

Analisis Pengaruh Pertumbuhan GDP / *Growth Domestic Product* Per Kapita terhadap Konsumsi Energi di Asia pada Tahun 2011-2020

Jackson Lawrence¹, Rich Marvin Lim²

^{1,2} Informatika, Fakultas Teknik & Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia, 15810

¹jackson.lawrence@student.umn.ac.id, ²rich.marvin@student.umn.ac.id

Accepted on mmmmm, dd, yyyy

Approved on mmmmm, dd, yyyy

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pertumbuhan GDP / *Growth Domestic Product* per kapita terhadap konsumsi energi di negara-negara Asia pada periode tahun 2011-2020. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan data sekunder dari “Global Data on Sustainable Energy (2000-2020) | Kaggle”, berupa data global mengenai energi berkelanjutan yang mencakup seluruh negara di dunia pada tahun 2000-2020. Hasil penelitian yang didapatkan dengan bantuan perangkat lunak *Rstudio* yang berperan dalam analisis data membuahkan suatu nilai kebenaran dari hipotesis yang berlandaskan atas tujuan penelitian ini dan dapat menjadi indikator yang berguna dalam penelitian lain yang serupa atau masa depan, yaitu kenaikan nilai GDP / *Growth Domestic Product* per kapita tidak sama dengan kenaikan nilai konsumsi energi.

Kata kunci : Konsumsi Energi; Pertumbuhan GDP Per Kapita; Asia

I. Pendahuluan

A. Latar Belakang

Permasalahan dunia sudah tidak jauh dengan yang namanya krisis energi. Dalam beberapa tahun terakhir, sejumlah negara mengalami krisis energi yang semakin meningkat akibat konsumsi energi yang berlebihan, sehingga perlu adanya kontrol dalam konsumsi energi. Pengontrolan terhadap konsumsi energi tersebut tentu akan melibatkan penilaian konsumsi setiap orang di seluruh negara, sehingga terdapat istilah konsumsi energi per kapita. Selain itu, konflik peperangan yang terjadi di Rusia dan Ukraina pada tahun 2022 mengakibatkan krisis energi bagi kedua negara tersebut dan dapat berdampak pada negara lainnya, seperti Eropa

ataupun negara-negara di benua Asia, yang bergantung pada gas Rusia yang dinilai paling ramah emisi dibandingkan dengan sumber fosil lainnya [4]. Pandemi Covid-19 juga terbukti bahwa bencana tersebut membawa dampak yang besar terhadap sektor energi [9]. Oleh karena itu, negara-negara harus mengetahui betapa pentingnya diversifikasi sumber daya energi dan konsumsi energi dalam mengatasi krisis energi global, tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang terbatas, tetapi juga menjadi solusi untuk menjaga stabilitas pasokan energi di tengah gejala konflik dan fluktuasi pasar global.

Pasar global yang memegang peranan penting dalam meningkatkan produk domestik bruto (PDB) per kapita atau GDP / *Growth Domestic Product* per kapita suatu negara bersifat fluktuasi apabila tidak diberlakukan sistem pengaturan stabilitas perekonomian dengan konsumsi energi. Selain itu, naiknya konsumsi energi suatu negara dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang [8]. Oleh karena itu, keseimbangan yang tepat antara pertumbuhan ekonomi dan pengelolaan cerdas terhadap konsumsi energi akan menjadi faktor penentu dalam merespons fluktuasi pasar global dan mengoptimalkan pertumbuhan GDP per kapita suatu negara.

Korelasi antara pertumbuhan GDP per kapita dengan konsumsi energi saling berkaitan satu sama lain. Faktor eksternal seperti peperangan ataupun bencana alam menyebabkan stabilitas konsumsi energi tidak berjalan sesuai yang diharapkan. Begitu pula dengan stabilitas perekonomian juga akan menurun. Akan tetapi, penulis mengutarakan pemikiran apakah analisa dari perhitungan GDP per kapita dengan konsumsi energi dapat membuahkan suatu penafsiran untuk

memprediksi tahun-tahun berikutnya beserta konflik terparah yang mungkin terjadi dalam sektor industri energi dan perekonomian dengan tujuan untuk menghindari terjadinya krisis energi di seluruh negara. Hal ini dapat dilihat dari terjadinya konflik Rusia dengan Ukraina dan pandemi Covid-19 yang merupakan sumber terjadinya krisis energi. Dengan kata lain, pernyataan tersebut secara tidak langsung membuktikan bahwa tidak adanya indikator-indikator yang menilai konsumsi energi dengan GDP per kapitanya dari tahun-tahun sebelumnya untuk melakukan perhitungannya untuk mengantisipasi apabila pada masa depan berkemungkinan terjadi krisis energi. Dalam kasus ini, penulis mengambil seluruh negara di Asia dikarenakan Asia merupakan sumber pasokan sumber daya alam yang besar dalam jangkauan 2011-2020 sebagai bahan penelitian.

Prediksi tersebut akan membuahkan hasil yang efektif dan optimal apabila kenaikan konsumsi energi tidak sama dengan kenaikan GDP per kapita yang ada pada negara. Dengan kata lain, hal ini mengandung adanya tolak-belakang antara kenaikan konsumsi energi dengan kenaikan GDP per kapita yang ada pada negara, dimana apabila GDP per kapita memiliki kenaikan maka akan menyebabkan konsumsi energi mengalami penurunan. Dengan adanya penurunan konsumsi energi yang menurun maka krisis energi juga akan menurun sebagaimana juga sesuai dengan tujuan dari penelitian ini. Hal ini justru akan membantu dalam penelitian lain yang serupa dengan memanfaatkan indikator tersebut oleh penelitian ini dan dapat melacak perkembangan SDG / *Sustainable Development Goals* Nomor 7 yang berbunyi “Energi bersih dan terjangkau”. Oleh karena itu, penulis menganalisis variabel-variabel yang berkaitan dengan permasalahan tersebut yaitu GDP per kapita dengan konsumsi energi yang ada di seluruh negara di Asia dari tahun 2011 hingga 2020 agar dapat memprediksi tahun berikutnya untuk tidak menimbulkan krisis energi dari hasil penelitian yang didapatkan.

B. Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan hubungan GDP per kapita dengan konsumsi energi untuk mencegah terjadinya krisis energi. Hipotesis tersebut terdiri atas H_0 sebagai null hipotesis dan H_1 sebagai alternatif hipotesis, yaitu sebagai berikut.

H_0 : Kenaikan nilai GDP / *Growth Domestic Product* per kapita sama dengan kenaikan nilai konsumsi energi.

H_1 : Kenaikan nilai GDP / *Growth Domestic Product* per kapita tidak sama dengan kenaikan nilai konsumsi energi.

II. Landasan Teori

Krisis energi adalah salah satu aspek penilaian dalam kurangnya persediaan sumber daya energi atau peningkatan terhadap harga sumber daya, seperti minyak bumi, batu bara, dan lain sebagainya [3]. Energi-energi tersebut pada umumnya merupakan energi yang sumbernya tidak terbarukan yaitu berasal dari bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas dan akan habis digunakan [5]. Dengan kata lain, konsumsi energi memegang peran yang penting dalam kondisi tersebut, dimana konsumsi energi dari sumber yang jumlahnya terbatas secara berlebihan dapat menjadi salah satu faktor terjadinya krisis energi [12].

GDP / *Growth Domestic Product* per kapita memiliki keterkaitan yang erat dengan pertumbuhan ekonomi suatu negara. GDP per kapita sendiri merupakan nilai rata-rata [10] keseluruhan semua barang dan jasa yang diproduksi suatu wilayah dengan jangka waktu per tahun, dengan penafsiran statistika perekonomian yang diukur dari total pendapatan semua perekonomian orang dan total pembelanjaan negara untuk membeli barang dan jasa hasil dari perekonomian [13]. Selain itu, pertumbuhan ekonomi memiliki keterkaitan yang kuat dengan penggunaan energi karena semakin tinggi perkembangan ekonomi dalam pasar global, maka semakin banyak energi yang diadakan [6]. Dengan kata lain, kemajuan perkembangan ekonomi dan energi memiliki hubungan, maka dari itu alokasi sumber daya energi yang tepat penting dalam mendukung perekonomian [7].

Dalam statistika deskriptif, terdapat lima parameter yang dapat diukur, yaitu:

- a. Ukuran pemusatan data, adalah parameter yang digunakan untuk memperlihatkan bagaimana data-data terpusat, yaitu mean, median, dan modus.
- b. Ukuran penyebaran data, adalah parameter yang digunakan untuk memperlihatkan bagaimana data-data tersebar, yaitu varians dan standar deviasi.

- c. Posisi relatif, adalah parameter yang melibatkan bagaimana suatu data berada dibandingkan dengan data-data lainnya yang dihitung, yaitu kuartil, range, interquartile range (IQR).
- d. Bentuk data, adalah parameter yang mempengaruhi penempatan data dalam suatu grafik, yaitu skewness dan kurtosis.
- e. Asosiasi data, adalah parameter yang mempengaruhi relasi atau hubungan satu variabel dengan variabel lainnya, yaitu korelasi dan kovarians.

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk berbagai perhitungan statistika deskriptif seperti yang dijabarkan di atas, antara lain sebagai berikut.

$$\text{Mean : } \bar{x} = \mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Median : Mencari nilai tengah dari data yang telah diurutkan dari data yang paling kecil.

Modus : Mencari data dengan nilai yang paling banyak atau yang paling sering muncul.

$$\text{Varians : } s^2 = \frac{\sum (x - \mu)^2}{n - 1}$$

$$\text{Standar Deviasi : } s = \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{n - 1}}$$

Kuartil : Mengurutkan data secara *ascending* lalu mencari posisi data yang berada pada bagian $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, dan $\frac{3}{4}$ menggunakan rumus berikut.

$$Q1 = \text{Data ke } - \frac{n+1}{4}$$

$$Q2 = \text{Data ke } - \frac{n+1}{2}$$

$$Q3 = \text{Data ke } - \frac{3(n+1)}{4}$$

Range : Selisih dari nilai terbesar dan nilai terkecil dari sebuah set data.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Namun, pada perangkat lunak *R-Studio* akan ditampilkan dua nilai yaitu nilai terkecil dan nilai terbesar dan tidak dihitung selisihnya.

Interquartile Range (IQR) : Memberikan informasi tentang sebaran data di sekitar pusat distribusi, mengukur seberapa jauh sebagian besar data terletak di antara Q1 dan Q3.

$$IQR = Q3 - Q1$$

$$\text{Skewness : } s_k = \frac{3(\mu - Md)}{s}$$

$$\text{Kurtosis : } K = \frac{1}{N} \left(\sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^4 \right)$$

$$\text{Kovarians : } s_k = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n - 1}$$

$$\text{Korelasi Pearson : } r = \frac{s_{xy}}{\sqrt{s_{xx}} \sqrt{s_{yy}}}$$

Dari nilai skewness, ketika nilainya positif, maka distribusi disebut sebagai *positively skewed*, dan jika nilainya negatif maka disebut sebagai *negatively skewed*. Semakin besar nilainya maka grafik akan semakin condong.

Dari nilai kurtosis, dapat dilihat puncak distribusi. Jika nilai kurtosis lebih besar dari tiga, maka distribusi disebut sebagai *leptokurtic*. Jika nilai kurtosis kurang dari tiga, maka distribusi disebut sebagai *platykurtic*. Jika nilai kurtosis sama dengan tiga, maka distribusi disebut sebagai *mesokurtic*.

Dari nilai kovarians, dapat dilihat asosiasi linear dua variabel. Jika nilai kovarians positif, maka asosiasi linearnya positif (Jika salah satu variabel nilainya naik, maka variabel lainnya juga akan naik, atau perbandingannya senilai). Jika nilai kovarians negatif, maka asosiasi linearnya negatif (Perbandingannya berbalik nilai).

Dari nilai korelasi, dapat diketahui asosiasi linear suatu hubungan dan sekuat apa hubungan tersebut. Semakin mendekati nilai 0, maka hubungannya akan semakin lemah, sedangkan jika semakin mendekati 1, maka hubungannya akan semakin kuat.

Dalam menggambarkan data penulis setelah perhitungan dapat dilihat dengan berbagai jenis grafik yang hanya tergolong dalam grafik pada data kuantitatif, yaitu sebagai berikut.

1. Histogram
2. Poligon frekuensi
3. Boxplot
4. Scatter plot
5. Dot plot

Sebelum menerapkan statistika inferensi pada sekumpulan data yang merupakan sampel, perlu diketahui terlebih dahulu jenis penyebaran datanya dengan uji distribusi normal atau *Gaussian Distribution*. Normalitas dibutuhkan agar kesimpulan terhadap data dapat akurat dan dipercaya. Data yang tersebar secara normal memiliki bentuk yang disebut sebagai kurva "*Bell-shaped*".

Salah satu prosedur yang sering digunakan untuk menguji normalitas distribusi suatu himpunan data adalah *Shapiro-Wilk Test*. Distribusi bernilai tidak normal ketika nilai $q\text{-value} < \alpha$ dan juga sebaliknya, distribusi bernilai normal ketika nilai $q\text{-value} > \alpha$. Nilai α pada umumnya adalah 5% (0.05) yang merupakan level signifikansi yang akan digunakan pada penelitian ini. Umumnya *Shapiro-Wilk Test* digunakan untuk data dengan sampel yang banyaknya lebih dari 50 data.

Dalam pengujian hipotesis, terdapat 2 jenis pengujian yang berbeda, yaitu uji hipotesis parametrik dan uji hipotesis non-parametrik. Dalam melakukan pengujian data yang berdistribusi normal atau *Gaussian Distribution* dan bertipe numerik, dapat digunakan uji parametrik. Namun jika data yang dimiliki tidak berdistribusi normal dan bertipe kategorikal, maka yang digunakan adalah uji non-parametrik.

Uji hipotesis yang akan digunakan adalah uji *Z-Test for one sample proportion and two sample proportion*, regresi linear, dan uji *Chi Square*. Uji *Z-Test* satu populasi merupakan pengujian statistik yang digunakan untuk mengetahui apakah suatu populasi memiliki rata-rata yang sama dengan, lebih besar, atau lebih kecil dibandingkan nilai rata - rata yang sesuai dengan hipotesis atau dugaan awal yang sudah ditetapkan. Sedangkan, uji *Z-Test* dua populasi merupakan pengujian statistik yang digunakan untuk mengetahui apakah suatu populasi memiliki rata-rata yang secara signifikan sama atau tidak sama dibandingkan nilai rata - rata populasi lainnya. Untuk uji *Z-Test* pada perangkat lunak *Rstudio* adalah sama saja dengan menggunakan konsep dan fungsi *t.test*.

Selain itu, regresi linear merupakan pengujian yang menghubungkan dua buah variabel yaitu variabel dependen dan independen. Sedangkan uji *Chi Square* merupakan pengujian hipotesis terhadap dua proporsi populasi yang berdistribusi tidak normal dan bersifat kategorikal.

Uji hipotesis *Chi Square* dibagi menjadi 2 yaitu, *Chi Square Goodness of Fit Test* dan *Chi Square Test of Independence*. *Chi Square Goodness of fit test* digunakan untuk menguji seberapa sesuai data yang dimiliki dengan distribusi yang dipilih. Sedangkan *Chi Square Test of Independence* digunakan untuk menguji hubungan antara beberapa variabel kategori dengan populasi yang sama. Uji ini digunakan untuk menentukan apakah jumlah

frekuensi telah terdistribusi di populasi berbeda dengan cara yang sama.

Pada uji regresi linear, metode ini digunakan untuk mencari hubungan fungsional sebuah variabel tidak bebas (Dependen) dan variabel bebas (Independen) dengan kriteria asumsi yang harus dipenuhi seperti variabel independen dan variabel dependen.

Model regresi linear yang dapat dibentuk adalah sebagai berikut.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i X_i + \epsilon_i$$

Dalam pengujian *Z-Test for one population*, terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi terlebih dahulu, antara lain sebagai berikut.

1. Sampel yang digunakan dalam pengujian merupakan data atau nilai acak sederhana dari populasi.
2. Varians populasi (σ^2) diketahui.
3. Sampel berasal dalam suatu populasi berdistribusi normal atau yang memiliki ukuran sampel cukup besar (Biasanya lebih dari 30).
4. Populasi mengikuti distribusi binomial.
5. Saat kedua nilai mean (np) dan varians ($n(1-p)$) lebih besar dari 10, distribusi binomial dapat diprediksi dengan distribusi normal.

Rumus yang dapat digunakan dalam pengujian *Z-Test for one population* adalah sebagai berikut.

$$z = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{p \cdot q}{n}}}, \text{ dengan}$$

z = tes statistik

\hat{p} = proporsi sampel

p = proporsi populasi

n = ukuran sampel

Rumus untuk mencari selang kepercayaan 2 sisi:

$$\mu \in \left(\bar{x} - \frac{Z_{\alpha/2, n-1}}{\sqrt{n}}, \bar{x} + \frac{Z_{\alpha/2, n-1}}{\sqrt{n}} \right)$$

Kriteria uji hipotesis : $H_0 : \mu = \mu_0, H_A : \mu \neq \mu_0$

Rumus p-value : $p\text{-value} = 2 \times \Phi(-|z|)$

Kriteria penolakan hipotesis null pada tingkat signifikansi α :

$$|z| \leq Z_{\alpha/2} \text{ accept } H_0, |z| > Z_{\alpha/2} \text{ reject } H_0$$

H_0 = Proporsi sampel sama dengan proporsi populasi

H_1 = Proporsi sampel tidak sama dengan proporsi populasi

Rumus yang dapat digunakan dalam pengujian *Z-Test for two population* dengan kriteria yang sama adalah sebagai berikut.

$$Z = \frac{\bar{x} - \bar{y} - \delta}{\sqrt{\frac{\sigma_A^2}{n} + \frac{\sigma_B^2}{m}}}$$

Selang kepercayaan $1-\alpha$ untuk selisih rata-rata kedua populasi :

$$\mu_A - \mu_B \in \left(\bar{x} - \bar{y} - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{n} + \frac{\sigma_B^2}{m}}, \bar{x} - \bar{y} + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{n} + \frac{\sigma_B^2}{m}} \right)$$

Kriteria uji hipotesis : $H_o: \mu_A - \mu_B = \delta$, $H_A: \mu_A - \mu_B \neq \delta$

Rumus p-value : $p\text{-value} = 2 \times \Phi(-|z|)$

Kriteria penolakan hipotesis null pada tingkat signifikansi α :

$$|z| \leq z_{\alpha/2} \text{ accept } H_o, |z| > z_{\alpha/2} \text{ reject } H_o$$

Pada pengujian *Chi Square*, ada juga beberapa syarat yang harus dipenuhi terlebih dahulu, antara lain sebagai berikut.

1. Data harus bertipe kategorikal
2. Data terdiri dari n observasi independen yang diambil secara acak dari suatu populasi.
3. Probabilitas keberhasilan dari setiap keluaran harus bersifat konstan
4. Frekuensi harapan harus memiliki setidaknya 5 sel

Rumus yang dapat digunakan dalam pengujian *Chi Square* umum atau *Chi Square Goodness of Fit Test* adalah sebagai berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

χ^2 = distribusi Chi Square

O_i = nilai observasi ke-i

E_i = nilai ekspektasi ke-i

III. Metode

A. Objek Penelitian

Objek penelitian pada penelitian ini adalah GDP / *Growth Domestic Product* per kapita dan konsumsi energi dari negara-negara Asia pada selang waktu 2011-2020. Penulis mengangkat objek penelitian ini untuk menganalisis hipotesis apakah kenaikan GDP / *Growth Domestic Product* per kapita tidak sama dengan kenaikan konsumsi energi. Selain itu, objek penelitian tersebut dapat menilai jika hipotesis tersebut benar, maka objek tersebut dapat dijadikan sebagai patokan penilaian atau indikator

dalam memprediksi tiap 10 tahun untuk mencegah terjadinya krisis energi. Hasil dari penelitian ini dapat berguna bagi penelitian lain yang serupa dengan menggunakan indikator hipotesis pada penelitian ini. Indikator tersebut merupakan aspek krusial yang dapat berguna dalam melacak kemajuan SDG 7 dan mendapatkan wawasan mendalam tentang pola energi global dari waktu ke waktu dengan pertumbuhan ekonomi / GDP.

B. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, penulis memanfaatkan perangkat lunak *R-Studio* dengan bahasa pemrograman *R* untuk membantu proses analisis data. Setelah mendapatkan data sekunder melalui *Kaggle*, penulis kemudian melakukan perbaikan data menjadi selang waktu 10 tahun dan seluruh negara merupakan bagian dari Asia, termasuk Asia Utara, Selatan, Barat, Tenggara, Timur, dan Tengah. Kemudian data tersebut dilakukan perhitungan statistika deskriptif dan uji normalitas, *t-test*, regresi linear, serta *Chi Square*.

C. Data Penelitian

Data yang penulis peroleh merupakan kumpulan tipe data numerik dan berkategori tunggal dengan *measurement level* berupa *ratio* sebagai variabel yang diteliti yaitu GDP / *Growth Domestic Product* per kapita dengan konsumsi energi. Dengan kata lain, data tersebut bertipe data *float*. Isi dari data tersebut meliputi kumpulan perhitungan persentase energi, GDP, dan lainnya dari semua negara dalam jangka waktu 2000-2020. Adapun tampilan sebagian dari data dengan kedua variabel tersebut adalah sebagai berikut.

	Entity	Year	GDP	Energy
1	Afghanistan	2011	591.1900	1436.1143
2	Afghanistan	2012	638.8459	1324.1211
3	Afghanistan	2013	624.3155	1060.7926
4	Afghanistan	2014	614.2233	868.5762
5	Afghanistan	2015	556.0072	970.0803
6	Afghanistan	2016	512.0128	862.7911
7	Afghanistan	2017	516.6799	829.3120
8	Afghanistan	2018	485.6684	924.2509
9	Afghanistan	2019	494.1793	802.6126
10	Afghanistan	2020	516.7479	702.6880

Showing 1 to 10 of 370 entries, 4 total columns

Gambar 0. Tampilan data sekunder dari *Kaggle*

Populasi pada data dinilai terdefinisi dengan baik dengan melihat *margin error* atau *sampling error* [11]. Alasan dilakukan *margin error* adalah untuk menghindari kesalahan pengambilan sampel dan menilai tingkat kepercayaan yang harus dimiliki peneliti dalam data yang diperoleh layak untuk mewakili seluruh populasi atau tidak. Perhitungan *margin error* tersebut adalah dengan nilai rendah menunjukkan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk diteliti dalam suatu penelitian. Oleh karena itu, dalam data yang penulis ambil [1] menunjukkan ada lebih dari 3000 sampel, yaitu 3649 total sampel, sehingga *sampling error* yang didapatkan adalah lebih kecil dari 2% yang berarti data tersebut dapat dipastikan dan terpercaya untuk diteliti.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Faisal Faisal, Turgot Tursoy, dan Ozlem Ercantan yang berjudul “The relationship between energy consumption and economic growth: Evidence from non-Granger causality test” menunjukkan bahwa variabel-variabel penelitian ini yaitu GDP / *Growth Domestic Product* per kapita dapat secara positif mempengaruhi konsumsi energi dalam jangka pendek dan jangka panjang [17]. Dengan kata lain, GDP / *Growth Domestic Product* per kapita merupakan variabel independen dan konsumsi energi merupakan variabel dependen, dimana GDP / *Growth Domestic Product* per kapita yang mempengaruhi, dan konsumsi energi yang dipengaruhi.

D. Metode Pengumpulan Data

Penulis mendapatkan data sekunder dari internet dengan pencarian yang teliti dan seksama terhadap data yang sesuai untuk dijadikan bahan penelitian. Dari populasi yang ada pada data tersebut, penulis mengolah agar penelitian ini menjadi lebih spesifik yaitu mengambil sampel seluruh negara yang ada di Asia, mencakup Asia Utara, Selatan, Barat, Tenggara, Timur, dan Tengah dengan rentang waktu 2011-2020. Hal ini bertujuan untuk membuat data penulis lebih spesifik dan jangkauannya yang tidak terlalu luas. Variabel-variabel yang diambil sebagai data di penelitian ini hanya 2 yaitu pertumbuhan GDP per kapita dengan konsumsi energi di setiap negara dengan satuannya adalah “kWh/person”.

E. Metode Analisis Data

Penganalisaan data yang dilakukan oleh penulis menggunakan banyak metode dalam ilmu

statistika, terutama pada statistika deskriptif dan inferensi populasi data. Data terlebih dahulu dianalisis dengan statistik deskriptif. Kemudian, data dianalisis penyebarannya dengan uji normalitas *Shapiro-Wilk Test*. Selain itu, penulis menerapkan perhitungan inferensi populasi data menggunakan uji inferensi rata-rata 1 populasi, inferensi rata-rata 2 populasi, regresi linear, dan *chi square* untuk menguji hipotesis yang ada pada penelitian ini sebagaimana yang sudah diutarakan pada bagian I.B.

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Statistika Deskriptif

Pada penelitian ini, penulis melakukan analisis lebih jauh terhadap dataset dengan variabel “GDP” merepresentasikan variabel GDP per kapita dengan variabel “energy” merepresentasikan variabel konsumsi energi per kapita. Kedua variabel tersebut diolah datanya untuk mendapatkan hasil dari ukuran pemusatan, penyebaran, posisi relatif, bentuk, dan asosiasi data, yaitu sebagai berikut.

```
> mean(gdp, na.rm = TRUE)
[1] 13568.93
> median(gdp, na.rm = TRUE)
[1] 5840.053
> modus(gdp)
[1] 591.19
> var(gdp, na.rm = TRUE)
[1] 301548730
> sd(gdp, na.rm = TRUE)
[1] 17365.16
> quantile(gdp, na.rm = TRUE)
      0%      25%      50%      75%     100%
485.6684 2652.2257 5840.0531 20110.3162 85075.9865
> IQR(gdp, na.rm = TRUE)
[1] 17458.09
> range(gdp, na.rm = TRUE)
[1] 485.6684 85075.9865
> paste("Range: ", max(gdp, na.rm = TRUE)-
+      min(gdp, na.rm = TRUE))
[1] "Range: 84590.3181213"
> summary(gdp)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.    NA's
485.7   2652.2   5840.1 13568.9 20110.3 85076.0     1
```

Gambar 1. Analisis ukuran pemusatan, penyebaran, dan posisi relatif dari variabel “GDP”

Dari hasil yang didapatkan di atas pada variabel “GDP” membuahkan kesimpulan berupa rata-rata (μ) bernilai 13568.93, median atau kuartil tengah (Q_2) bernilai 5840.053, dan modus bernilai 591.19 dalam segi ukuran pemusatan data. Pada segi ukuran penyebaran dan posisi relatif data menunjukkan variabel “GDP” memiliki varians bernilai 301548730, standar deviasi (σ) bernilai 17365.16 dari $\sqrt{301548730}$ atau $\sqrt{\text{variens}}$, kuartil bawah (Q_1) bernilai 2652.2257, kuartil atas (Q_3) bernilai 20110.3162, dan jangkauan interkuartil (IQR) bernilai 17458.09, serta range sebesar

84590.3181213 yang didapatkan dari nilai maksimum (X_{\max}) dan minimum (X_{\min}) berturut-turut yaitu 485.6684 dan 85075.9865.

```
> mean(energy, na.rm = TRUE)
[1] 39153.43
> median(energy, na.rm = TRUE)
[1] 18550.1
> modus(energy)
[1] 1436.114
> var(energy, na.rm = TRUE)
[1] 2618452865
> sd(energy, na.rm = TRUE)
[1] 51170.82
> quantile(energy, na.rm = TRUE)
      0%      25%      50%      75%     100%
 702.888 7240.668 18550.102 41552.750 245271.830
> IQR(energy, na.rm = TRUE)
[1] 34312.08
> range(energy, na.rm = TRUE)
[1] 702.888 245271.830
> paste("Range: ", max(energy, na.rm = TRUE)-
+       min(energy, na.rm = TRUE))
[1] "Range: 244568.942"
> summary(energy)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 702.9  7240.7  18550.1  39153.4  41552.8 245271.8
```

Gambar 2. Analisis ukuran pemusatan, penyebaran, dan posisi relatif dari variabel “energy”

Dari hasil yang didapatkan di atas pada variabel “energy” membuahkan kesimpulan berupa rata-rata (μ) bernilai 39153.43, median atau kuartil tengah (Q_2) bernilai 18550.1, dan modus bernilai 1436.114 dalam segi ukuran pemusatan data. Pada segi ukuran penyebaran dan posisi relatif data menunjukkan variabel “energy” memiliki varians bernilai 2618452865, standar deviasi (σ) bernilai 51170.82 dari $\sqrt{2618452865}$ atau $\sqrt{\text{variens}}$, kuartil bawah (Q_1) bernilai 7240.668, kuartil atas (Q_3) bernilai 41552.750, dan jangkauan interkuartil (IQR) bernilai 34312.08, serta range sebesar 244568.942 yang didapatkan dari nilai maksimum (X_{\max}) dan minimum (X_{\min}) berturut-turut yaitu 702.888 dan 245271.830.

Selain itu, peneliti juga menganalisis kedua variabel tersebut mengenai bentuk datanya dengan menggunakan konsep skewness dan kurtosis, yaitu sebagai berikut.

```
> skewness(gdp, na.rm = TRUE)
[1] 1.84381
> kurtosis(gdp, na.rm = TRUE)
[1] 5.987414
```

Gambar 3. Analisis bentuk data dari variabel “GDP”

Dari hasil bentuk data pada variabel “GDP” di atas membuahkan kesimpulan berupa skewness-nya bernilai positif / *positive skew* yaitu 1.84381, sehingga grafiknya condong ke kiri. Dalam pengujian kurtosis data variabel “GDP” memiliki

nilai 5.987414 yang dinilai lebih dari 3, maka distribusinya tergolong *leptokurtic* yang mana grafiknya meruncing tinggi karena perbedaan frekuensi yang mendekati rata-rata sangat kecil.

```
> skewness(energy, na.rm = TRUE)
[1] 1.962921
> kurtosis(energy, na.rm = TRUE)
[1] 6.255531
```

Gambar 4. Analisis bentuk data dari variabel “energy”

Dari hasil bentuk data pada variabel “energy” di atas membuahkan kesimpulan berupa skewnessnya bernilai positif / *positive skew* yaitu 1.962921, sehingga grafiknya condong ke kiri. Dalam pengujian kurtosis data variabel “energy” memiliki nilai 6.255531. Dari nilai kurtosis yang didapat lebih dari 3, maka distribusinya tergolong *leptokurtic* yang mana grafiknya meruncing tinggi karena perbedaan frekuensi yang mendekati rata-rata sangat kecil.

Kedua data variabel tersebut tentu juga akan dianalisis asosiasi data dengan menggunakan konsep *covariance* dan *correlation*, yaitu sebagai berikut.

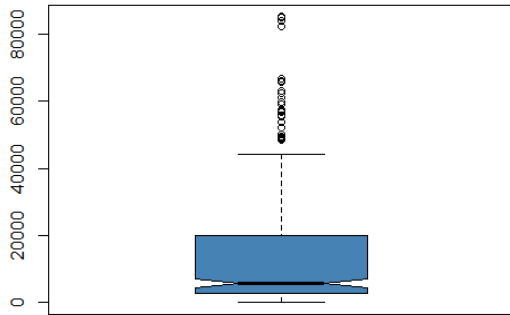
```
> cov(gdp, energy)
[1] 757281544
> cor(gdp, energy)
[1] 0.8526808
```

Gambar 5. Analisis asosiasi data dari variabel “GDP” dengan variabel “energy”

Dari hasil di atas membuahkan sebuah kesimpulan berupa nilai *covariance* adalah 757281544 dan nilai *correlation* 0.8526808. Nilai *covariance* yang positif mengindikasikan bahwa terjadi asosiasi linear positif antara variabel “GDP” dan “energy”. Maka, jika nilai pada variabel “GDP” meningkat, maka nilai pada variabel “energy” juga akan meningkat. Selain itu, nilai *correlation* menunjukkan angka yang mendekati nilai 1 yang berarti hubungan antara kedua variabel tersebut sangatlah erat.

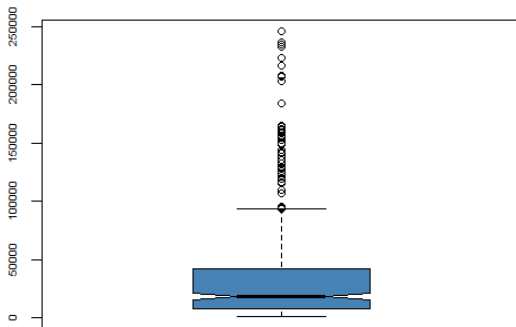
B. Graph

Pada bagian ini akan ditampilkan grafik-grafik berkaitan dengan visualisasi masing-masing data sampel, beserta nilai dari perhitungan statistika deskriptif yang menjawab di grafik yang sesuai, yaitu sebagai berikut.



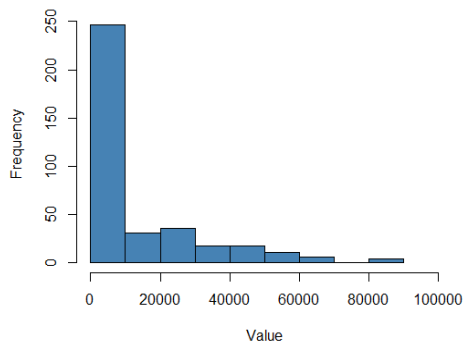
Grafik 1. Boxplot dari variabel “GDP”

Pada grafik di atas memvisualisasikan boxplot dari variabel “GDP” yang menunjukkan nilai kuartil tengah atau median berada di sekitaran nilai 5000, kuartil atas berada di sekitaran nilai 20000, kuartil bawah berada di sekitaran nilai 2000, dan data maksimal bernilai sekitaran 85000, serta data minimal bernilai sekitaran 0. Untuk angka numerik yang lebih spesifik dapat dilihat pada sub bab IV.A.



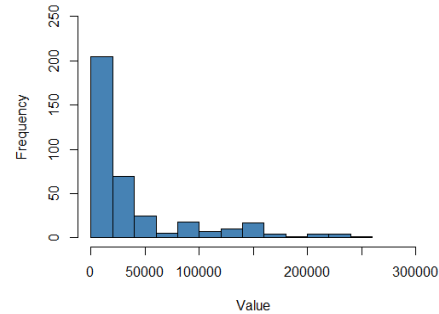
Grafik 2. Boxplot dari variabel “energy”

Pada grafik di atas memvisualisasikan boxplot dari variabel “energy” yang menunjukkan nilai kuartil tengah atau median berada di sekitaran nilai 10000, kuartil atas berada di sekitaran nilai 41000, kuartil bawah berada di sekitaran nilai 7000, dan data maksimal bernilai sekitaran 245000, serta data minimal bernilai 700. Untuk angka numerik yang lebih spesifik dapat dilihat pada sub bab IV.A.



Grafik 3. Histogram dari variabel “GDP”

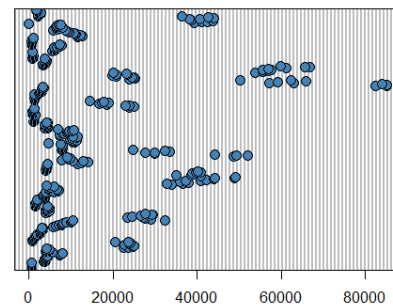
Pada grafik di atas merupakan histogram dari variabel “GDP” menunjukkan nilai modus berada di sekitaran nilai 0 hingga 10000 dan dapat dilihat bahwa data condong ke kiri secara ekstrim (*Extremely negative skewed*) yang sesuai dengan hasil yang telah didapatkan pada sub bab IV.A.



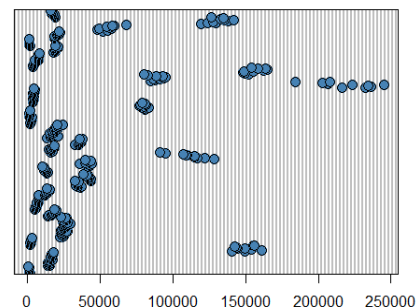
Grafik 4. Histogram dari variabel “energy”

Pada grafik di atas merupakan histogram dari variabel “energy” menunjukkan nilai modus berada di sekitaran nilai 0 hingga 20000 dan dapat dilihat bahwa data condong ke kiri secara ekstrim (*Extremely negative skewed*) yang sesuai dengan hasil yang telah didapatkan pada sub bab IV.A.

Pada kedua variabel data tersebut dapat dilihat pendistribusian frekuensi tiap nilai secara visual grafik dengan menerapkan konsep grafik *dot chart*, yaitu sebagai berikut.

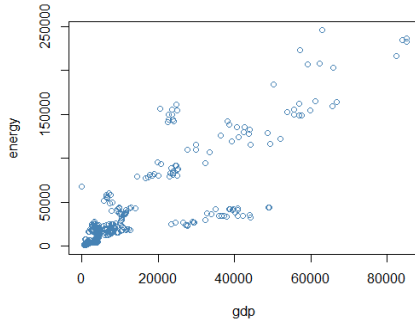


Grafik 5. Dot chart dari variabel “GDP”



Grafik 6. Dot chart dari variabel “energy”

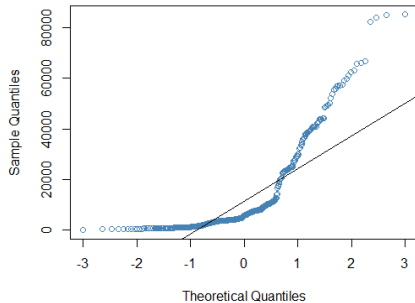
Selain itu, untuk melihat hubungan nilai antara kedua variabel tersebut dapat menggunakan konsep *scatter plot*, yaitu sebagai berikut.



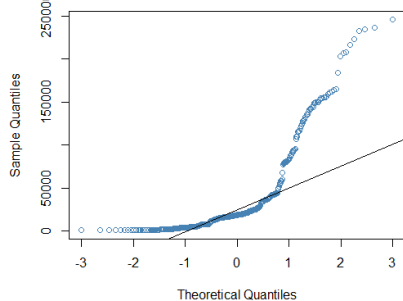
Grafik 7. Scatter Plot antara variabel “GDP per kapita” dengan variabel “energy”

C. Uji Normalitas

Normalitas data adalah salah satu syarat yang penting untuk diperiksa sebelum menjalankan prosedur statistik inferensi. Berikut adalah grafik *Q-Q Plot* yang dibuat pada masing-masing populasi data variabel.



Grafik 8. *Q-Q Plot* dari variabel “GDP”



Grafik 9. *Q-Q Plot* dari variabel “energy”

Berdasarkan kedua grafik di atas, sebenarnya data cenderung berkumpul dan tersebar sepanjang garis. Namun, akibat sifatnya yang berkumpul, data *outlier* pun berkumpul dan memiliki frekuensi yang cukup banyak. Hal ini menyebabkan terdapat sebagian data yang berkumpul dan normal serta sebagian data yang berkumpul dan tidak normal. Selain itu, variabel data yang dianalisis akan menguji normalitasnya dengan menggunakan konsep *Shapiro-Wilk Test*, yaitu sebagai berikut.

```
> shapiro.test(gdp)

shapiro-wilk normality test

data:  gdp
W = 0.72805, p-value < 2.2e-16

Gambar 6. Shapiro-Wilk Test dari variabel “GDP”

> shapiro.test(energy)

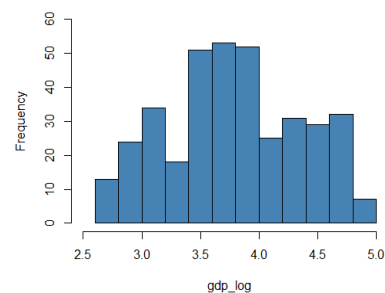
shapiro-wilk normality test

data:  energy
W = 0.70775, p-value < 2.2e-16
```

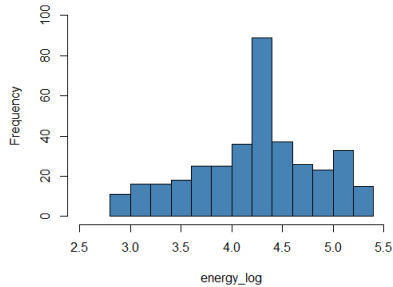
Gambar 7. Shapiro-Wilk Test dari variabel “energy”

Dari hasil yang didapatkan di atas, diperoleh suatu kesimpulan bahwa nilai p -value masing-masing variabel adalah 2.2×10^{-16} . Hasil kedua tes ini dilakukan dengan membandingkan nilai α dengan p -value. Nilai α / *level of significance* secara default yaitu 0.05 dengan perhitungan dari *confidence level* sebesar 95%. Maka dari itu, kedua variabel memiliki p -value yang kurang dari α ($2.2 \times 10^{-16} < 0.05$), sehingga kedua data tidak terdistribusi secara normal.

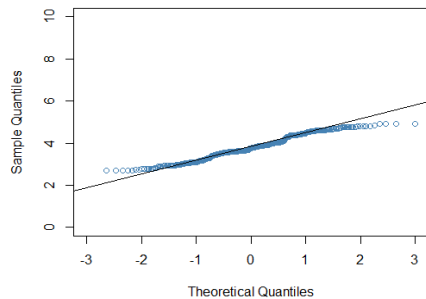
Sebenarnya, grafik histogram (Grafik 3 dan 4) dan *Q-Q Plot* (Grafik 8 dan 9) sudah diidentifikasi bahwa kedua variabel sudah tidak berdistribusi normal akibat bentuk kurva condong ke kiri yang harusnya bentuk kurvanya adalah “Bell-shaped” dan data dalam bentuk titik tidak mengikuti garis linear yang ada. Oleh karena itu, untuk mengatasi data yang tidak berdistribusi normal ini, solusinya dapat menggunakan fungsi matematika yaitu berupa transformasi *log*, akar, ataupun *box cox* [14]. Dalam kasus ini, penulis menggunakan transformasi *log* sebagai fungsi matematika dalam mengubah kedua variabel menjadi data yang berdistribusi normal. Transformasi *log* menggunakan fungsi matematika logaritma $\log_{10}()$ atau $new_data <- \log_{10}(old_data)$ untuk mencari nilai logaritma dengan basis 10 dalam mengubah data menjadi distribusi normal [16]. Setelah dilakukan perhitungan maka hasilnya dalam bentuk grafik adalah sebagai berikut.



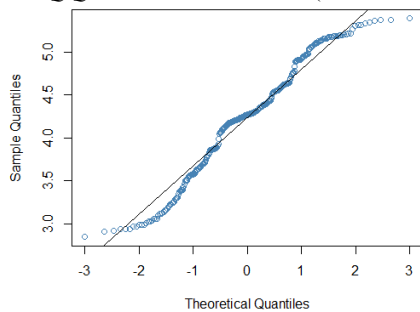
Grafik 10. Histogram dari variabel “GDP” (Transformasi Log)



Grafik 11. Histogram dari variabel “energy” (Transformasi Log)



Grafik 12. Q-Q Plot dari variabel “GDP” (Transformasi Log)



Grafik 13. Q-Q Plot dari variabel “energy” (Transformasi Log)

Dari keempat grafik di atas telah menunjukkan bahwa kedua variabel setelah dilakukan transformasi *log* membuat grafik histogram (Grafik 10 dan 11) membentuk “Bell-curved” dan grafik *Q-Q Plot* (Grafik 12 dan 13) menunjukkan data dalam bentuk titik telah segaris dengan garis linear. Hal ini membuktikan bahwa kedua variabel telah berdistribusi normal, dan tentunya untuk pengujian selanjutnya menggunakan nilai pada setiap variabel yang sudah ditransformasi juga.

D. Uji Inferensi Rata-rata Satu Populasi dan Dua Populasi

Setelah kedua variabel tersebut sudah berdistribusi normal, maka selanjutnya akan dilakukan pengujian inferensi rata-rata satu populasi dan dua populasi. Akan tetapi, kasus hipotesis pada penelitian ini lebih sesuai dilakukan uji hipotesisnya adalah dengan uji inferensi rata-rata dua populasi karena melibatkan dua variabel yang ingin diuji

pengaruhnya satu sama lain tanpa tambahan nilai tertentu sebagaimana yang sudah dikatakan di hipotesisnya pada null hipotesis (H_0) yaitu kenaikan nilai GDP / *Growth Domestic Product* per kapita sama dengan kenaikan nilai konsumsi energi. Sedangkan, pada uji inferensi rata-rata satu populasi hanya menguji hipotesis dengan suatu nilai tertentu terhadap masing-masing variabel yang ada sehingga dapat menilai kebenaran dari hipotesis tersebut.

Sebagai alternatif, salah satu implementasi pelaksanaan uji inferensi rata-rata satu populasi yang tidak jauh beda dengan hipotesis penelitian ini adalah dengan memisalkan hipotesis lain dan hanya menggunakan 1 variabel saja, yaitu sebagai berikut.

H_0 : Rata-rata kenaikan persentase GDP / *Growth Domestic Product* per kapita lebih dari 50% dari total GDP yang didapatkan.

H_1 : Rata-rata kenaikan persentase GDP / *Growth Domestic Product* per kapita kurang dari atau sama dengan 50% dari total GDP yang didapatkan.

Dalam pengujian tersebut menggunakan konsep *t-test* dengan nilai rata-rata hipotesis yang diuji (μ) adalah 50 dari 50% yaitu sebagai berikut.

```
> t.test(gdp_log, mu=50, conf.level = 0.95,
+       alternative = "two.sided")

One Sample t-test

data:  gdp_log
t = -1556.7, df = 368, p-value < 0.00000000000000022
alternative hypothesis: true mean is not equal to 50
95 percent confidence interval:
 3.732830 3.849576
sample estimates:
mean of x
 3.791203

> t.test(energy_log, mu=50, conf.level = 0.95,
+       alternative = "two.sided")

One Sample t-test

data:  energy_log
t = -1450.1, df = 369, p-value < 0.00000000000000022
alternative hypothesis: true mean is not equal to 50
95 percent confidence interval:
 4.174925 4.299039
sample estimates:
mean of x
 4.236982
```

Gambar 8. Pemisalan inferensi rata-rata satu populasi variabel “GDP” dan variabel “energy”

Pada hasil *t-test* di atas membuahkan kesimpulan berupa pada variabel “GDP” dengan *degree of freedom* sebesar 368 dan variabel “energy” dengan *degree of freedom* sebesar 369 dengan selang kepercayaan secara *default* menggunakan *confidence level* 95%, sehingga didapatkan pada variabel “GDP” bahwa *mean* (rata-rata) populasi diperkirakan pada interval [3.732830, 3.849576] dan variabel “energy”

memiliki *mean* (rata-rata) populasi diperkirakan pada interval [4.174925, 4.299039].

Pengujian *t-test* satu populasi ini berguna untuk menjawab pemisalan hipotesis yang sudah disebutkan sebelumnya. Dari masing-masing data tersebut memiliki nilai *p-value* yang sama yaitu 2.2×10^{-16} . Selain itu, nilai α sebesar 0.05 yang didapatkan dari *confidence level* 95%. Maka dari itu, hasil yang didapatkan adalah nilai *p-value* lebih kecil dari nilai α / *significance level* ($2.2 \times 10^{-16} < 0.05$) yang berarti null hipotesis (H0) ditolak dan cenderung membuat alternatif hipotesis (H1) diterima.

Cara lain pengujian pemisalan hipotesis adalah dengan membandingkan nilai *t-statistics* dengan nilai *t-test*. Pencarian nilai *t-table* menggunakan hasil *degree of freedom* dan nilai α , sehingga didapatkan nilai *t-table* menggunakan fungsi *qt()* dengan konsep *one-tailed test* yaitu $(0.05, 368) = t_{0.05, 368} = 1.649005$ dan $(0.05, 369) = t_{0.05, 369} = 1.648994$. Hal ini berarti nilai *t-statistics* variabel “GDP” harus berada di antara interval -1.649005 sampai +1.649005 dan nilai *t-statistics* variabel “energy” harus berada di antara interval -1.648994 sampai +1.648994. Pada gambar 8 dapat dilihat nilai *t-statistics* pada variabel “GDP” adalah -1556.7 dan nilai *t-statistics* pada variabel “energy” adalah -1450.1, yang berarti sudah diluar jangkauan interval masing-masing. Dengan kata lain, hal ini berarti null hipotesis (H0) ditolak dan cenderung membuat alternatif hipotesis (H1) diterima.

Dari kedua cara pengujian tersebut menyimpulkan bahwa pemisalan null hipotesis (H0) ditolak dan cenderung membuat alternatif hipotesis (H1) diterima, yaitu rata-rata kenaikan persentase GDP / *Growth Domestic Product* per kapita kurang dari atau sama dengan 50% dari total GDP yang didapatkan, sebagai dasar referensi pelaksanaan uji inferensi rata-rata satu populasi. Selain variabel “GDP” sebagai contoh dalam pemisalan uji inferensi rata-rata satu populasi dengan hanya satu variabel saja sebagai objek diteliti, hal ini juga berlaku bagi variabel “energy” sebagai objek diteliti dengan hipotesisnya harus menyangkut tentang variabel “energy”.

Pada inferensi rata-rata dua populasi yang digunakan merupakan inferensi rata-rata dua populasi dua sisi terhadap kedua variabel dianalisis. Alasannya adalah pada hipotesis penelitian yang diuji merupakan hipotesis yang mencari nilai rata-rata

apakah sama atau tidak sama terhadap hal yang diuji. Berbeda dengan inferensi rata-rata dua populasi satu sisi yang mencari nilai lebih besar atau tidaknya terhadap hal yang diuji. Dalam pengujian tersebut menggunakan konsep *t-test* yaitu sebagai berikut.

```
> t.test(gdp_log, energy_log, mu=0, conf.level = 0.95,
+       alternative = "two.sided", paired = TRUE)

Paired t-test

data: gdp_log and energy_log
t = -32.36, df = 368, p-value < 0.00000000000000022
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.4711637 -0.4171807
sample estimates:
mean difference
 -0.4441722
```

Gambar 9. Inferensi rata-rata dua populasi variabel “GDP” dan variabel “energy”

Pada hasil *t-test* di atas membuahkan kesimpulan berupa pada variabel “GDP” dan variabel “energy” memiliki *degree of freedom* yang sama sebesar 368 dengan selang kepercayaan secara *default* menggunakan *confidence level* 95%, sehingga didapatkan pada variabel “GDP” bahwa *mean* (rata-rata) populasi diperkirakan pada interval [-0.4711637, -0.4171807] dengan nilai rata-rata hipotesis yang diuji adalah 0 secara *default*.

Pengujian *t-test* dua populasi ini berguna untuk menjawab hipotesis yang ada pada penelitian ini. Dari hasil tersebut memiliki nilai *p-value* yang sama yaitu 2.2×10^{-16} . Selain itu, nilai α secara *default* menggunakan nilai 0.05. Maka dari itu, hasil yang didapatkan adalah nilai *p-value* lebih kecil dari nilai α / *significance level* ($2.2 \times 10^{-16} < 0.05$) yang berarti null hipotesis (H0) ditolak dan cenderung membuat alternatif hipotesis (H1) diterima.

Cara lain pengujian hipotesis adalah dengan membandingkan nilai *t-statistics* dengan nilai *t-test*. Pencarian nilai *t-table* menggunakan hasil *degree of freedom* dan nilai α secara *default* yaitu 0.05, sehingga didapatkan nilai *t-table* menggunakan fungsi *qt()* dengan konsep *one-tailed test* yaitu $(0.05, 368) = t_{0.05, 368} = 1.649005$. Hal ini berarti nilai *t-statistics* harus berada di antara interval -1.649005 sampai +1.649005. Pada gambar 9 dapat dilihat nilai *t-statistics* adalah -32.36 yang berarti sudah diluar jangkauan interval tersebut. Dengan kata lain, hal ini berarti null hipotesis (H0) ditolak dan cenderung membuat alternatif hipotesis (H1) diterima.

Dari kedua pengujian tersebut menyimpulkan bahwa null hipotesis (H0) ditolak dan cenderung membuat alternatif hipotesis (H1) diterima, yaitu kenaikan nilai GDP / *Growth*

Domestic Product per kapita tidak sama dengan kenaikan nilai konsumsi energi. Penjabaran lain dari hasil hipotesis tersebut adalah sebagai berikut.

$$\mu_{\text{gdp}} - \mu_{\text{energy}} \neq 0$$

$$\mu_{\text{gdp}} \neq \mu_{\text{energy}}$$

E. Uji Regresi Linear

Dalam pengujian regresi linear, penulis menggunakan variabel “GDP” dan variabel “energy” untuk melihat apakah kedua variabel tersebut memiliki efek linear antar satu sama lain. Selain itu, variabel “GDP” sendiri merupakan variabel independen dan variabel “energy” merupakan variabel dependen, sehingga pemodelan regresi linearnya adalah sebagai berikut.

```
> gdp_regresilinear <- gdp_log
> energy_regresilinear <- energy_log
> linearregretion = lm(energy_regresilinear~gdp_regresilinear)
> print(linearregretion)

call:
lm(formula = energy_regresilinear ~ gdp_regresilinear)

Coefficients:
(Intercept)  gdp_regresilinear
0.5966      0.9598

> summary(linearregretion)

call:
lm(formula = energy_regresilinear ~ gdp_regresilinear)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.54183 -0.20913  0.03178  0.15158  0.54493

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.59655    0.09218   6.471 3.11e-10 ***
gdp_regresilinear 0.95981    0.02405  39.916 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.263 on 367 degrees of freedom
(1 observation deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.8128,    Adjusted R-squared:  0.8123
F-statistic: 1593 on 1 and 367 DF,  p-value: < 2.2e-16

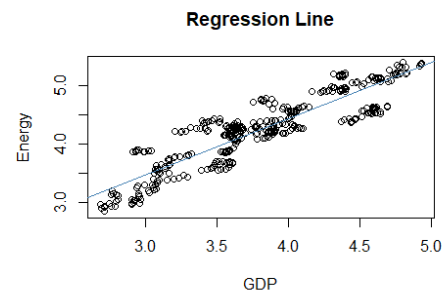
> est <- c(8,5,3)
> a <- data.frame(gdp_regresilinear=est)
> result = predict(linearregretion, a)
> print(result)
      1      2      3
8.275009 5.395587 3.475973
```

Gambar 10. Model regresi linear

Pada model regresi linear yang didapatkan menunjukkan bahwa terdapat persamaan regresi linear $y = 0.5966 + 0.9598x$, dengan y sebagai variabel “energy” dan x sebagai variabel “GDP.” Selain itu, nilai koefisien variabel “GDP” adalah 0.95981 menunjukkan ada keterkaitan yang kuat antara nilai variabel “GDP” terhadap nilai variabel “energy”, ataupun untuk setiap peningkatan satu unit dalam variabel “GDP”, maka variabel “energy” diperkirakan akan meningkat sebesar 0.95981 unit. Adapun nilai *intercept* sebesar 0.5966 menunjukkan bahwa ketika variabel “GDP” bernilai 0, maka variabel “energy” diharapkan bernilai sekitar 0.5966.

Selain itu, dalam model statistik berdasarkan model regresi linear membuahkan nilai R^2 sebesar 0.8128 dengan *adjusted R*² sebesar 0.8123 beserta nilai *F-statistics* yang bernilai 1593 dengan *q-value* bernilai 2.2×10^{-16} . R^2 yang tinggi menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan sekitar 81.28% variasi dalam variabel “energy” berdasarkan variabel “GDP”. *F-statistic* dan *q-value* menunjukkan bahwa setidaknya satu variabel independen “GDP” secara signifikan mempengaruhi variabel dependen “energy” dan *q-value* sendiri dapat mengindikasikan persamaan regresi linear signifikan secara statistik yang dapat digunakan untuk mengestimasi nilai-nilai yang diinginkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model regresi linear ini memiliki kecenderungan yang baik untuk menjelaskan hubungan antara variabel “GDP” dan variabel “energy” pada data yang diberikan.

Selain itu, model regresi linear dapat dipahami secara visual melalui grafik yang dapat memperlihatkan sejauh mana perubahan variabel “GDP” berkontribusi terhadap perubahan variabel “energy”. Dengan garis yang terus memanjang ini dapat memprediksi nilai-nilai selanjutnya yang tidak berada pada jangkauan data yang diberikan. Adapun grafik tersebut adalah sebagai berikut.



Grafik 14. Regression Line

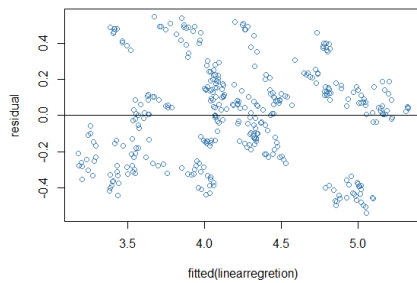
Pada model regresi linear juga mencakup residu kedua variabel tersebut, yaitu sebagai berikut.

```
> #residu
> residu = resids(linearregretion)
> #t100(40000)
1      2      3      4      5      6      7      8      9     10     11
-0.098857088 -0.1872627967 -0.2539098616 -0.2644804209 -0.2802202623 -0.2820027619 -0.2095128020 -0.2776502021 -0.3558884937 -0.1492073902
12      13      14      15      16      17      18      19      20
0.1584722817 0.1347842346 0.1290214489 0.139227132 0.1440341812 0.1399299091 0.1037476459 0.0964408796 0.1358684646 -0.1035345683 -0.1312618166
21      22      23      24      25      26      27      28      29      30
-0.1296010130 -0.12906124704 0.0540808050 0.1915110613 0.1515511768 0.1032399648 0.1138505084 0.1742173311 0.3739040020 0.3798370359 0.3943704543
31      32      33      34      35      36      37      38      39      40
0.3697735441 0.3982780722 0.3828431244 0.3605290203 0.3509702675 0.3983929613 0.4002225769 0.4870435604 -0.1367737594 -0.1692338679 -0.2130143992
41      42      43      44      45      46      47      48      49      50
-0.1809449932 -0.2336450772 -0.2654242434 -0.2767407085 -0.2688620568 -0.3200530284 0.5003103918 0.4870435604 -0.1367737594 -0.1692338679 -0.2130143992
51      52      53      54      55      56      57      58      59      60
0.4684083262 0.4241449861 0.3978887909 0.4588678083 0.4907428121 0.5682845633 0.1346849238 0.1026280878 0.0738292309 0.0578438815 0.0513404168
61      62      63      64      65      66      67      68      69      70
0.034683074 0.0013047022 0.0097071004 0.0108789173 -0.4366442176 -0.4413797768 -0.4761910917 -0.4713930190 -0.3907880153 -0.3879542734 -0.4128198860
71      72      73      74      75      76      77      78      79      80
0.0085428789 0.0018575234 -0.0157200142 0.0127279968 0.0032484718 0.0053265209 0.0018112841 0.0853051463 -0.2922804765 -0.3246539636 -0.3284237136
81      82      83      84      85      86      87      88      89      90
-0.3259142180 -0.2991758886 -0.2785184210 -0.2126083270 -0.2830668788 -0.2884797670 -0.3140213702 0.0202817612 0.0378646171 0.0451622428 0.0480074673
91      92      93      94      95      96      97      98      99      100
0.1883880272 0.1863240002 0.1920207093 0.0847712880 0.1199302051 0.1573015136 0.1322068714 0.1230211884 0.1215211310 0.1151760873 0.2124362847
101     102     103     104     105     106     107     108     109     110
0.2562714906 0.2276273771 0.1582710193 0.1335269134 0.1777658723 0.0438387748 0.0240628989 0.0101555318 0.0069213035 0.0403861530 0.0500174932
111     112     113     114     115     116     117     118     119     120
0.0262126028 -0.013662171 -0.0196471916 0.0089951005 -0.4028395940 -0.4102731387 -0.4372388814 -0.4316618122 -0.3862479415 -0.3533866414 -0.3872668268
121     122     123     124     125     126     127     128     129     130
-0.3718182323 -0.3414707129 -0.333133727 0.4537345129 0.4121123455 0.3815575600 0.3673349406 0.4095154871 0.4862036443 0.4640453555 0.4801598322
131     132     133     134     135     136     137     138     139     140
0.4776907824 0.4804048067 0.5000817714 0.0813414342 0.0999011293 0.0600105916 0.0805179919 0.0782772138 0.0401515127 0.0241935129 0.0152513029
141     142     143     144     145     146     147     148     149     150
-0.012718800 0.0576302618 -0.1892189182 -0.1471101781 -0.1204011219 -0.0038705110 -0.0078711219 -0.0078711219 -0.1348086110 -0.1319672457 -0.3777745865
151     152     153     154     155     156     157     158     159     160
-0.2327184648 0.2261302618 -0.2449077761 -0.1700670771 -0.1529234781 -0.1219047881 -0.1219047881 -0.0838787748 0.0156615144 0.1515454985 0.1515454985
161     162     163     164     165     166     167     168     169     170
0.4757709758 0.3736086170 0.3902139214 0.344 0.344 0.344 0.344 0.344 0.344 0.344 0.344
171     172     173     174     175     176     177     178     179     180
0.0502492173 0.1400771643 0.1118961693 0.1118961693 0.0712170281 0.0800380956 0.1261615693 0.1261615693 0.1261615693 0.1261615693 0.1261615693
181     182     183     184     185     186     187     188     189     190
0.3435555781 0.3234435559 0.478488179 0.5482920350 0.6207768530 0.6207768530 0.4908133960 0.4908133960 0.4908133960 0.4908133960 0.4908133960
```

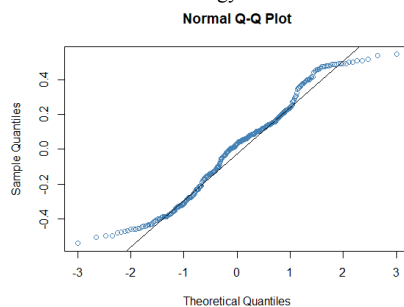
Gambar 11. Daftar residu variabel “GDP” dengan variabel “energy”

```
> summary(residual)
      Min.    1st Qu.    Median      Mean   3rd Qu.      Max.
-0.54183 -0.20913  0.03178  0.00000  0.15158  0.54493
```

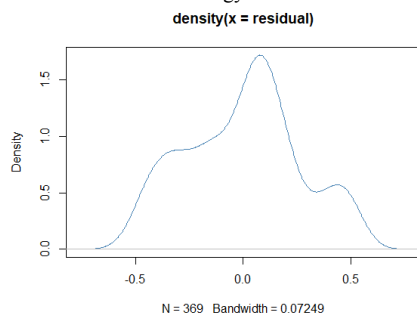
Gambar 12. Kesimpulan residu variabel “GDP” dengan variabel “energy”



Grafik 15. Scatter Plot residu variabel “GDP” dengan variabel “energy”



Grafik 16. Q-Q Plot residu variabel “GDP” dengan variabel “energy”



Grafik 17. Density Plot residu variabel “GDP” dengan variabel “energy”

```
> shapiro.test(residual)

Shapiro-wilk normality test

data: residual
W = 0.97504, p-value = 0.000005457
```

Gambar 13. Normalitas residu variabel “GDP” dengan Variabel “energy”

Dari gambar di atas, pembagian nilai residu yang diperoleh yaitu residu minimal (R_{\min}) bernilai -0.54183, residu maksimal (R_{\max}) bernilai 0.54493, kuartil pertama (Q_1) residu bernilai -0.20913, median atau kuartil tengah (Q_2) bernilai 0.03178, dan kuartil ketiga (Q_3) residu bernilai 0.15158. Berdasarkan gambar 10, *residual standard error* yang terdapat

pada model regresi linear penelitian ini bernilai 0.263 dan distribusi kesalahan berada pada jangkauan -0.54183 hingga 0.544932, dengan rata-rata (*mean*) residu adalah 0 yang menunjukkan bahwa secara keseluruhan, model memiliki kecenderungan untuk memperkirakan nilai target yang tepat. *Residual standard error* mengukur seberapa baik model ini melakukan *fitting* data, dan distribusi residu menunjukkan bahwa sebagian besar residu berada dalam kisaran nilai tersebut.

Akibat rata-rata (*mean*) residu adalah 0 yang dapat memperkirakan nilai target yang tepat, maka model regresi linier dapat melakukan estimasi nilai variabel “energy” dengan asumsi jika nilai pada variabel “GDP” adalah 8 satuan, 5 satuan, dan 3 satuan, maka pada variabel “energy” akan menghasilkan estimasi berturut-turut sebesar 8.275009, 5.395587, dan 3.475973, seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.

Sebenarnya pada grafik 12 dan 13 telah menunjukkan grafik *Q-Q Plot* dari masing-masing variabel bahwa kedua variabel telah terbentuk suatu garis linear dengan datanya yang berdekatan, sehingga estimasi nilai selanjutnya dapat dilakukan.

Untuk normalitas residu sendiri, *Q-Q Plot* (Grafik 16) menunjukkan bahwa sebenarnya residu lumayan tersebar normal. Penyebaran residu kedua variabel tersebut dapat dilihat pada grafik 15. Dari grafik *density*-nya sendiri dapat dilihat bahwa data cukup tersebar dengan normal dengan hanya terdiri dari satu puncak tinggi. Namun, ketika diuji dengan *Shapiro-Wilk Test*, nilai *p-value* yang diperoleh sebesar 0.000005457 yang lebih kecil dari nilai α yaitu 0.05 ($0.000005457 < 0.05$). Hal ini berarti data residu tidak terlalu tersebar secara normal untuk regresi variabel “GDP” dengan variabel “energy” seperti yang ditunjukkan pada grafik 14. Akan tetapi, perlu ditekankan bahwa pada penelitian ini menitik-fokuskan pada nilai eksak tiap variabel pada model regresi linearnya, bukan nilai residunya.

F. Uji Chi Square

Pada penelitian ini dengan hipotesis yang menyangkut variabel “GDP” dan variabel “energy” merupakan data yang tergolong sebagai data numerik. Akan tetapi, pada uji *Chi Square* menekankan bahwa pengujian harus menggunakan data yang bersifat kategorikal atau pengujian dengan melihat perbedaan antara distribusi teoritis yang

diasumsikan dengan distribusi yang diamati [16]. Oleh karena itu, dapat dikatakan pada data ini dengan hipotesis yang sudah ditentukan tidak dapat membuahkan kesimpulan dengan uji *Chi Square*.

Sebagai alternatif, tampilan data berikut merupakan tampilan data yang bersifat kategorikal yaitu hubungan data persentase kontribusi pada GDP tahun 2011-2020 dengan aktivitas ekonomi sebagai dasar referensi untuk pelaksanaan uji *Chi Square* [2].

	2011-2015	2016-2020
Agriculture, fishing, mining and quarrying	0.5	0.5
Manufacturing	6.9	5.3
Electricity, gas and water supply, and waste management	8.4	6.7
Construction	20.0	23.1

Gambar 14. Gabungan data aktivitas ekonomi dengan persentase kontribusi pada GDP

Dari tampilan sebagian data tersebut terdapat gabungan data berupa variabel persentase kontribusi pada GDP tahun 2011-2020 (Horizontal) dengan variabel jenis-jenis aktivitas ekonomi (Vertikal). Kedua variabel tersebut akan dianalisis apakah keduanya bersifat dependen (Tergantung) ataupun independen (Tidak tergantung). Selain itu, kedua variabel tersebut merupakan asumsi variabel yang akan digunakan pada penelitian asumsi ini untuk pelaksanaan uji *Chi Square*. Oleh karena itu, uji *Chi Square* yang sesuai adalah uji *Chi Square Test of Independence* karena dalam pengujian analisis dalam kedua variabel tersebut merupakan analisis nilai variabel berupa indikator frekuensi dengan beberapa kategori untuk menentukan apakah kedua variabel tersebut independen ataupun dependen.

Dengan adanya variabel “activity” sebagai variabel merepresentasikan aktivitas ekonomi dan variabel “persentase” merepresentasikan persentase kontribusi pada GDP dengan pembagian tiap 5 tahun dari 2011-2020, maka pernyataan ini dapat membuahkan pemisalan hipotesis berikut.

H₀ : Aktivitas-aktivitas ekonomi tidak tergantung dengan penilaian persentase kontribusi pada GDP.

H₁ : Aktivitas-aktivitas ekonomi tergantung dengan penilaian persentase kontribusi pada GDP.

```
> print(chi_square_test)
```

```
Pearson's Chi-squared test
```

```
data: chisquare
x-squared = 6.4432, df = 22, p-value = 0.9995
```

Gambar 15. Chi Square Test of Independence

Berdasarkan hasil di atas menunjukkan bahwa nilai *p*-value yang didapatkan adalah 0.9995 dan dibandingkan dengan nilai α / *significance level* yang secara *default* yaitu sebesar 0.05. Maka dari itu, perbandingan nilai yang didapatkan adalah nilai *p*-value lebih besar dari nilai α / *significance level* (0.9995 > 0.05). Oleh karena itu, kesimpulannya adalah dengan nilai *p*-value lebih besar dari nilai α berarti null hipotesis (H₀) cenderung diterima dan alternatif hipotesis (H₁) ditolak. Dengan kata lain, null hipotesis (H₀) bernilai benar dengan hipotesis “Aktivitas-aktivitas ekonomi tidak tergantung dengan penilaian persentase kontribusi pada GDP”.

V. Kesimpulan

Krisis energi telah menjadi permasalahan global yang krusial, memunculkan tantangan global, menuntut perhatian terhadap perlunya pemikiran yang cermat terkait penggunaan energi. Akibatnya, perlu adanya pertimbangan terhadap konsumsi energi untuk menjaga keberlanjutan energi masa depan bagi generasi mendatang. Pertimbangan tersebut dinilai hubungannya atau pengaruhnya dengan pertumbuhan GDP per kapita untuk dapat menjadi indikator yang bermanfaat pada penelitian lain yang serupa atau penelitian masa depan. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian dengan topik penelitian berupa “Analisis Pengaruh Pertumbuhan GDP / *Growth Domestic Product* Per Kapita terhadap Konsumsi Energi di Asia pada Tahun 2011-2020” menganalisis hubungan *Gross Domestic Product* / GDP per kapita dengan konsumsi energi dan melakukan berbagai perhitungan dan pengujian dengan hasil penelitian yang didapatkan menggunakan uji inferensi rata-rata dua populasi dua sisi membuahkan suatu nilai kebenaran dari hipotesis yang berlandaskan atas tujuan penelitian ini dalam mengurangi krisis energi yaitu kenaikan nilai GDP / *Growth Domestic Product* per kapita tidak sama dengan kenaikan nilai konsumsi energi. Dengan kata lain, hasil penelitian ini menegaskan bahwa terdapat hubungan yang bertolak-belakang dari hipotesis tersebut sebagai indikatornya yaitu apabila GDP per kapita memiliki kenaikan maka akan menyebabkan konsumsi energi mengalami penurunan. Dengan adanya penurunan konsumsi energi yang menurun maka krisis energi juga akan menurun sebagaimana sesuai dengan tujuan dari penelitian ini. Hal ini justru akan membantu dalam penelitian lain yang serupa dengan

memanfaatkan indikator tersebut dan dapat melacak perkembangan SDG / *Sustainable Development Goals* Nomor 7 yang berbunyi “Energi bersih dan terjangkau”. Objektivitas penelitian yang dilakukan menyempitkan jangkauan penelitian agar lebih spesifik dengan melihat hubungan antara pertumbuhan GDP per kapita dan konsumsi energi di negara Asia selama periode 2011-2020. Adapun pengujian lain menunjukkan bahwa dalam model regresi linear dan korelasi membuktikan adanya hubungan yang erat antara GDP / *Growth Domestic Product* per kapita dengan konsumsi energi, sehingga dapat memprediksi nilai-nilai yang ingin diperkirakan pada hubungan tersebut. Sebagai penutup, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan wawasan bagi pemerintah dan lembaga-lembaga lainnya dalam menghadapi krisis energi kedepannya.

VI. Ucapan Terima Kasih

Dengan ini, peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Prianggada Indra Tanaya, MME., selaku dosen pembimbing Universitas Multimedia Nusantara untuk mata kuliah Probabilitas dan Statistika dengan kode mata kuliah CE-319 atas arahan dan masukan untuk ujian akhir ini.

VII. Daftar Pustaka

- [0] Bahan Ajar Probabilitas & Statistika CE-319 Pertemuan 1-14 Universitas Multimedia Nusantara
- [1] Tanwar, A. (2023, August 19). Global Data on Sustainable Energy (2000-2020). *Kaggle*. <https://www.kaggle.com/datasets/anshtanwar/global-data-on-sustainable-energy>
- [2] Department, C., S. (2023, November 30). Gross Domestic Product (GDP) by economic activity at current prices. https://www.censtatd.gov.hk/en/web_table.html?id=310-34101#
- [3] Kristina. (2021, October 6). Krisis Energi: Pengertian, Penyebab, dan Cara Mengatasinya. *DetikEdu*. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5756087/krisis-energi-pengertian-penyebab-dan-cara-mengatasinya/1>
- [4] Rah. (2022, October 18). Krisis energi global, Apa Kabar energi baru terbarukan? *CNBC Indonesia*. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20221018181603-4-380717/krisis-energi-global-apa-kabar-energi-baru-tebarukan>
- [5] Nailufar, N. N. (2022, January 14). Mengapa kita memerlukan energi alternatif? *KOMPAS.com*. <https://www.kompas.com/skola/read/2020/05/18/100000569/mengapa-kita-memerlukan-energi-alternatif>
- [6] Halicioglu, F. (2009). An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey. *Energy Policy*. Vol.37. No.3 pp.1156-1164. DOI:10.1016/j.enpol.2008.11.012.
- [7] Shuqairi, H. I., & Abdel-Aziz, D. M. (2015). Efficient and Strategic Resource Allocation for Sustainable Development in Jordan. *Journal of Architectural Engineering Technology* 2015 4(1), 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.4172/2168-9717.1000138>
- [8] Fariz, M., & Muljaningsih, S. (2015). Pengaruh Konsumsi Energi terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia, 3(2), 1–16. <https://jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/article/view/2156>
- [9] Adhitama, A. P., & Hartanto (2023). Pengaruh Konsumsi Energi terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia, 4(2), 1–11. <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/JDKP/article/download/6910/2726/>
- [10] Sitoresmi, A. R. (2023, June 5). GDP adalah Gross Domestic Product, Pahami Definisi dan Manfaatnya. *liputan6.com*. <https://www.liputan6.com/hot/read/5307579/gdp-adalah-gross-domestic-product-pahami-definisi-dan-manfaatnya?page=3>
- [11] Adminlp2m. (2022, January 27). Apa itu Margin Error – Pengertian, Perhitungan dengan Contoh. Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat. <https://lp2m.uma.ac.id/2022/01/27/apa-itu-margin-error-pengertian-perhitungan-dengan-contoh/>
- [12] Achmad, Z., & Santoso, H. A. (2016). Model Fuzzy Tsukamoto untuk Klasifikasi dalam Prediksi Krisis Energi di Indonesia. *Citec (Creative Information Technology) Journal*, 3(3), 185. <https://doi.org/10.24076/citec.2016v3i3.76>
- [13] Ihza, Y. (2018). Pengaruh Harga Daging Sapi Internasional, Kurs, dan GDP Per Kapita terhadap Impor Daging Sapi di Indonesia. *Economics Development Analysis Journal*, 6(3), 328–345. <https://doi.org/10.15294/edaj.v6i3.22282>
- [14] Modeling, S. (2023, April 3). How do you deal with non-normal data that cannot be transformed or normalized? *Linkedin*. <https://www.linkedin.com/advice/0/how-do-you-deal-non-normal-data-cannot-transformed#:~:text=If%20your%20data%20is%20not%20normal%2C%20you%20may%20try%20to,reduce%20its%20skewness%20or%20outliers.>
- [15] Wiryanto, H. (2016, December 18). Transformasi ke Distribusi Normal. *RPubs - document*. <https://rpubs.com/heruwiryanto/Normality>
- [16] Intelligence, A. (2023, March 9). Uji Chi Square dalam Penelitian Kuantitatif. *Informatika Universitas Ciputra*. <https://informatika.uc.ac.id/2022/12/uji-chi-square-dalam-penelitian-kuantitatif/>
- [17] Faisal, F., Türsoy, T., & Ercantan, O. (2017). The relationship between energy consumption and economic growth: Evidence from non-Granger causality test. *Procedia Computer Science*, 120, 671–675. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.29>
- [18] R-script : <https://github.com/Jacksonciek/UAS-Probstat>