoritis dan penelitian sebelumnya. Menurut Gibson dan Olivia (2010) kualitas infrastruktur ketenagalistrikan berdampak pada penciptaan lapangan kerja dan diversifikasi mata pencaharian sehingga dapat menghasilkan pendapatan bagi masyarakat. Pendapatan yang meningkat akan berdampak positif terhadap ketahanan pangan. Infrastruktur listrik dalam penelitian ini direpresentasikan oleh kapasitas terpasang pembangkit listrik dan jumlah gardu listrik.



Sementara itu, jumlah penduduk memengaruhi kemampuan suatu daerah untuk menyediakan pangan yang lebih cukup (Badami dan Ramankutty 2015; Vijay dan Armsworth 2021). Semakin tinggi jumlah penduduk maka ketersediaan pangan juga harus lebih besar. PDRB per kapita menunjukkan pendapatan masyarakat. Semakin tinggi PDRB per kapita maka kapasitas atau kemampuan masyarakat untuk membeli pangan yang cukup akan lebih tinggi (Headey, 2013). Literatur juga menunjukkan asosiasi yang kuat antara kesetaraan gender dengan ketahanan pangan (OECD, 2022). Perempuan bertanggung jawab atas kecukupan gizi di sebagian besar rumah, termasuk pembelian dan persiapan makanan. Namun, perempuan seringkali terbatas norma-norma tradisional untuk mendapatkan akses terhadap pendidikan dan pekerjaan. Dengan demikian peran kesetaraan gender sangat penting untuk mencapai ketahanan pangan karena memengaruhi kemampuan perempuan untuk menjangkau dan menentukan kualitas pangan.

I. Metode Estimasi

1. Pengujian Korelasi Spasial

Seiring dengan semakin meluasnya integrasi ekonomi antar wilayah maka memungkinkan adanya keterkaitan spasial antar wilayah sehingga dalam estimasi model perlu mengakomodir keragaman spasial. Sebagian besar penelitian mengenai ketahanan pangan belum memperhitungkan isu ketergantungan spasial. Adanya autokorelasi spasial dalam bentuk kesalahan akibat ketergantungan spasial dapat menyebabkan estimasi parameter menjadi bias dan tidak konsisten kecuali variabel dependen dan penjelas yang secara spasial dimasukkan dalam model (Akarsu & Berke, 2020; Ngoc & Khoi, 2022). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan Indeks Global Moran's I untuk menguji adanya ketergantungan spasial pada data yang digunakan. Hipotesis nolnya adalah data tersebar secara acak atau tidak mempunyai pola spasial. Persamaan 1 menunjukkan persamaan dari indeks Global Moran.

$$I_m = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 (\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)} \quad (1)$$

dimana S_0 adalah penimbang spasial, $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}$. W_{ij} menunjukkan bobot penimbang antara i and j .

Ketergantungan Spasial juga dapat diuji dengan menggunakan *Moran Scatter Plot*. Moran scatter plot terdiri dari plot dengan *initial variable* pada sumbu x dan variabel *spatially lagged* pada sumbu y. Kategorisasi autokorelasi spasial ke dalam empat kelompok merupakan komponen penting dalam *Moran Scatter Plot*. Semua titik di sebelah kanan *mean* mempunyai $z_i > 0$ dan semua titik di sebelah kiri mempunyai $z_i < 0$, karena plot berpusat pada *mean* (nol). *Deviasi means* dinyatakan ke dalam nilai z. Plot-plot tersebut kemudian dibagi menjadi empat kuadran. Autokorelasi spasial positif (nilai serupa di lokasi yang berdekatan) terdapat di kuadran kanan atas dan kiri bawah, yang saling bersesuaian. Keduanya masing-masing disebut sebagai autokorelasi spasial tinggi-tinggi dan rendah-rendah. Sebaliknya, kuadran kanan bawah dan kiri atas berkorelasi dengan autokorelasi spasial negatif (perbedaan nilai pada lokasi yang berdekatan). Setiap bagian diklasifikasikan sebagai autokorelasi spasial tinggi-rendah dan rendah-tinggi. Pengklasifikasian autokorelasi spasial menjadi empat jenis diawali dengan adanya hubungan antara autokorelasi spasial global dan lokal. Namun, klasifikasi tersebut tidak menunjukkan signifikansi. Dengan tujuan menganalisis perbedaan spasial antar wilayah yang berbeda di wilayah penelitian, Bai et al. (2020) memperkenalkan *local spatial autocorrelation model* dan menggunakan *Moran Scatter Plot* untuk mengekspresikan karakteristik aglomerasi spasialnya.

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} (X_j - \bar{X}) \quad (2)$$

adalah nilai autokorelasi lokal. Dimana $I_i > 0$ (kuadran I dan III) menunjukkan bahwa



daerah penelitian dengan daerah sekitarnya menunjukkan sifat aglomerasi tinggi-tinggi atau rendah-rendah, dan merupakan korelasi positif. Dimana $I_i < 0$ (kuadran kedua dan keempat) menunjukkan bahwa daerah penelitian dengan daerah sekitarnya menunjukkan sifat aglomerasi tinggi-rendah dan merupakan korelasi negative dan $I_i = 0$ berarti tidak terdapat karakteristik aglomerasi spasial.

2. Analisis Spasial

Berdasarkan Anselin (1988), persamaan umum dari regresi spasial adalah seperti pada persamaan 3.

$$y = \rho W_1 y + X\beta + u; \quad (3)$$

dimana $u = \gamma W_2 u + \varepsilon$ with $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$. W merupakan matriks penimbang spasial berukuran $N \times N$. Dalam penelitian ini matriks penimbang yang digunakan adalah *contiguity weight matrix*, dimana nilainya bukan nol jika dua kabupaten/kota saling bertetangga dan bernilai nol jika sebaliknya. Dengan demikian dalam penelitian ini model terdapat pada persamaan 4.

$$\ln\left(\frac{y_{it}}{y_{i,t-1}}\right) = \rho W_1 \ln(y_{i,t-1}) + X\beta + WX\theta + \gamma W_2 u + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Terdapat empat pendekatan spasial model yang umumnya digunakan dalam literatur: spatial autoregressive model, spatial error model, spatial Durbin model, dan spatial autoregressive combined model (Ngoc & Khoi, 2022). Pertama dikenal dengan *Spatial Auto Regressive (SAR)* dengan persamaan struktural seperti pada persamaan 5.

$$y = \alpha i_n + \rho W y + X\beta + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (5)$$

Dimana ρ menunjukkan koefisien dari variabel endogen Wy . Wy adalah variabel yang menunjukkan fungsi dari nilai yang bertetangga pada variable dependen. Hasil koefisien SAR lebih sulit untuk diinterpretasikan karena adanya keterkaitan spasial di dalam model.

Model *Spatial Autoregressive Combined (SAC)* diperkenalkan oleh Kelejian & Prucha (1998) dan memiliki beberapa kesamaan dengan model SAR. Terdapat kesamaan dalam interpretasi dari hasil koefisien model SAR dan SAC model. Persamaan model SAC dapat dituliskan seperti pada persamaan 6.

$$y = \alpha i_n + \rho W y + X\beta + u, \quad u = \lambda W u + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (6)$$

Spatial Durbin Model (SDM) mengandung antara keterkaitan spasial exogenous dan endogenous sehingga model ini juga cukup sulit untuk diinterpretasikan. Persamaan *Spatial Durbin model (SDM)* terdapat pada persamaan 7.

$$y = \alpha i_n + \rho W y + X\beta + WX\gamma + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (7)$$

Sementara itu untuk persamaan structural dari *Spatial Errors Model (SEM)* terdapat pada persamaan 8. *Spatial Errors Model (SEM)* adalah sebuah model regresi linier dimana variabel error mempunyai korelasi spasial. Hal ini disebabkan oleh adanya variabel dependent yang tidak terdapat dalam model regresi linier sehingga akan dihitung sebagai error dan variabel-variabel tersebut berkorelasi secara spasial dengan error di wilayah lain.



$$y = \alpha i_n + X\beta + u, u = \lambda Wu + \varepsilon, \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (8)$$

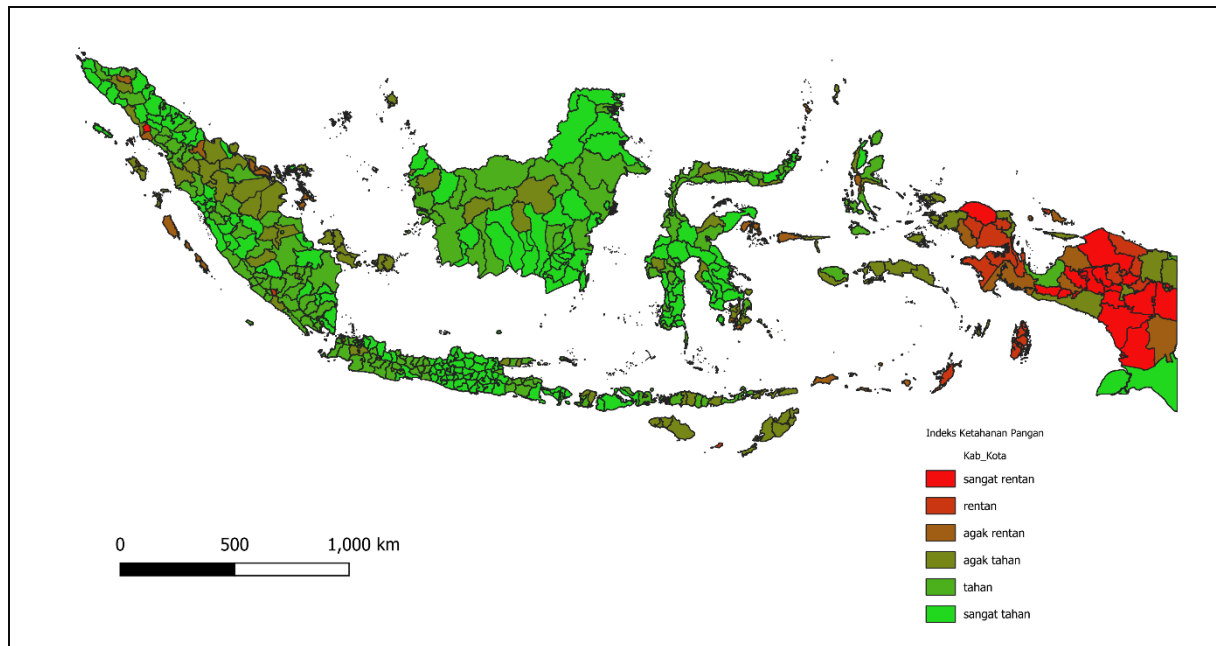
Dimana λ adalah koefisien yang menunjukkan kekuatan korelasi spasial antar error (conditional on W). W menunjukkan matriks penimbang yang menggambarkan struktur spasial yang saling memengaruhi antar residual.

Pada penelitian ini dalam pemilihan model terbaik antara SAR, SDM, SAC, dan SEM, dipilih berdasarkan nilai the Akaike Information Criterion (AIC) dan Bayesian Information Criterion (BIC). Model terbaik adalah model yang memiliki nilai skor AIC dan BIC terendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

I. Preliminary Analysis

Ketahanan pangan dalam penelitian ini diukur menggunakan indeks ketahanan pangan. *Preliminary* analisis dilakukan sebelum melakukan estimasi model untuk mendukung hasil estimasi sehingga analisis menjadi lebih komprehensif. Gambar 1 dan 2 menunjukkan peta ketahanan pangan berdasarkan indeks ketahanan pangan (IKP) tahun 2018 dan 2021. Perhitungan IKP berdasarkan sembilan indikator untuk wilayah kabupaten dan delapan indikator untuk wilayah kota yang mencerminkan tiga aspek ketahanan pangan suatu wilayah dibandingkan dengan wilayah lainnya.



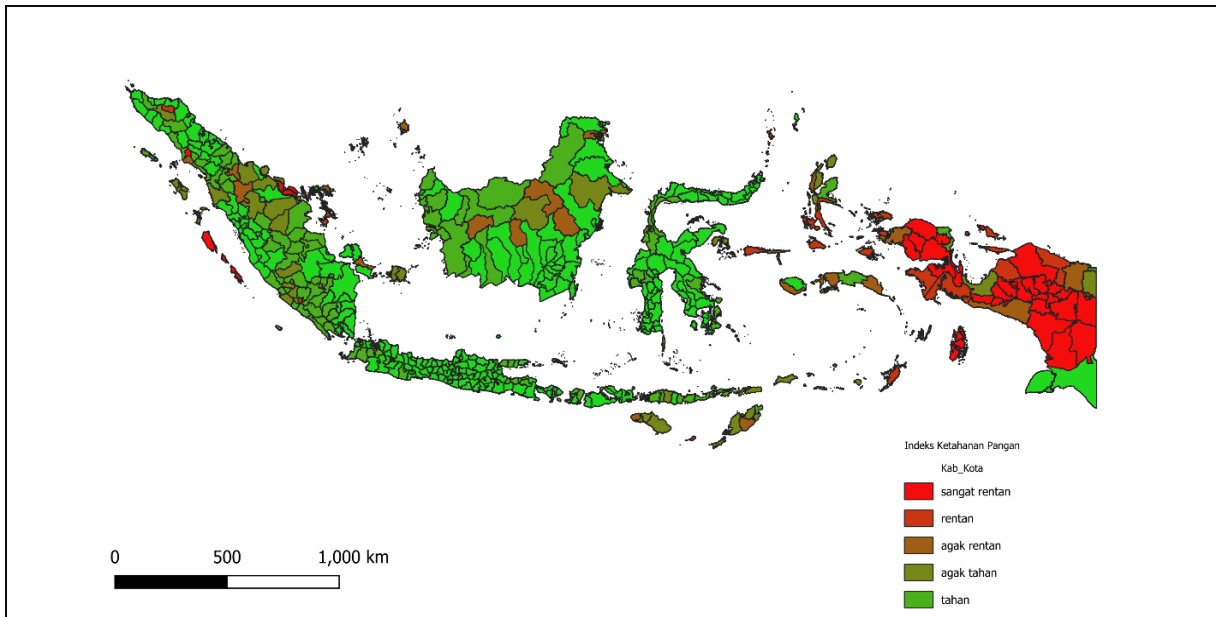
Gambar 1. Peta Ketahanan Pangan Indonesia, 2018

Sumber: Kementerian Pertanian, diolah oleh penulis

Pada tahun 2018, terdapat 16 kabupaten/kota yang tergolong “sangat rentan” dengan 87% kabupaten/kota tersebut terdapat di Provinsi Papua dan Papua Barat, provinsi dengan jumlah kapasitas pembangkit listrik terendah. Hal ini menguatkan asumsi bahwa provinsi dengan jumlah kapasitas pembangkit listrik terendah memiliki ketahanan pangan yang rendah. Sementara itu, sebanyak 14 kabupaten/kota yang tergolong “rentan” serta 211 kabupaten/kota atau sekitar 41% dari 514 kabupaten/kota dikategorikan “sangat tahan”. Pada tahun 2021, jumlah kabupaten/kota yang tergolong “sangat rentan” meningkat cukup signifikan menjadi sebanyak 29 kabupaten/kota dengan sebaran terbanyak masih di Provinsi Papua. Jumlah kabupaten/kota yang tergolong “rentan” juga meningkat menjadi sebanyak 20 kabupaten/kota. Namun demikian, sebanyak 292 kabupaten/kota tercatat sebagai kabupaten/kota yang “sangat tahan”.



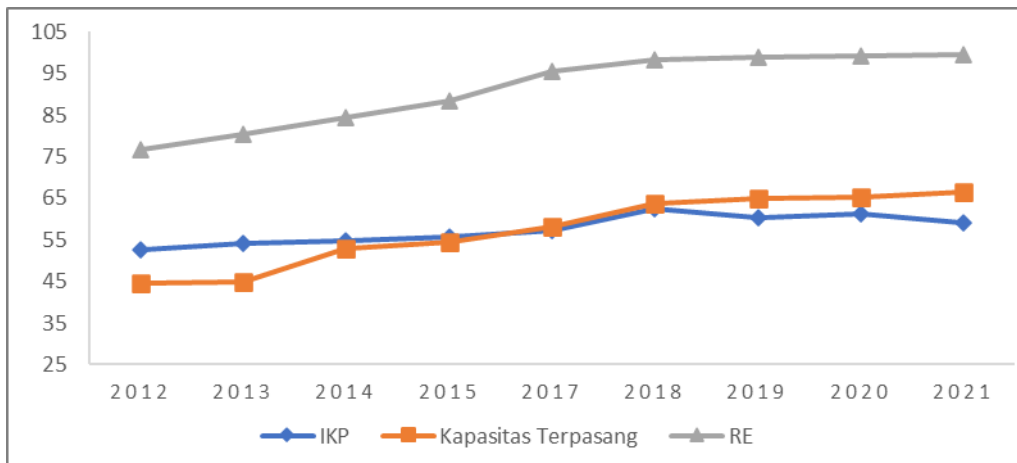
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Gambar 2. Peta Ketahanan Pangan Indonesia, 2021

Sumber: Badan Pangan Nasional, diolah oleh penulis

Pada Gambar 3 disajikan perkembangan indeks ketahanan pangan, jumlah kapasitas terpasang pembangkit listrik, dan rasio elektrifikasi Indonesia tahun 2012 hingga tahun 2021. Gambar menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan kapasitas terpasang pembangkit listrik, rasio elektrifikasi rumah tangga di Indonesia pun meningkat. Indeks ketahanan pangan turut mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan rasio elektrifikasi. Akan tetapi, pada tahun 2019, indeks ketahanan pangan mulai menunjukkan tren penurunan hingga tahun 2021.



Gambar 3. Perkembangan Indeks Ketahanan Pangan, Rasio Elektrifikasi, dan Kapasitas Terpasang Listrik Indonesia, 2012-2021

Dalam penelitian ini, beberapa data digunakan dalam estimasi model. Tabel 3 memberikan informasi terkait *summary statistics* dari variabel yang digunakan dalam penelitian ini. Indeks ketahanan pangan memiliki deviasi tertinggi dalam penelitian ini.



Tabel 3. Summary Statistics

Variabel	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Indeks Ketahanan Pangan	2056	71.04	14.44	7.38	93.97
Kapasitas Terpasang (ln)	2056	7.24	1.36	1.58	9.27
Jumlah Gardu Listrik (ln)	2056	7.67	1.73	0	10.57
Jumlah Penduduk (ln)	2056	12.63	1.03	9.53	15.62
Share industry terhadap PDRB	2056	12.69	14.25	0	82.20
PDRB per kapita	2056	10.64	0.67	8.62	13.53
Indeks Pembangunan Gender	2056	89.73	6.09	52.23	99.2

Sebelum estimasi model, Tabel 4 menunjukkan hasil korelasi Pearson's dari variabel dependen yaitu indeks ketahanan pangan dengan variabel independen dan variabel kontrol dalam penelitian ini. Seluruh variable independen dan variabel control secara signifikan berkorelasi dengan variabel dependen dengan tingkat signifikansi 1%.

Tabel 4. Hasil Korelasi Pearson's

Variabel	Koefisien Korelasi Pearson's	<i>p-value</i>
IKP – Kapasitas Terpasang (ln)	0.283	0.000
IKP - Jumlah Gardu Listrik (ln)	0.408	0.000
IKP - Share industry terhadap PDRB	0.255	0.000
IKP – PDRB Per Kapita	0.231	0.000
IKP – Indeks Pembangunan Gender	0.453	0.000
IKP – Jumlah penduduk (ln)	0.526	0.000

II. Hasil Korelasi Spasial

Penelitian ini menguji keterkaitan spasial melalui statistik Moran's I. Tabel 5 menunjukkan nilai Moran's I global dari data indeks ketahanan pangan kabupaten/kota di Indonesia selama periode 2018 sampai dengan 2021. Dari tahun 2018 hingga 2022, nilai Moran's I global di 514 kabupaten/kota semuanya positif, semuanya signifikan pada tingkat signifikansi 1%. Terdapat bukti yang menolak hipotesis nol, yang menunjukkan adanya ketergantungan spasial pada indeks ketahanan pangan antar kabupaten. Hasil ini menunjukkan bahwa ketahanan pangan di 514 kabupaten tidak terjadi secara acak.

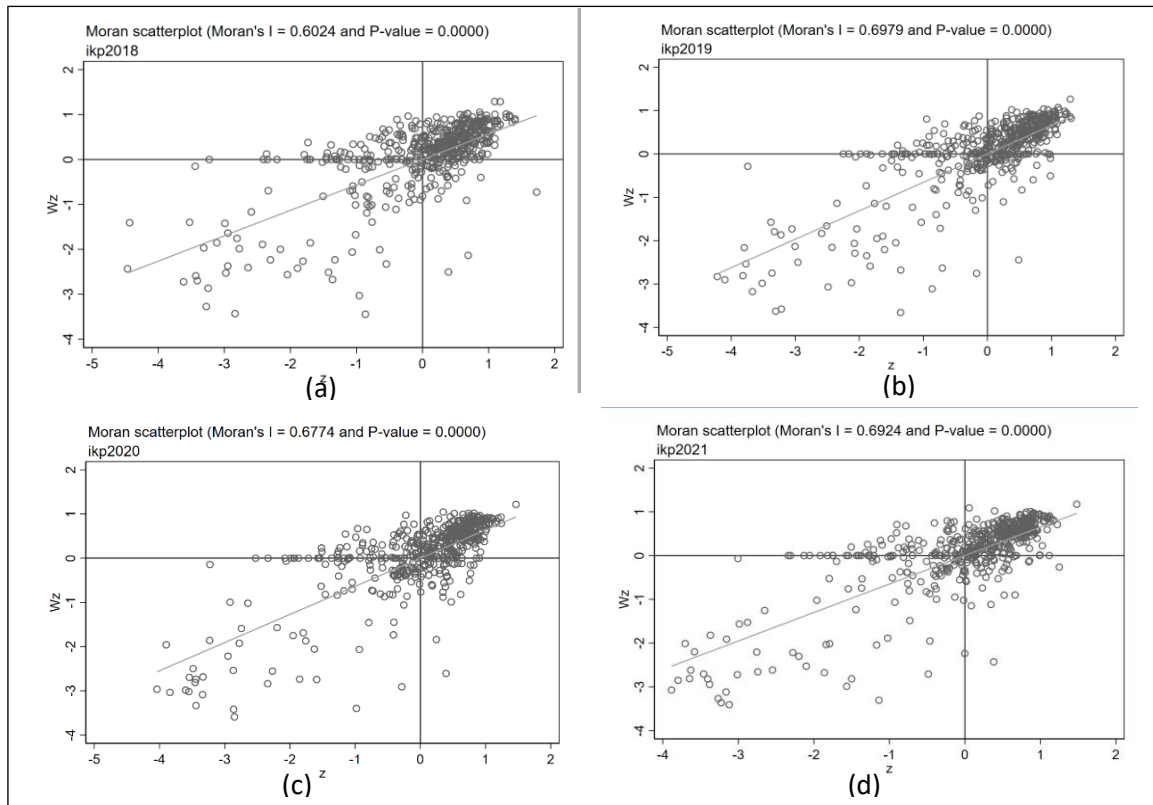
Tabel 5. Nilai Global Moran's I

Year	Moran's I	p-value
2018	0.6024	0.000
2019	0.6979	0.000
2020	0.6774	0.000
2021	0.6924	0.000

Keterkaitan spasial juga terlihat dari *Moran scatter plot* yang terdapat pada Gambar 4. Oleh karena



itu, metode ekonometrik yang memperhatikan keterkaitan spasial perlu digunakan untuk menganalisis indeks ketahanan pangan pada tingkat kabupaten/kota di Indonesia.



Gambar 4. Moran scatterplot (a) 2018, (b) 2019, (c) 2020, (d) 2021

Pengujian ketergantungan cross-sectional dalam penelitian ini juga dilakukan dengan uji Pesaran. Penelitian ini menggunakan Uji Pesaran untuk menguji keberadaan ketergantungan spasial pada data panel kemiskinan. Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa hasil uji Pesaran menolak hipotesis nol, artinya terdapat ketergantungan *cross-sectional* pada tingkat signifikansi 1% dari data indeks ketahanan pangan.

Tabel 6. Hasil Pesaran test

Variabel	Statistics	<i>p-value</i>
IKP	191.6	0.000

Tabel 7 menunjukkan hasil estimasi dengan menggunakan pendekatan spasial model. Dalam penelitian ini, model terbaik dipilih berdasarkan kriteria AIC dan BIC dengan melihat skor AIC dan BIC terkecil. Berdasarkan kriteria tersebut, model terbaik adalah *Spatial Errors Model* (SEM). Hasil pada Tabel 7 menunjukkan bahwa kapasitas terpasang pembangkit listrik berpengaruh signifikan terhadap indeks ketahanan pangan. Sementara, jumlah gardu listrik tidak secara signifikan memengaruhi indeks ketahanan pangan di Indonesia. Nilai lambda yang signifikan mengindikasikan adanya keterkaitan ketahanan pangan antar kabupaten/kota di Indonesia. Nilai parameter lain yang signifikan menunjukkan bahwa angka indeks ketahanan di level kabupaten/kota di Indonesia dipengaruhi oleh variabel independent di kabupaten/kota tersebut dan residual spasial dari kabupaten/kota lain yang berdekatan dan memiliki karakteristik yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketahanan pangan kabupaten/kota di Indonesia dipengaruhi



oleh ketahanan pangan daerah-daerah di sekitarnya dan memiliki yang karakteristik sama.

Tabel 7. Hasil Estimasi Spasial

Variabel	FE	SAR	SDM	SAC	SEM
Kapasitas Terpasang (ln)	4.702*** (0.684)	0.762* (0.376)	1.060* (0.500)	3.683*** (0.676)	5.085*** (0.671)
Jumlah Gardu Listrik (ln)	0.087 (0.174)	0.173 (0.165)	0.0668 (0.250)	0.051 (0.139)	0.146 (0.175)
Share industry terhadap PDRB	-0.117* (0.049)	-0.092* (0.031)	-0.0506 (0.028)	-0.01* (0.041)	-0.082* (0.042)
PDRB per kapita	3.528*** (0.894)	4.361*** (0.565)	4.071*** (0.549)	2.498*** (0.740)	2.334** (0.778)
Indeks Pembangunan Gender	1.185** (0.387)	0.838 (0.076)	0.403*** (0.072)	0.9** (0.319)	0.904** (0.333)
Jumlah Penduduk (ln)	3.326* (0.894)	4.181*** (0.566)	5.425*** (0.544)	2.012 (1.357)	2.699 (1.474)
Konstanta	-148.0*** (37.21)	-115.6*** (10.23)	-85.67*** (9.211)		
Spatial Rho		0.269*** (0.031)	1.060*** (0.057)	0.899*** (0.212)	
Lambda				-0.151 (0.290)	0.800*** (0.070)
AIC	10737.2	13079.3	12861	10646.5	10622.8
BIC	10776.6	13203.1	13018.6	10764.7	10667.8

Standard errors in parentheses (2) with ***, ** and * denote statistical significance at (5%, 1% and 0.1%) level of significance, respectively.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketersediaan akses listrik yang diukur dari kapasitas terpasang pembangkit listrik secara signifikan dan positif memengaruhi ketahanan pangan di Indonesia. Peningkatan jumlah kapasitas terpasang pembangkit listrik akan meningkatkan ketahanan pangan kabupaten/kota di Indonesia. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Zakari *et al.* (2022) dan Pondie *et al.* (2023) yang juga menemukan bahwa akses atau infrastruktur listrik secara signifikan memengaruhi ketahanan pangan. Selain itu, share dari sektor industri terhadap PDRB, PDRB per kapita, dan indeks pembangunan gender juga signifikan memengaruhi ketahanan pangan di Indonesia. Peningkatan share dari sektor industri terhadap PDRB terbukti secara signifikan dapat mengurangi ketahanan pangan di suatu wilayah. Industrialisasi tidak terkendali dapat menjadi penyebab utama perubahan iklim, perubahan suhu, dan pola curah hujan yang berdampak negatif terhadap



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

produktivitas tanaman dan produksi pangan (Setiawan et al., 2023). Peningkatan konversi lahan pertanian menjadi wilayah industri juga berdampak pada produktivitas pertanian dan pendapatan petani yang ikut memengaruhi ketahanan pangan (Chen et al., 2019; Nurpita et al., 2019). PDRB per kapita juga berdampak positif terhadap ketahanan pangan. Semakin tinggi pendapatan seseorang maka semakin baik pula konsumsi pangannya. Sementara itu, indeks pembangunan gender juga berdampak positif terhadap ketahanan pangan. Kesetaraan gender antara wanita dan pria memastikan kesamaan informasi dan kesempatan perempuan dalam memperoleh informasi dan pekerjaan. Dengan demikian, wanita yang umumnya memegang peranan penting dalam hal penyediaan makanan berperan penting dalam ketahanan pangan pada level mikro yaitu rumah tangga (Botreau & Cohen., 2019)

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menguji peran dari ketersediaan akses listrik yang diukur berdasarkan jumlah kapasitas terpasang pembangkit listrik dan jumlah gardu listrik terhadap indeks ketahanan pangan di Indonesia. Periode penelitian adalah tahun 2018 sampai dengan tahun 2021 dengan level penelitian pada tingkat kabupaten/kota di Indonesia. Hasil penelitian berdasarkan Spatial Errors model (SEM) menunjukkan bahwa kapasitas terpasang pembangkit listrik secara signifikan memengaruhi indeks ketahanan pangan di Indonesia. Peningkatan kapasitas terpasang pembangkit listrik berpengaruh positif terhadap ketahanan pangan di Indonesia. Sementara variabel jumlah gardu listrik yang juga mewakili akses listrik tidak signifikan memengaruhi indeks ketahanan pangan. Beberapa variabel kontrol yang signifikan memengaruhi indeks ketahanan pangan kabupaten/kota yaitu share sektor industri terhadap PDRB, PDRB per kapita, dan indeks pembangunan gender.

Berdasarkan hasil penelitian ini terdapat beberapa rekomendasi yang bisa diberikan. Pertama, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah kapasitas terpasang pembangkit listrik akan meningkatkan ketahanan pangan kabupaten/kota di Indonesia. Dengan demikian, Pemerintah direkomendasikan untuk memprioritaskan investasi di bidang kelistrikan salah satunya dengan penambahan kapasitas pembangkit listrik. Saat ini Pemerintah sedang berupaya untuk mempercepat pencapaian Net Zero Emission (NZE) di tahun 2060. Percepatan ini dapat ditunjang pula dengan upaya mendorong peningkatan proporsi kapasitas pembangkit energi baru dan terbarukan (EBT) dibandingkan pembangkit dari energi fosil. Kedua, industrialisasi yang tidak terkendali dan ramah lingkungan dapat berpengaruh negatif terhadap ketahanan pangan di Indonesia. Selain itu, alih fungsi lahan pertanian ke lahan industri juga berdampak pada produktivitas pertanian dan pendapatan petani. Dengan demikian, upaya Pemerintah untuk mempercepat NZE merupakan hal yang perlu diprioritaskan. Selain itu, Pemerintah juga perlu memperketat aturan konversi lahan dalam rangka industrialisasi agar tidak berdampak pada kerusakan lingkungan dan produktivitas produk bahan pangan. Ketiga, upaya mencapai ketahanan pangan di Indonesia terbukti secara empiris juga perlu didukung oleh upaya meningkatkan kesetaraan gender. Pemerintah dapat menjadikan hal ini sebagai sebuah insight dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan dengan mendorong kesetaraan gender dalam hal memperoleh pendidikan, informasi, dan pekerjaan. Salah satunya, dengan pemberian lokakarya bagi ibu rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Akarsu, G., & Berke, B. (2020). Convergence of electricity consumption in Turkey: Spatial panel data analysis. *Panoeconomicus*, 67(2), 241–256. <https://doi.org/10.2298/PAN161129007A>
- Badami MG, Ramankutty N. (2015). Urban agriculture and food security: a critique based on an assessment of urban land constraints. *Glob Food Sec* 4:8–15
- Bai, J., Li, S., Wang, N., Shi, J., & Li, X. (2020). Spatial spillover effect of new energy development on economic growth in developing areas of China - An empirical test based on the spatial dubin model. *Sustainability (Switzerland)*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/SU12083249>
- Bhutto, A. W., & Karim, S. (2007). Energy-poverty alleviation in Pakistan through. *XI(1)*. [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60564-5](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60564-5)



- Botreau & Cohen, J.M. (2019). Gender Inequalities and Food Insecurity. Oxfam International July 2019
- Bos, K., Chaplin, D., & Mamun, A. (2018). Energy for Sustainable Development Benefits and challenges of expanding grid electricity in Africa: A review of rigorous evidence on household impacts in developing countries. *Energy for Sustainable Development*, 44, 64–77. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.02.007>
- Candelise, C., Saccone, D., & Vallino, E. (2021). An empirical assessment of the effects of electricity access on food security. *World Development*, 141, 105390. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105390>
- FAOSTAT. (2022). <https://www.fao.org/faostat/fr/#home>
- Gibson, J., & Olivia, S. (2010). The Effect of Infrastructure Access and Quality on Non-Farm Enterprises in Rural Indonesia. *World Development*, 38(5), 717–726. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.11.010>
- Headey, D. D. (2013). The impact of the global food crisis on self-assessed food security. *World Bank Economic Review*, 27(1), 1–27. <https://doi.org/10.1093/wber/lhs033>
- Kirubi C, Jacobson A, Kammen DM, Mills A. (2009). Communitybased electric micro-grids can contribute to rural development: evidence from Kenya. *World Dev* 37(7):1208–1221
- Ngoc, B. H., & Khoi, N. H. (2022). Exploring the convergence of per capita electricity consumption in ASEAN countries: a spatial econometric analysis. *Applied Economics Letters*, 29(16), 1478–1482. <https://doi.org/10.1080/13504851.2021.1939852>
- OECD. (2023). <https://www.oecd.org/agriculture/topics/food-security/>
- Pondie, T. M., Engwali, F. D., Nkoa, B. E. O., & Domguia, E. N. (2023). Does energy poverty increase starvation? Evidence from sub-Saharan Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(17), 48721–48738. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25997-4>
- Saing, C. H., & Saing, C. H. (2017). Rural electrification in Cambodia : does it improve the welfare of households ? *Oxford Development Studies*, 0818(June), 1–17. <https://doi.org/10.1080/13600818.2017.1340443>
- Setiawan, A. B., Nugroho, A. D., Wiyanti, D. T., Yusuf, M., Bowo, P. A., Faculty, E., Semarang, U. N., & Management, H. (2023). Indonesian Food Production Challenges: Climate, Land and Industrialization. 16(1), 74–91.
- Vijay V, Armsworth PR. (2021). Pervasive cropland in protected areas highlight trade-offs between conservation and food security. *Proc Natl Acad Sci* 118(4):e2010121118
- Zakari, A., Toplak, J., & Tomažič, L. M. (2022). Exploring the Relationship between Energy and Food Security in Africa with Instrumental Variables Analysis. *Energies*, 15(15), 1–14. <https://doi.org/10.3390/en15155473>

