

Model Indeks Kekuatan Negara dengan Regresi Beta: Analisis Pengaruh Stabilitas Ekonomi, Demografi, dan Infrastruktur Teknologi Terhadap Kemampuan Pertahanan dan Keamanan

Muflih Al Faruq ^{1*}, Alief Syahnur Almaida ², Khoirul Fajri ³, Anggit Naufal Nararya
Fawwaz Tyaga ⁴

¹⁻⁴ Universitas Pertahanan RI, Indonesia

Alamat: Kawasan IPSC Sentul, Sukahati, Kec. Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat

Korespondensi penulis: muflihalfaruq@gmail.com *

Abstract. *Power Index is a strategic indicator measuring a nation's military, economic, and geopolitical capabilities, closely tied to national defense and security. This study examines key factors such as currency exchange rates, GDP, education levels, and technology penetration in shaping the Power Index. Economic stability underpins defense development, while advanced education and digital infrastructure drive innovations in military technology and cybersecurity. Developed countries dominate defense capabilities due to robust technological infrastructures, while developing nations show potential through investments in education and technology. Beta distribution regression, with its suitability for bounded variables, was utilized to model the Power Index. The study provides insights into the interplay between economic, educational, and technological factors, supporting strategic policymaking to strengthen national defense in a dynamic global landscape.*

Keywords: ; Power Index, Economic Stability, Military Technology, Cybersecurity, Beta Regression

Abstrak. Indeks Kekuatan (Power Index) adalah indikator strategis yang mengukur kemampuan suatu negara dalam aspek militer, ekonomi, dan geopolitik, yang erat kaitannya dengan pertahanan dan keamanan nasional. Penelitian ini menganalisis faktor-faktor utama seperti nilai tukar mata uang, PDB, tingkat pendidikan, dan penetrasi teknologi dalam membentuk Indeks Kekuatan. Stabilitas ekonomi menjadi dasar pembangunan pertahanan, sementara pendidikan yang maju dan infrastruktur digital mendorong inovasi dalam teknologi militer dan keamanan siber. Negara maju mendominasi kapabilitas pertahanan berkat infrastruktur teknologi yang kuat, sedangkan negara berkembang menunjukkan potensi melalui investasi di bidang pendidikan dan teknologi. Regresi distribusi Beta, yang sesuai untuk variabel dengan batasan tertentu, digunakan untuk memodelkan Indeks Kekuatan. Penelitian ini memberikan wawasan tentang hubungan antara faktor ekonomi, pendidikan, dan teknologi, mendukung perumusan kebijakan strategis untuk memperkuat pertahanan nasional dalam lanskap global yang dinamis.

Kata kunci: Indeks Kekuatan, Stabilitas Ekonomi, Teknologi Militer, Keamanan Siber, Regresi Beta

1. LATAR BELAKANG

Indeks Kekuatan (Power Index) adalah alat ukur strategis yang digunakan untuk menilai kapabilitas suatu negara dalam berbagai sektor utama, termasuk militer, ekonomi, dan geopolitik (Zhang & Wu, 2019). Indikator ini sangat terkait dengan aspek pertahanan dan keamanan nasional, serta memberikan gambaran menyeluruh tentang kemampuan negara dalam mempertahankan kedaulatan dan menjaga stabilitas di tengah dinamika global yang terus berkembang. Beberapa faktor yang mempengaruhi penilaian Power Index antara lain nilai tukar mata uang, status ekonomi (negara maju atau berkembang), jumlah penduduk, produk domestik bruto (PDB), tingkat pendidikan, dan akses terhadap internet.

Stabilitas ekonomi menjadi dasar utama dalam pengembangan sistem pertahanan suatu negara. Nilai tukar mata uang yang stabil mencerminkan kekuatan ekonomi, yang memungkinkan negara untuk mengalokasikan anggaran guna pengembangan teknologi militer, pembelian alat utama sistem senjata (alutsista), dan peningkatan fasilitas pertahanan. Selain itu, kualitas sumber daya manusia yang dipengaruhi oleh tingkat pendidikan dan akses terhadap teknologi juga memainkan peran penting dalam mendorong inovasi strategis. Pendidikan tinggi menghasilkan tenaga ahli di berbagai bidang, termasuk teknologi pertahanan, sementara akses internet yang luas mendukung pengembangan infrastruktur digital yang sangat penting di era modern.

Dalam ranah geopolitik, negara-negara dengan populasi besar seperti Tiongkok dan India menunjukkan potensi ekonomi yang besar, terutama karena tingginya PDB mereka. Namun, masalah pemerataan pendidikan dan infrastruktur teknologi tetap menjadi tantangan yang memengaruhi kualitas sumber daya manusia. Sebaliknya, negara maju seperti Jepang dan Korea Selatan, yang memiliki populasi lebih kecil, cenderung memiliki tingkat pendidikan yang lebih merata dan akses internet yang lebih luas, memberikan mereka keunggulan dalam mengembangkan inovasi teknologi dan sistem pertahanan yang lebih canggih.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa negara-negara maju dengan infrastruktur teknologi yang kuat mendominasi bidang pertahanan siber dan pengembangan teknologi militer mutakhir. Sebagai contoh, Amerika Serikat memimpin dalam inovasi kecerdasan buatan untuk persenjataan dan drone militer. Negara-negara berkembang, seperti Indonesia, Brasil, dan Pakistan, memiliki peluang besar untuk memperkuat pertahanan mereka melalui investasi berkelanjutan dalam pendidikan, teknologi, dan pertumbuhan ekonomi.

Untuk memodelkan Power Index, distribusi Beta merupakan pendekatan statistik yang sangat sesuai karena kemampuannya dalam menangani variabel dependen dengan interval terbatas. Metode ini memungkinkan analisis yang lebih tepat mengenai hubungan non-linear antara berbagai faktor prediktor seperti ekonomi, pendidikan, dan teknologi. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam untuk mendukung kebijakan strategis dalam meningkatkan kemampuan pertahanan suatu negara.

2. KAJIAN TEORITIS

Distribusi Beta adalah distribusi probabilitas kontinu yang sangat efektif untuk memodelkan variabel dependen yang terikat dalam rentang (0,1), seperti proporsi, probabilitas, atau indikator kinerja yang memiliki batasan alami antara 0 dan 1. Dalam berbagai aplikasi statistik dan analisis data, distribusi Beta digunakan untuk

menggambarkan fenomena yang nilai-nilainya tidak pernah mencapai 0 atau 1, seperti tingkat pencapaian, rasio, atau indeks yang mengukur kinerja suatu sistem. Dengan sifatnya yang dapat disesuaikan, distribusi Beta memberikan cara yang tepat untuk menangani data yang memiliki rentang terbatas ini tanpa mengharuskan transformasi data yang kompleks, seperti yang diperlukan dalam model-model regresi linier konvensional.

Distribusi Beta sangat relevan dalam berbagai konteks analisis data, terutama dalam bidang-bidang yang memerlukan pemodelan probabilistik atau indikator yang tidak pernah berada di luar rentang tertentu. Misalnya, dalam konteks analisis kekuatan negara (seperti Power Index), hasil yang diinginkan selalu berada dalam rentang $[0, 1]$, yang berarti distribusi Beta dapat menangani data semacam ini dengan sangat efektif. Dengan kemampuannya untuk menangani variabel yang terikat pada rentang ini, distribusi Beta memberikan solusi yang lebih akurat dibandingkan distribusi lain yang mungkin tidak sesuai dengan keterbatasan nilai dalam rentang yang ditentukan.

a. Model dalam Distribusi Beta

Distribusi Beta mengandalkan dua model utama dalam aplikasinya, yaitu Mean Model dan Precision Model. Kedua model ini bekerja sama untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang variabel dependen yang dianalisis.

- **Mean Model (Model Rata-Rata):** Model ini berfungsi untuk memprediksi nilai rata-rata dari variabel dependen, yang merupakan nilai yang diharapkan atau nilai tengah yang mencerminkan trend utama dalam data. Fungsi logit atau probit digunakan untuk mentransformasikan data yang terikat dalam rentang $(0,1)$ ke dalam rentang yang lebih luas, seperti $(-\infty \text{ hingga } \infty)$. Fungsi logit, misalnya, digunakan untuk mengonversi proporsi ke dalam bentuk log-odds, sehingga memudahkan analisis lebih lanjut, termasuk analisis hubungan antara variabel yang berbeda. Transformasi ini sangat berguna untuk model yang ingin memahami hubungan antara variabel dependen dan beberapa prediktor, yang memungkinkan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi hasil akhir.
- **Precision Model (Model Presisi):** Model ini fokus pada pengelolaan variansi atau ketidakpastian dalam data. Variansi dalam data menggambarkan seberapa banyak data bervariasi atau seberapa besar ketidakpastian yang tidak dapat dijelaskan hanya dengan model rata-rata. Model presisi bertujuan untuk mengukur dan mengendalikan ketidakpastian ini, yang memberikan gambaran yang lebih akurat tentang variabilitas data yang tidak dijelaskan oleh hubungan

linier biasa. Dalam distribusi Beta, parameter phi digunakan untuk mengukur ketidakpastian dalam data. Nilai phi yang lebih besar menunjukkan variabilitas yang lebih besar dalam data, yang bisa disebabkan oleh fluktuasi atau faktor lain yang tidak dapat dijelaskan oleh model utama.

b. Estimasi dengan Maximum Likelihood Estimation (MLE)

Proses estimasi dalam distribusi Beta dilakukan menggunakan Maximum Likelihood Estimation (MLE), sebuah metode statistik yang berfokus pada menemukan parameter distribusi yang paling mungkin menghasilkan data yang diamati. Dalam konteks distribusi Beta, MLE digunakan untuk mengestimasi dua parameter utama, yaitu parameter alpha (α) dan beta (β), yang menentukan bentuk distribusi dan dapat dipakai untuk memodelkan data dalam rentang (0,1). Dengan MLE, parameter-parameter ini dioptimalkan untuk memaksimalkan kemungkinan pengamatan data yang ada, memastikan bahwa model yang dibangun paling akurat dan sesuai dengan data yang tersedia.

Salah satu keunggulan utama dari distribusi Beta adalah kemampuannya untuk menangani data yang tidak terdistribusi normal. Data dalam banyak situasi dunia nyata, seperti data ekonomi, sosial, atau indikator kinerja negara, sering kali tidak mengikuti distribusi normal (misalnya, data yang sangat condong ke satu sisi atau memiliki outlier). Dalam kasus seperti itu, distribusi Beta lebih fleksibel karena dapat memodelkan berbagai bentuk distribusi, baik yang simetris maupun asimetris, tergantung pada nilai parameter α dan β yang dipilih. Ini memberikan keunggulan dalam membuat prediksi yang lebih realistis dan sesuai dengan kenyataan dibandingkan dengan regresi linier biasa yang sering kali menghasilkan nilai di luar rentang yang tidak mungkin (nilai negatif atau lebih dari 1).

c. Keunggulan Regresi Beta dalam Memodelkan Data

Regresi Beta menawarkan solusi yang lebih tepat dibandingkan model-model regresi tradisional seperti regresi linier, yang tidak dapat menangani variabel dependen dalam rentang terbatas. Dalam regresi Beta, kita dapat mengatasi masalah distribusi tidak normal, menangani ketidakpastian dalam data, dan membuat prediksi yang lebih sesuai dengan kenyataan. Keunggulan ini sangat bermanfaat, terutama dalam analisis kompleks yang melibatkan data yang tidak simetris atau memiliki variabilitas tinggi, seperti analisis pertahanan negara atau evaluasi kebijakan ekonomi.

Distribusi Beta dan regresi Beta adalah alat yang sangat penting dalam statistik terapan. Dengan fleksibilitasnya dalam menangani data dengan rentang terbatas, kemampuan untuk mengelola variansi, dan kekuatan dalam memodelkan hubungan non-linier, distribusi Beta memberikan pendekatan yang lebih tepat dan dapat diandalkan untuk berbagai jenis analisis yang melibatkan data terikat, baik dalam konteks analisis kekuatan negara, kebijakan ekonomi, atau penelitian sosial.

d. Definisi Matematis Distribusi Beta

Distribusi Beta adalah distribusi probabilitas yang sangat berguna dalam memodelkan variabel acak yang terikat pada rentang $[0,1]$, seperti proporsi atau probabilitas. Distribusi ini memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai bidang, mulai dari statistik hingga ekonomi, dan sering digunakan untuk mengukur probabilitas suatu kejadian yang memiliki dua batasan, seperti hasil dari eksperimen atau evaluasi kebijakan. Dalam konteks distribusi Beta, kita memiliki fungsi distribusi probabilitas (pdf) dan hubungan yang erat dengan fungsi Beta dan fungsi Gamma.

1) Fungsi Distribusi Probabilitas (PDF) Beta

Distribusi Beta untuk suatu variabel acak X dengan parameter α dan β didefinisikan oleh fungsi distribusi probabilitas (pdf) sebagai berikut:

$$f(x; \alpha, \beta) = \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)}, 0 < x < 1$$

Di mana:

- $f(x; \alpha, \beta)$ adalah fungsi distribusi probabilitas Beta untuk variabel acak X , yang memberikan probabilitas terjadinya nilai X pada interval $[0, 1]$.
- x adalah nilai variabel acak yang terdistribusi Beta dan harus berada dalam rentang 0 dan 1 ($0 < x < 1$). Nilai x ini merepresentasikan proporsi atau probabilitas.
- α dan β adalah parameter bentuk dari distribusi Beta, yang mengendalikan bagaimana distribusi tersebut terdistribusi di dalam rentang $(0,1)$. Kedua parameter ini adalah parameter positif yang memengaruhi bentuk dan lebar distribusi. Parameter α berkaitan dengan kecenderungan distribusi untuk lebih condong ke arah 0, sementara β memengaruhi kecenderungan distribusi untuk lebih condong ke arah 1.

$B(\alpha, \beta)$ adalah fungsi Beta, yang bertindak sebagai faktor normalisasi untuk memastikan bahwa fungsi distribusi probabilitas terintegrasi dengan baik di

seluruh rentang $[0, 1]$. Fungsi ini digunakan untuk menghitung integral dari fungsi $x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}$ di seluruh rentang 0 hingga 1, dan memastikan bahwa hasilnya adalah 1, yaitu total probabilitas.

2) Fungsi Beta: Normalisasi dalam Distribusi Beta

Fungsi Beta, $B(\alpha, \beta)$, adalah faktor normalisasi yang digunakan dalam distribusi Beta. Ini dihitung dengan integral berikut:

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} dx$$

- $\int_0^1 x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} dx$ adalah integral dari fungsi $x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}$, yang mengukur total area di bawah kurva distribusi Beta dalam rentang $[0, 1]$.
- Fungsi Beta, $B(\alpha, \beta)$, menjamin bahwa total probabilitas di seluruh rentang 0 hingga 1 adalah 1, yang merupakan sifat dasar dari distribusi probabilitas.

3) Hubungan antara Fungsi Beta dan Fungsi Gamma

Fungsi Gamma, $\Gamma(z)$, adalah fungsi matematika yang umum digunakan dalam statistik dan teori probabilitas. Fungsi Gamma terkait erat dengan fungsi Beta dan digunakan untuk menghitung integral dalam fungsi Beta.

Fungsi Beta $B(\alpha, \beta)$ dapat ditulis menggunakan fungsi Gamma dengan hubungan berikut:

$$B(\alpha, \beta) = \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha + \beta)}$$

- $\Gamma(z)$ adalah fungsi Gamma dari suatu nilai z , yang dapat dianggap sebagai perpanjangan dari faktorial ke angka real dan kompleks. Fungsi Gamma untuk suatu bilangan positif z didefinisikan sebagai:

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1}e^{-x} dx$$

Fungsi ini sangat berguna dalam teori distribusi probabilitas, termasuk distribusi Beta dan distribusi Gamma.

- $\Gamma(\alpha)$ dan $\Gamma(\beta)$ adalah fungsi Gamma untuk parameter α dan β , yang menghitung perpanjangan dari faktorial untuk bilangan $\alpha - 1$ dan $\beta - 1$
- $\Gamma(\alpha + \beta)$ adalah fungsi Gamma dari jumlah $\alpha + \beta$, yang digunakan untuk menghitung faktor normalisasi dalam distribusi Beta.

Dengan demikian, distribusi Beta dapat didefinisikan dengan menggunakan fungsi Gamma untuk menghitung faktor normalisasi $B(\alpha, \beta)$. Fungsi Gamma ini

memungkinkan perhitungan distribusi Beta yang lebih efisien dan lebih tepat, terutama ketika α dan β adalah bilangan real atau pecahan.

4) Fungsi Kepadatan Probabilitas Beta dengan Fungsi Gamma

Dengan menggunakan hubungan antara fungsi Beta dan fungsi Gamma, distribusi Beta juga dapat didefinisikan dalam bentuk berikut:

$$f(x; \alpha, \beta) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}$$

- $\frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}$ adalah koefisien normalisasi yang memastikan bahwa total probabilitas distribusi Beta adalah 1. Ini dilakukan dengan membagi fungsi Gamma dari jumlah parameter $\alpha + \beta$ dengan hasil perkalian fungsi Gamma dari α dan β .
- $x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}$ adalah bentuk dasar dari distribusi Beta, yang menggambarkan bagaimana probabilitas tersebar dalam rentang $[0, 1]$.

5) Interpretasi Parameter α dan β

- **Parameter α :** Mengontrol kecenderungan distribusi untuk lebih banyak berkumpul di dekat nilai 0. Jika $\alpha > 1$, distribusi Beta akan lebih simetris, sedangkan jika $\alpha < 1$, distribusi akan condong ke 0.
- **Parameter β :** Mengontrol kecenderungan distribusi untuk lebih banyak berkumpul di dekat nilai 1. Jika $\beta > 1$, distribusi Beta akan lebih simetris, sedangkan jika $\beta < 1$, distribusi akan condong ke 1.

Kombinasi nilai α dan β yang berbeda akan menghasilkan berbagai bentuk distribusi Beta, memungkinkan fleksibilitas yang tinggi dalam memodelkan data yang terikat pada rentang $[0, 1]$.

e. Mean dan Variansi dalam Distribusi Beta

Distribusi Beta dengan parameter α dan β memiliki rata-rata (mean) dan variansi yang dihitung sebagai berikut:

- **Mean:**

$$\mu = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$$

- **Variansi:**

$$\sigma^2 = \frac{\alpha\beta}{(\alpha + \beta)^2(\alpha + \beta + 1)}$$

f. Penerapan Distribusi Beta dalam Analisis *Power Index*

Distribusi Beta sangat berguna dalam analisis *Power Index*, yang digunakan untuk mengukur kekuatan suatu negara dalam konteks pertahanan dan keamanan. *Power Index* sering kali dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi, sosial, dan teknologi, yang dapat dipetakan menggunakan distribusi Beta, mengingat hasil yang diperoleh selalu berada dalam rentang (0,1).

Faktor-faktor seperti PDB, kurs, populasi, dan akses internet adalah contoh variabel yang dapat dimodelkan dengan distribusi Beta. Faktor-faktor ini berkontribusi terhadap indeks kekuatan suatu negara, dengan mempertimbangkan aspek-aspek ekonomi, kualitas pendidikan, dan infrastruktur teknologi yang mendukung sektor pertahanan dan keamanan. Contoh penerapannya:

- PDB menggambarkan kekuatan ekonomi yang dapat berhubungan dengan kemampuan pertahanan suatu negara. Negara dengan ekonomi yang lebih kuat mungkin memiliki sumber daya yang lebih banyak untuk pengembangan militer dan teknologi pertahanan.
- Harapan Lama Sekolah dan Akses Internet menggambarkan kualitas pendidikan dan infrastruktur teknologi yang memengaruhi kemampuan negara dalam mengelola ancaman pertahanan modern, termasuk ancaman siber.

Dengan menggunakan distribusi Beta, kita dapat mengukur hubungan antara faktor-faktor ini dan *Power Index*, sambil mempertimbangkan ketidakpastian dalam data (seperti ketidakseimbangan pendidikan atau perbedaan dalam akses teknologi).

g. *Precision Model* dan Ketidakpastian dalam Data

Precision Model (ϕ) mengukur variansi atau ketidakpastian dalam data yang tidak dapat dijelaskan oleh model regresi. ϕ menggambarkan seberapa besar variabilitas yang ada dalam data dan sejauh mana model ini dapat menangani ketidakpastian tersebut.

Interpretasi ϕ : Jika nilai ϕ tinggi, artinya terdapat banyak variabilitas atau ketidakpastian dalam data yang tidak dapat dijelaskan oleh model. Ini bisa terjadi jika ada faktor-faktor lain yang tidak tercakup dalam model atau jika data yang digunakan memiliki ketidakhomogenan yang tinggi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis statistik berbasis distribusi Beta. Populasi penelitian terdiri dari data indikator kinerja yang berada dalam rentang (0,1), dengan sampel diambil secara purposif berdasarkan relevansi dengan Power Index, mencakup data ekonomi, sosial, dan teknologi. Data sekunder dikumpulkan dari sumber resmi, seperti laporan statistik, data ekonomi internasional, dan laporan organisasi global. Analisis data dilakukan menggunakan distribusi Beta, dengan estimasi parameter distribusi (α dan β) menggunakan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE).

Analisis data mencakup dua model utama: Mean Model, yang digunakan untuk memprediksi rata-rata indikator kinerja, dan Precision Model, yang bertujuan mengukur ketidakpastian dalam data. Pengujian model dilakukan dengan memeriksa goodness-of-fit dan validasi prediksi. Seluruh analisis dilakukan menggunakan software statistik, seperti R, dengan memanfaatkan library khusus untuk distribusi Beta. Hasil analisis diinterpretasikan berdasarkan distribusi Beta, dengan fokus pada nilai mean, variansi, dan parameter precision (ϕ) untuk mengevaluasi hubungan antara variabel prediktor dan Power Index.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, hasil penelitian yang diperoleh dari data Power Index berbagai negara disajikan berdasarkan indikator utama seperti nilai tukar mata uang (kurs), populasi, produk domestik bruto (PDB), rata-rata harapan lama sekolah, dan akses internet. Data yang digunakan memberikan gambaran menyeluruh mengenai posisi strategis setiap negara dalam konteks pertahanan dan keamanan nasional.

TABEL 1. Tabel Index Kekuatan Negara

Negara	Power Index	Kurs	Populasi	PDB	Harapan Lama Sekolah	Akses Internet
Amerika Serikat	0.0453	1.00000	335.9	20.0	16.5	76
Rusia	0.0501	0.01000	144.8	4.0	15.0	73
Tiongkok	0.0511	0.14000	1419.3	25.0	13.5	53
India	0.0979	0.01200	1450.9	10.4	11.7	30
Jepang	0.1195	0.00650	123.7	5.5	15.3	93
Korea Selatan	0.1261	0.00072	51.7	2.1	16.6	93
Prancis	0.1283	1.16000	66.5	2.9	16.3	86
Britania Raya	0.1382	1.30000	69.2	3.0	16.3	95
Pakistan	0.1572	0.00360	251.2	1.1	8.1	16

Brazil	0.1695	0.18000	212.2	3.3	15.2	61
Italia	0.1801	1.08000	59.3	2.3	16.3	61
Mesir	0.1869	0.02100	114.8	1.2	13.1	41
Turki	0.1961	0.02900	87.4	2.1	14.6	58
Iran	0.2104	0.00002	89.8	1.6	14.8	53
Indonesia	0.2251	0.00006	283.4	3.5	12.9	25

```

Call:
betareg(formula = Power_Index ~ Kurs + Populasi + PDB + Harapan_Lama_Sekolah + Akses_Internet,
        data = data)

Quantile residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.1786 -0.2825  0.1697  0.6892  1.2572

Coefficients (mean model with logit link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  -2.307e+00  6.376e-01  -3.619 0.000296 ***
Kurs          5.791e-02  1.647e-01   0.352 0.725091
Populasi     -4.083e-05  3.181e-04  -0.128 0.897873
PDB          -6.510e-02  2.186e-02  -2.978 0.002903 **
Harapan_Lama_Sekolah 1.283e-01  5.861e-02  2.189 0.028607 *
Akses_Internet -1.771e-02  5.327e-03  -3.325 0.000885 ***

Phi coefficients (precision model with identity link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(phi)    123.56      45.13    2.738 0.00619 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Type of estimator: ML (maximum likelihood)
Log-likelihood: 31.63 on 7 Df
Pseudo R-squared: 0.7219
Number of iterations: 61 (BFGS) + 4 (Fisher scoring)
P-values untuk setiap variabel dalam model regresi Beta (mean model):
              (Intercept)           Kurs           Populasi           PDB Harapan_Lama_Sekolah
0.0002963132           0.7250908534           0.8978729529           0.0029030081           0.0286074984
Akses_Internet
0.0008847430
P-value untuk precision model (phi):
[1] 0.006185396
    
```

Sumber: Coding sendiri menggunakan R Studio.

Gambar 1. Hasil Koefisien dan P-value menggunakan R Studio

Model regresi Beta telah dijalankan menggunakan fungsi *betareg* dengan formula yang melibatkan *Power Index* sebagai variabel terikat, dipengaruhi oleh variabel bebas seperti kurs, populasi, PDB, harapan lama sekolah, dan akses internet. Analisis residual kuantil menunjukkan distribusi data yang melibatkan nilai minimum -3,1786 hingga maksimum 1,2572. Residual ini mengindikasikan adanya variasi dalam data, dengan nilai negatif menunjukkan *underfitting* dan positif menunjukkan *overfitting*. Pada hasil regresi, intercept memiliki nilai estimasi -2,307 yang signifikan (p-value 0,000296), menggambarkan rata-rata *Power Index* saat semua variabel bebas bernilai nol. Variabel kurs memiliki hubungan positif yang kecil (estimate 0,05791) namun tidak signifikan (p-value 0,725091), sementara populasi menunjukkan hubungan negatif yang juga tidak signifikan (estimate -0,00004083, p-value 0,897873). Sebaliknya, PDB menunjukkan hubungan negatif yang signifikan (estimate -0,0651, p-value 0,002903), mengindikasikan bahwa negara dengan PDB lebih tinggi cenderung memiliki *Power Index* lebih rendah.

Selanjutnya, harapan lama sekolah menunjukkan hubungan positif yang signifikan terhadap *Power Index* (estimate 0,1283, p-value 0,028607), menggambarkan pentingnya pendidikan dalam membangun kekuatan negara. Sementara itu, akses internet menunjukkan hubungan negatif yang signifikan (estimate -0,01771, p-value 0,000885), yang dapat mencerminkan pengaruh teknologi pada kekuatan suatu negara. Dari sisi parameter presisi (*phi coefficients*), nilai estimasi sebesar 123,56 dengan p-value 0,00619 menunjukkan model ini memiliki kemampuan yang baik untuk menjelaskan variansi data dalam *Power Index*. Nilai log-likelihood sebesar 31,63 mengindikasikan kecocokan model terhadap data, dengan pseudo R-squared 0,7219 yang menunjukkan bahwa model berhasil menjelaskan 72,19% variabilitas dalam *Power Index*. Variabel signifikan dalam model ini meliputi PDB, harapan lama sekolah, dan akses internet, sedangkan kurs dan populasi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap *Power Index*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pendidikan berkelanjutan di era digital merupakan kunci untuk meningkatkan kemandirian belajar masyarakat desa. Dengan memanfaatkan teknologi digital, pendidikan dapat diakses lebih luas dan lebih relevan dengan kebutuhan masyarakat. Model pendidikan berbasis digital, bersama dengan pengembangan literasi digital dan strategi pengajaran berbasis teknologi informasi, memberikan peluang bagi masyarakat desa untuk terus belajar dan berkembang.

Dari hasil pembahasan, jelas terlihat bahwa penerapan pendidikan berkelanjutan tidak hanya memperbaiki akses pendidikan, tetapi juga mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam pembelajaran. Hal ini berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan dan pengetahuan yang esensial dalam menghadapi tantangan di era digital. Ke depan, pendidikan berkelanjutan harus terus didorong dan dikembangkan agar masyarakat desa dapat beradaptasi dan berinovasi dalam lingkungan yang terus berubah

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung penulisan jurnal ini. Terima kasih kami sampaikan kepada dosen pengampu atas bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat membantu dalam analisis mendalam terhadap model bisnis perusahaan, sehingga jurnal ini dapat tersusun dengan baik. Kami juga berterima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa, keluarga, serta pihak lain yang telah memberikan dukungan moral, inspirasi, dan kontribusi selama proses penelitian dan penulisan.

Dukungan dan inspirasi dari berbagai pihak telah memungkinkan jurnal ini memberikan kontribusi bagi dunia akademik, militer, dan pengembangan ilmu pengetahuan. Kami berharap jurnal ini dapat bermanfaat, khususnya bagi pengembangan kekuatan militer, peningkatan strategi pertahanan nasional, dan penguatan kebijakan berbasis data yang relevan. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan kebijakan strategis serta menjadi referensi bagi penelitian lanjutan di bidang terkait.

DAFTAR REFERENSI

- AbouRizk, S. M., Halpin, D. W., & Wilson, J. R. (1994). Fitting beta distributions based on sample data. *Journal of Construction Engineering and Management*, 120(2), 288–305. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1994\)120:2\(288\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1994)120:2(288)).
- Arnesen, C. M., Grinstein, B., Rothstein, I. Z., & Stewart, I. W. (2005). Precision model independent determination of $|V_{ub}|$ from $B \rightarrow \pi l \nu$. *Physical Review Letters*, 95(7), 071802. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.95.071802>.
- Bachrach, Y., Markakis, E., Resnick, E., & Rosenschein, J. S. (2010). Approximating power indices: Theoretical and empirical analysis. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 20(1), 105–122. <https://doi.org/10.1007/s10458-009-9078-9>.
- Blocher, E. and Chow, C.W. (1988), "The Power Index: A Tool for Achieving Proper Representation on Key Management Committees", *American Journal of Business*, Vol. 3 No. 1, pp. 53-58. <https://doi.org/10.1108/19355181198800009>.
- Franceschini, G., & Macchietto, S. (2008). Model-based design of experiments for parameter precision: State of the art. *Chemical Engineering Science*, 63(19), 4846–4872. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2007.11.034>.
- Garrett, G., & Tsebelis, G. (1999). More reasons to resist the temptation of power indices in the European Union. *Journal of Theoretical Politics*, 11(3), 331–338. <https://doi.org/10.1177/0951692899011003004>.
- Ginting, E. D. B., & Sutarman. (2023). Penaksiran parameter regresi Poisson dengan maximum likelihood. *IJM: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 1(6). Retrieved from <https://journal.csspublishing.com/index.php/ijm/article/view/513>.
- Hidayatullah, I. (2019). Peran pemerintah dalam stabilitas ekonomi pasar. *Iqtishoduna: Jurnal Ekonomi Islam*, 8(1), 183–208.
- Jambunathan, M. V. (1954). Some properties of beta and gamma distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, 25(2), 401–405. <http://www.jstor.org/stable/2236745>.
- Kennedy, P. S. J. (2016). Menghitung indeks kekuatan nasional. *Buletin Ekonomi*, 20(2), 56–65. <https://doi.org/10.33541/buletin%20ekonomi.v20i2.573>.
- Kurniawan, P. S. (2018). Maximum likelihood estimator untuk mengestimasi model regresi isotoni dengan pendekatan polinomial Bernstein pada kasus satu variabel independen.

- Maisharoh, T., & Ali, H. (2020). Faktor-faktor yang mempengaruhi infrastruktur teknologi informasi: Keuangan, fleksibilitas TI, dan kinerja organisasi. *Universitas Mercu Bauna (UMB) Jakarta*, 1–9.
- Maryati, S. (2015). Dinamika pengangguran terdidik: Tantangan menuju bonus demografi di Indonesia. *Economica: Journal of Economic and Economic Education*, 3(2), 124–136. <https://doi.org/10.22202/economica.2015.v3.i2.249>.
- McDonald, J. B., & Xu, Y. J. (1995). A generalization of the beta distribution with applications. *Journal of Econometrics*, 66(1–2), 133–152. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01612-4](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01612-4).
- Misbahussurur, A. (2009). Estimasi parameter distribusi Gamma dengan metode maksimum likelihood (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Ridiani, F. (2016). Pendugaan parameter distribusi beta dengan metode momen dan metode maksimum likelihood. *Jurnal Matematika UNAND*, 3(2), 23–28.
- Vansteelandt, S., & Goetghebeur, E. (2003). Causal inference with generalized structural mean models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 65(4), 817–835. <https://doi.org/10.1046/j.1369-7412.2003.00417.x>.
- Verkuilen, J., & Smithson, M. (2012). Mixed and mixture regression models for continuous bounded responses using the beta distribution. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 37(1), 82–113. <https://doi.org/10.3102/1076998610396895>.
- Warella, R., Wattimanela, H., & Ilwaru, V. Y. (2021). Sifat-sifat dan kejadian khusus distribusi gamma. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 15(1), 047–058. <https://doi.org/10.30598/barekengvol15iss1pp047-058>.
- Zhang, C., & Wu, R. (2019). Battlefield of global ranking: How do power rivalries shape soft power index building? *Global Media and China*, 4(2), 179–202. <https://doi.org/10.1177/2059436419855876>.