

## **PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK KOTA PARAPAT TAHUN 2018 - 2022 SEBAGAI KAWASAN STRATEGIS NASIONAL DANAU TOBA**

**Victor Maruli Pakpahan, Sanjaya Pinem**

Fakultas Teknik, Universitas Efarina, Pematang Siantar, Indonesia  
e-mail: {victor.pakpahan, pinemsanjaya}@gmail.com

Diterima: 16 Maret 2020 – Direvisi: 27 Juli 2020 – Disetujui: 27 Juli 2020

### **ABSTRACT**

*Since the Government enacted Lake Toba as a National Strategic Area (KSN), the increasing demand for electricity from households, commercial, public and industrial must be aligned with the availability of sufficient electricity. Lack of electricity availability will be an obstacle or detrimental to the community around Lake Toba, both from the Government itself. The efficient electricity demand forecast of Simalungun Regency for 2018 - 2022 is the aim of this research. Based on data from PT. PLN (Persero) North Sumatra region, Parapat City area, Simalungun Regency, the total electricity consumption in 2017 has reached 22,311,374 kWh. Simalungun Regency has a lot of potential from various sectors, especially tourism, especially in the Lake Toba area. From the data above, it requires business developers and the government to maintain the continuity of electrical energy supply. Problems about electricity will arise when there is an imbalance between the electrical energy generated and that requested by the customer. By using an econometric method that takes into account the effect of Gross Regional Domestic Product (GRDP), mam-pu capacity, electrification ratio, it can be seen the amount of electricity consumption in the coming year. Based on the results of the calculation of electricity load forecasting in 2022, the total consumption of electrical energy has reached 46,149,759.6069 KWh which has increased by around 106, 84% from 2017 which comes from four types of customers, namely households, commercial, public and industry.*

**Keywords:** Consumption of electrical energy, Econometric method, PDRB.

### **ABSTRAK**

*Sejak Pemerintah memberlakukan Danau Toba sebagai Kawasan Strategis Nasional (KSN), pen-ingkatan kebutuhan listrik yang berasal dari rumah tangga, komersil, publik dan industri harus diselaraskan dengan ketersediaan listrik yang mencukupi. Kekurangan dari ketersediaan listrik akan men-jadi kendala ataupun merugikan masyarakat sekitar Danau Toba baikpun dari Pemerintahan itu sendiri. Prakiraan Kebutuhan Listrik Kabupaten Simalungun yang efisien untuk tahun 2018 - 2022 merupakan tujuan dari penelitian ini. Berdasarkan data PT. PLN (Persero) wilayah Sumatera Utara, area Kota Parapat Kabupaten Simalungun, total konsumsi energi listrik tahun 2017 telah mencapai 22.311.374 kWh. Kabu-paten Simalungun memiliki banyak potensi dari berbagai sektor, terutama pariwisatanya, terutama ada kawasan Danau Toba. Dari data diatas menuntut para pengembang usaha dan pemerintah untuk menjaga kontinuitas pasokan energi listrik. Permasalahan tentang listrik akan timbul bila terjadi ketidakseimbangan antara energi listrik yang dihasilkan dengan yang diminta oleh pelanggan. Dengan menggunakan metode ekonometrik yang memperhitungkan pengaruh Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), kapasitas mam-pu, rasio elektrifikasi, dapat diketahui jumlah konsumsi energi listrik pada tahun yang akan datang. Ber-dasarkan hasil perhitungan peramalan beban listrik pada tahun 2022, jumlah konsumsi energi listrik telah mencapai 46.149.759,6069 KWh yang meningkat sekitar 106, 84 % dari tahun 2017 yang berasal dariem-pat jenis pelanggan, yaitu rumah tangga, komersil, publik dan industri.*

**Kata Kunci:** Konsumsi energi listrik, Metode ekonometrik, PDRB.

## I. PENDAHULUAN

**K**ABUPATEN Simalungun merupakan salah satu kabupaten yang memiliki banyak potensi terutama di sektor per-tanian, perkebunan, dan pariwisata, di mana ke empat sektor tersebut sangat mempengaruhi per-tumbuhan ekonomi wilayah Kabupaten Simalungun. Sehingga untuk mendukung pengembangan potensi di sektor-sektor tersebut, terutama di sektor pariwisata yang selalu berkembang yaitu kawa-san Strategis Nasional Danau Toba, pemerintah dan pengembang usaha dituntut untuk menye-diakkan infrastruktur yang dibutuhkan. Salah satu infrastruktur terutama dan terpenting adalah terse-dianya suplai atau pasokan energi listrik. Di Kabupaten Simalungun juga masih terjadi pemadaman listrik bergilir. Energi listrik merupakan bagian yang tak terpisahkan dalam perkembangan kemajuan peradaban manusia di berbagai bidang, baik dari sisi teknologi, ekonomi, sosial, dan budaya.

Permintaan kebutuhan energi listrik yang terus bertambah sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi, mengharuskan pihak penyedia listrik untuk menjamin ketersediaan listrik yang stabil dan memadai[1]. Kurangnya ketersediaan listrik akan mengganggu kegiatan perekonomian yang dapat merugikan masyarakat. Oleh karena itu, reliabilitas dari ketersediaan listrik merupakan hal yang penting. PT. PLN adalah penyedia dan penyalur energi listrik utama di Indonesia, sehingga secara tidak langsung, PT. PLN menjadi tulang punggung perekonomian masyarakat. Listrik yang disalurkan ke masyarakat terbagi atas beberapa jenis pelanggan, diantaranya disalurkan ke rumah tangga, perkantoran, dan perindustrian. Masing-masing konsumen tersebut memiliki karakteristik pemakaian listrik yang berbeda-beda tergantung dengan jenis beban yang digunakan. Perbedaan jenis beban, baik resistif, induktif, maupun kapasitif akan mempengaruhi daya listrik yang ditransfer, sehingga daya yang dialirkan dan yang dikonsumsi pun berbeda pada masing-masing jenis konsumen.

Untuk itu yang menjadi inti masalah penelitian ini adalah berapa besar pertumbuhan beban listrik di Kabupaten Simalungun khususnya di Kawasan Strategis Nasional Danau Toba kota Parapat tahun 2018 hingga tahun 2022 ditinjau dari sektor rumah tangga, komersial, publik dan industri. Masalah selanjutnya adalah berapa peningkatan jumlah pelanggan beberapa tahun ke depan di lingkup PLN Kawasan Strategis Nasional Danau Toba khususnya kota Parapat Kabupaten Simalungun, serta berapa peningkatan beban beberapa tahun ke depan di lingkup PLN Kawasan Strategis Danau Nasional Toba khususnya kota Parapat Kabupaten Simalungun.

Dalam memperkirakan beban energi listrik yang dibutuhkan, ada tiga metode yang digunakan yaitu (1) metode ekonometrik (*econometric regression analysis*), (2) metode saturasi terapan (*appliance saturation method*) dan (3) metode penggunaan energi akhir (*end-use energy method*). Untuk memperkirakan kebutuhan beban listrik wajib mempertimbangkan faktor-faktor ekonomi secara makro, seperti Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), jumlah konsumsi energi listrik, jumlah penduduk (demografi) dan tarif tenaga listrik. Metode ekonometrik menggunakan histori energi tahunan dan data perekonomian untuk menentukan elastisitas pelanggan sehingga pola pembelian terhadap perubahan harga, kenyamanan, keandalan dan faktor lainnya dapat diukur. Dengan asumsi elastisitas tidak berubah dari waktu ke waktu. Sedangkan metode saturasi terapan menggunakan teknik pengukuran dengan menentukan jumlah pelanggan menggunakan alat tertentu dan jumlah energi yang dikonsumsi alat tersebut, artinya terfokus pada energi yang dikonsumsi oleh alat-alat yang digunakan. Metode penggunaan energi akhir hampir sama dengan metode saturasi terapan tetapi dalam pengukuran menggunakan histori penggunaan terakhir sebagai dasar peramalan. Dari ketiga metode yang digunakan, metode ekonometrik satu-satunya metode yang menggunakan faktor makro ekonomi dalam memperkirakan kebutuhan beban energi listrik melalui analisis regresi dengan memanfaatkan data *historis* dalam mendapatkan model matematika berupa model linier maupun *log-linier*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan oleh Raif *et al* yang berjudul “Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Provinsi DKI Jakarta Pada Tahun 2016 – 2025 Dengan Menggunakan Metode Simple Econometric”. Hasil penelitian ini menunjukkan dengan menggunakan metode simple econometric kebutuhan energi listrik di DKI Jakarta meningkat 8.1% rata – rata dari tahun 2016 – 2025 [3]. Persamaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang adalah terletak dari metode yang digunakan, sama – sama menggunakan metode *econometric*, dan perbedaannya terletak dari objek penelitian, dimana penelitian terdahulu ada

penelitian untuk memprediksi kebutuhan listrik di DKI Jakarta, sedangkan penelitian sekarang untuk memprediksi kebutuhan listrik di Kab. Simalungun.

Penelitian yang dilakukan oleh Bagus Rizkyaji Kusuma, Susatyo Handoko dan Tejo Sukmadi yang berjudul “Perbandingan Metode Simple Econometric Dan Logika Fuzzy Untuk Memproyeksikan Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang Di Provinsi Banten”. Hasil penelitian ini menunjukkan dengan membandingkan metode simple econometric dan logika fuzzy, didapatkan bahwa untuk memproyeksikan kebutuhan energi listrik di Provinsi Banten, metode *simple econometric* mempunyai tingkat keakuratan lebih tinggi dibandingkan dengan metode logika fuzzy [4].

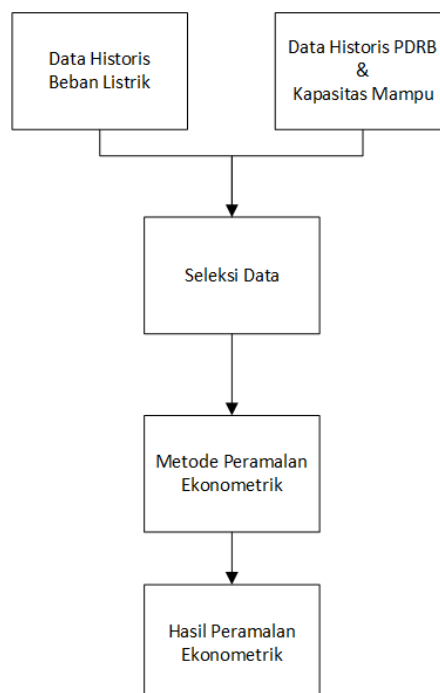
Persamaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang adalah sama – sama menggunakan metode *econometric* dan memproyeksikan kebutuhan listrik jangka panjang, sedangkan perbedaannya terletak pada hasil penelitian yang didapatkan, jika penelitian terdahulu membandingkan dua metode, sedangkan penelitian sekarang memproyeksikan kebutuhan listrik dari metode *econometric*.

Penelitian yang dilakukan oleh Gergorius Kopong Pati dan A. Djoko Budiyanto yang berjudul “Analisis Perbandingan Metode Sibis Dan Metode Econometric Dalam Pengukuran Kesenjangan Digital Di Sumba Barat Daya”. Hasil penelitian ini menghasilkan kesimpulan yang menyatakan bahwa menggunakan metode *econometric* mempunyai hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode SIBIS dalam menyimpulkan tingkat kesenjangan digital [5].

Persamaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang adalah sama – sama menggunakan metode *econometric* sebagai metode penelitiannya, sedangkan perbedaannya adalah penelitian terdahulu membandingkan dua metode antara metode SIBIS dan metode *econometric* untuk mencari tingkat kesenjangan digital di Suma Barat Daya.

### B. Tahapan Penelitian

Adapun untuk penelitian ini, penulis mengambil data yang didapatkan dari PT. PLN Wilayah Kota Parapat Kabupaten Simalungun. Data yang dibutuhkan seperti jumlah rumah tangga, jumlah penduduk/pelanggan, jumlah konsumsi energi listrik, PDRB (Produk Domestik Regional Bruto), serta kapasitas mampu dan terpasang. Data beban yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri dari jumlah energi listrik (kWh) jual pada tahun-tahun sebelumnya, jumlah pelanggan, kapasitas terpasang, kapasitas mampu dan kelompok jenis beban. Data penduduk area Kota Parapat Kabupaten Simalungun yakni meliputi jumlah penduduk, dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang merupakan faktor-faktor yang akan mempengaruhi dalam peramalan atau prakiraan beban listrik. Proses pengolahan data yang didapatkan dapat dilihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pengolahan Data Penelitian

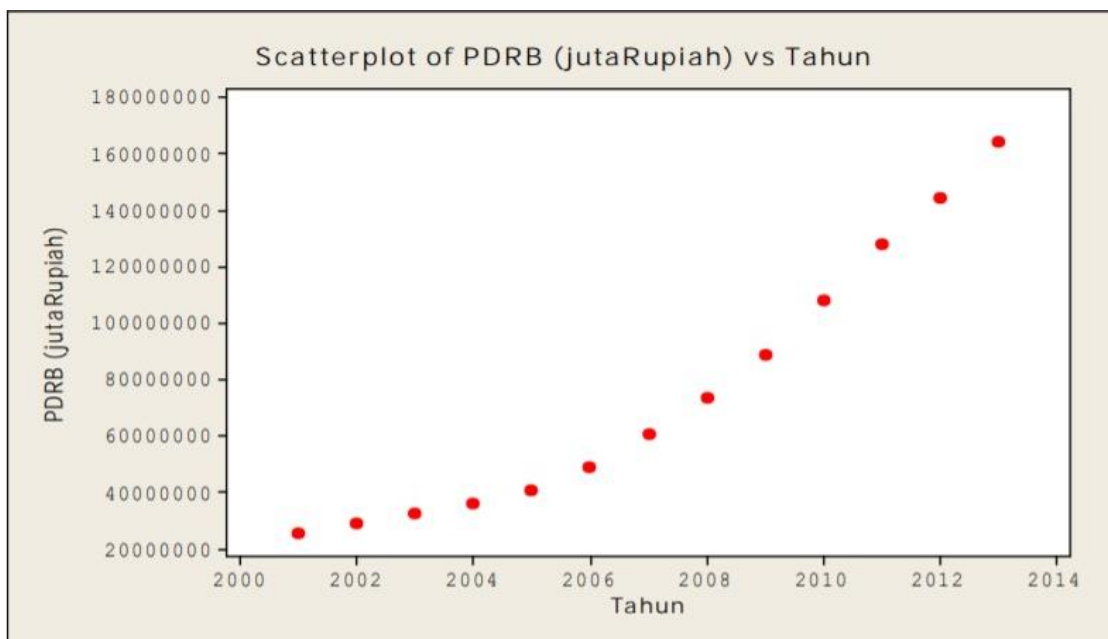
Data Historis Beban Listrik yang diperoleh dari tahun 2013 - 2017, akan diseleksi berdasarkan sektor rumah tangga, sektor komersil/bisnis, sektor publik/umum, dan sektor industri yang didapatkan langsung dari PT. PLN (Persero) Area Kota Parapat Kabupaten Simalungun. Hasil seleksi data tersebut berupa data konsumsi energi listrik per sektor, data jumlah pelanggan per sektor, data kapasitas terpasang dan kapasitas mampu serta data Produk Domestik Regional Bruto area kota Parapat yang diambil mulai dari tahun 2013 hingga tahun 2017 [2]. Setelah hasil yang didapat dari gabungan Data Historis Beban Listrik dan Produk Domestik Regional Bruto untuk area Kota Parapat digunakan lah metode ekonometrik, sehingga dari data tersebut bisa menghasilkan proyeksi prakiraan kebutuhan listrik lima (5) tahun mendatang.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengumpulan Data

Berdasarkan waktu pengumpulan data, maka data yang diperoleh peneliti tergolong data berkala (*time series*) karena data yang dikumpulkan pada rentang waktu tertentu untuk menggambarkan pertumbuhan objek dalam hal ini kebutuhan listrik 5 tahun mendatang [6].

Pola data dapat dibedakan menjadi empat, yaitu pola horizontal ketika nilai data berfluktuasi di sekitar nilairata-rata yang konstan, pola musiman bila deret dipengaruhi oleh faktor musiman, pola siklis jika terjadi jika data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang, dan pola trend terjadi jika terdapat kenaikan atau penurunansekuler jangka panjang pada data. Adapun gambaran pola *time series* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola Trend (*Time Series*) [7]

Adapun pola data berkala yang digunakan untuk penelitian ini adalah pola trend, dimana dalam tahun 2013 - 2017 terjadi peningkatan jumlah penduduk yang diperlihatkan oleh Tabel 1 sehingga otomatis jumlah pelanggan secara total meningkat juga. Gambaran data yang diambil dapat diuraikan berdasarkan Tabel 1 sampai 5.

TABEL 1  
 DATA PELANGGAN YANG DILAYANI PT. PLN KOTA PARAPAT KAB. SIMALUNGUN

| Tahun | Jumlah Rumah Tangga (RT) | Jumlah Penduduk (Jiwa) |
|-------|--------------------------|------------------------|
| 2013  | 14.542                   | 55.356                 |
| 2014  | 14.569                   | 55.488                 |
| 2015  | 14.717                   | 56.011                 |
| 2016  | 14.963                   | 56.247                 |
| 2017  | 15.616                   | 56.458                 |

TABEL 2  
 DATA PELANGGAN PER SEKTOR YANG DILAYANI PT. PLN KOTA PARAPAT KABUPATEN SIMALUNGUN

| Tahun | Jumlah Pelanggan RT | Jumlah Pelanggan Komersil | Jumlah Pelanggan Publik | Jumlah Pelanggan Industri | Jumlah Total Pelanggan |
|-------|---------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|
| 2013  | 13.722              | 458                       | 470                     | 7                         | 14.657                 |
| 2014  | 14.067              | 511                       | 477                     | 7                         | 15.062                 |
| 2015  | 14.568              | 512                       | 498                     | 7                         | 15.585                 |
| 2016  | 14.984              | 523                       | 532                     | 6                         | 16.045                 |
| 2017  | 15.502              | 535                       | 563                     | 6                         | 16.206                 |

TABEL 3  
 DATA TOTAL KONSUMSI ENERGI LISTRIK PER SEKTOR PT. PLN AREA KOTA PARAPAT KABUPATEN SIMALUNGUN

| Tahun | Konsumsi Pelanggan RT (kWh) | Konsumsi Pelanggan Komersil (kWh) | Konsumsi Pelanggan Publik (kWh) | Konsumsi Pelanggan Industri (kWh) | Konsumsi Total (kWh) |
|-------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 2013  | 12.188.754                  | 3.295.347                         | 2.654.266                       | 233.963                           | 18.372.330           |
| 2014  | 12.925.797                  | 3.975.426                         | 2.685.976                       | 223.135                           | 19.810.334           |
| 2015  | 14.006.543                  | 4.421.415                         | 2.769.954                       | 205.270                           | 21.403.182           |
| 2016  | 14.413.904                  | 4.791.959                         | 2.854.282                       | 151.185                           | 22.211.330           |
| 2017  | 14.243.152                  | 5.066.173                         | 2.861.231                       | 140.818                           | 22.311.374           |

TABEL 4  
 DATA KAPASITAS TERPASANG DAN KAPASITAS MAMPU PT. PLN AREA KOTA PARAPAT KABUPATEN SIMALUNGUN

| Tahun | Kapasitas Terpasang (kW) | Kapasitas Mampu (kW) |
|-------|--------------------------|----------------------|
| 2013  | 11.999                   | 8935                 |
| 2014  | 13.040                   | 9938                 |
| 2015  | 13.646                   | 10.520               |
| 2016  | 13.798                   | 12.003               |
| 2017  | 15.146                   | 12.453               |

TABEL 5  
 DATA PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO (PDRB) PT. PLN AREA KOTA PARAPAT KABUPATEN SIMALUNGUN

| Tahun | PDRB Rumah Tangga (Juta Rupiah) | PDRB Industri (Juta Rupiah) |
|-------|---------------------------------|-----------------------------|
| 2013  | 12.237.901                      | 17.105.121                  |
| 2014  | 13.529.167                      | 16.973.489                  |
| 2015  | 14.741.983                      | 15.704.951                  |
| 2016  | 15.740.462                      | 23.203.075                  |
| 2017  | 17.279.556                      | 25.772.584                  |

### B. Prakiraan Beban Listrik

Berdasarkan KBBi online, prakiraan dari kata prakira atau memprakirakan berarti melakukan peramalan tentang suatu peristiwa berdasarkan hasil perhitungan rasional atau ketepatan analisis data [8]. Prakiraan beban listrik merupakan hal yang penting dan digunakan untuk memastikan bahwa energi yang disediakan oleh penyedia (PLN) memenuhi beban ditambah dengan rugi energi pada sistem. Prakiraan dapat memiliki sifat kualitatif atau kuantitatif seperti pada penjelasan mengenai data sebelumnya. Prakiraan atau ramalan kuantitatif terbagi menjadi dua yaitu ramalan tunggal (*point forecast*) dan ramalan selang (*interval forecast*) [9].

Peramalan beban listrik berdasarkan jangka waktu terbagi menjadi tiga kategori, yaitu *long-range forecasting*, *medium-range forecasting*, dan *short-range forecasting*. *Long-range forecasting* (peramalan jangka panjang) digunakan untuk memprediksi beban hingga 50 tahun ke depan sehingga perencanaan pengembangan dapat difasilitasi. *Medium-range forecasting* (peramalan jangka menengah) digunakan untuk memprediksi beban mingguan, bulanan, dan beban puncak tahunan hingga 10 tahun ke depan sehingga perencanaan operasional yang efisien dapat dilakukan. *Short-range forecasting* (peramalan jangka pendek) digunakan untuk memprediksi beban hingga seminggu ke depan yang dilakukan setiap harinya [10].

Keluaran dari peramalan beban umumnya berupa prakiraan penjualan energi tahunan. Penyedia energi listrik biasanya memperkirakan penjualan energi tahunan pertama dan penggunaan penjualan energi dalam menentukan perkiraan permintaan beban puncak tahunan.

### C. Metode dan Model Pengolahan Data

Ketiga metode yang ada dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan yang ada. Analisis regresi ekonometrik (*econometric regression analysis*) adalah metode yang menggunakan histori energi tahunan dan data ekonomi untuk menentukan elastisitas pelanggan [11]. Metode Ekonometrik dapat

digunakan untuk menentukan realisasi belanja [12], analisis kuantitas uang beredar [13], perencanaan wilayah [14] dan permodelan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) [15]. Elastisitas adalah ukuran bagaimana pelanggan akan mengubah pola pembelian dalam menanggapi perubahan harga, kenyamanan, keandalan, serta faktor lainnya. Berdasarkan elastisitas pelanggan, dan dengan asumsi bahwa elastisitas ini tidak berubah dari waktu ke waktu maka perkiraan energi dapat dibuat [16]. Metode ini secara luas diterapkan pada peramalan konsumsi energi listrik (kilowatt-jam).

Untuk pengolahan data digunakan model Regresi Linier. Regresi linier adalah kajian terhadap hubungan satu variabel yang disebut sebagai variabel yang diterangkan (*the explained variable* atau variabel tergantungan) dengan satu atau dua variabel yang menerangkan (*the explanatory* atau variabel bebas) [17]. Jika variabel bebas lebih dari satu, maka analisis regresi disebut regresi linier berganda. Pada perhitungan peramalan listrik ini digunakan empat variabel yang terdiri dari satu variabel terikat atau tak bebas dan tiga variabel bebas, sehingga untuk mendapatkan model ekonometrik digunakan analisis linier berganda dengan menggunakan model *log-linier* [18]. Indikator yang digunakan untuk keberhasilan model regresi adalah ketetapan penaksiran parameter  $\beta_0$ , ketetapan penaksiran parameter  $\beta_1$ , ketetapan penaksiran  $Y$ , dan kedudukan hubungan (korelasi) antara variabel  $X$  variabel  $Y$ .

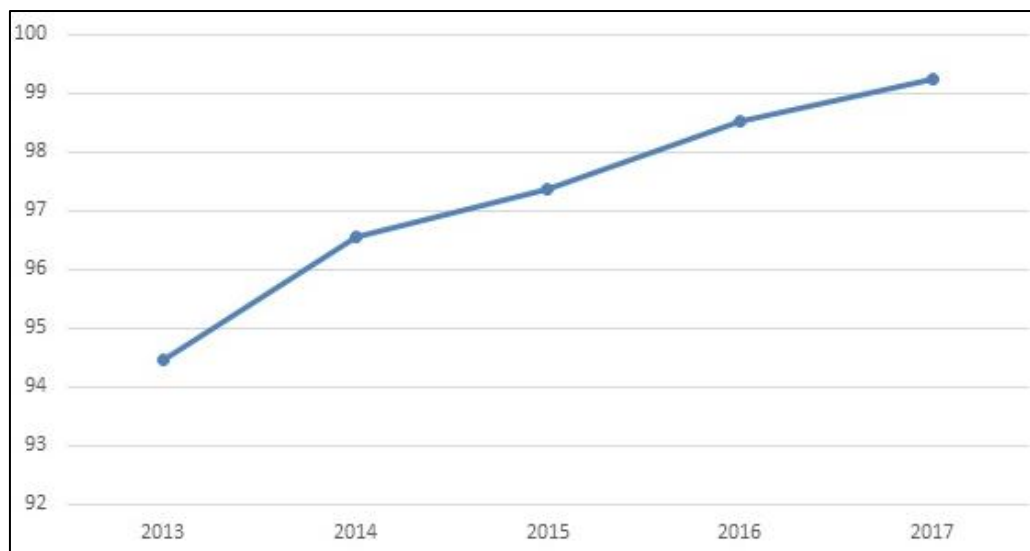
#### D. Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode ekonometrik yang memanfaatkan model analisis regresi linier berganda (satu variabel terikat dan tiga variabel bebas), maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Untuk Rasio Elektrifikasi (RE) yang menandakan tingkat perbandingan jumlah penduduk yang menikmati listrik dengan jumlah total penduduk di suatu wilayah yang menggunakan Persamaan 1.

$$RE = \frac{\text{jumlah pelanggan rumah tangga}}{\text{jumlah rumah tangga}} \times 100\% \quad (1)$$

Gambar 3 menunjukkan hasil Persamaan 1 sebagai berikut. Tahun 2013 nilai  $RE = 94,47\%$ . Tahun 2014 nilai  $RE$  adalah  $96,55\%$ . Tahun 2015 nilai  $RE$  adalah  $97,36\%$ . Tahun 2016 nilai  $RE$  adalah  $98,52\%$ . Tahun 2017 nilai  $RE$  adalah  $99,26\%$



Gambar 3. Grafik Rasio Elektrifikasi Area Kota Parapat Kabupaten Simalungun (2013 - 2017) [19]

Analisis prakiraan kebutuhan energi listrik di bagi berdasarkan jenis pelanggan atau per sektor pelanggan, yakni sektor rumah tangga, sektor komersil/bisnis, sektor publik/umum, dan sektor industri[20]. Untuk memprediksi jumlah penduduk dan jumlah rumah tangga digunakan regresi sederhana yang melibatkan dua variabel, di mana variabel bebas ( $X$ ) merupakan tahun, sedangkan variabel yang terikat ( $Y$ ) adalah jumlah penduduk, sedangkan untuk memprediksi rumah tangga dengan persamaan yang sama untuk variabel bebas ( $X$ ) yaitu jumlah penduduk, sedangkan variabel yang terikat

(Y) adalah jumlah rumah tangga. Untuk itu digunakan Persamaan 2 dan 3.

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (3)$$

Untuk jumlah penduduk didapatkan nilai  $a = 51476$  dan  $b = 296$ , maka  $Y = 51476 + 296X$ . Untuk itu dapat dilihat perkembangan jumlah penduduk 2018 - 2022 sebagai berikut.

- Tahun 2018, jumlah penduduk = 2018 =  $51476 + 296(18) = 56.795$  jiwa.
- Tahun 2019, jumlah penduduk = 2019 =  $51476 + 296(19) = 57.091$  jiwa.
- Tahun 2020, jumlah penduduk = 2020 =  $51476 + 296(20) = 57.387$  jiwa.
- Tahun 2021, jumlah penduduk = 2021 =  $51476 + 296(21) = 57.683$  jiwa.
- Tahun 2022, jumlah penduduk = 2022 =  $51476 + 296(22) = 57.979$  jiwa.

Untuk jumlah penduduk didapatkan nilai  $a = 30221,71$  dan  $b = 0,806$ , maka  $Y = 0,806X + 30221,71$ . Untuk itu dapat dilihat perkembangan jumlah rumah tangga 2018 - 2022 sebagai berikut.

- Tahun 2018, jumlah rumah tangga = 2018 =  $0,806(18) + 30221,71 = 15.656$  RT.
- Tahun 2019, jumlah rumah tangga = 2019 =  $0,806(18) + 30221,71 = 15.804$  RT.
- Tahun 2020, jumlah rumah tangga = 2020 =  $0,806(18) + 30221,71 = 16.043$  RT.
- Tahun 2021, jumlah rumah tangga = 2021 =  $0,806(18) + 30221,71 = 16.281$  RT.
- Tahun 2022, jumlah rumah tangga = 2022 =  $0,806(18) + 30221,71 = 16.520$  RT.

Persamaan 4 mendapatkan nilai prakiraan atau prediksi kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga (RT) tahun yang akan datang (2018 - 2022).

$$RT_n = RT_0 (1 + i_{rt})^n \quad (4)$$

Dimana  $RT_n$  adalah kebutuhan energi listrik konsumen rumah tangga tahun ke- $n$  (kWh).  $RT_0$  adalah konsumsi energi listrik rumah tangga ditahun awal pengamatan (kWh).  $i_{rt}$  adalah laju pertumbuhan kebutuhan listrik konsumen rumah tangga.  $n$  adalah tahun yang dilewati. Sehingga diprediksi kebutuhan listrik sektor rumah tangga 5 tahun mendatang adalah pada tahun 2018 sebanyak 17,54242 GWh, tahun 2019 sebanyak 18,867552 GWh, tahun 2020 sebanyak 20,292782 GWh, tahun 2021 sebanyak 21,825673 GWh, dan tahun 2022 sebanyak 23,474356 GWh.

Persamaan 5 mendapatkan nilai prakiraan atau prediksi kebutuhan energi listrik sektor komersil tahun yang akan datang (2018 - 2022).

$$Ko_n = Ko_0 (1 + i_{ko})^n \quad (5)$$

Dimana  $Ko_n$  adalah kebutuhan energi listrik konsumen komersil pada tahun ke- $n$  (kWh).  $Ko_0$  adalah konsumsi energi listrik komersil di tahun awal pengamatan (kWh).  $i_{ko}$  adalah laju pertumbuhan kebutuhan energi listrik konsumen komersil.  $n$  adalah tahun yang dilewati. Sehingga diprediksi kebutuhan listrik sektor komersil 5 tahun mendatang adalah pada tahun 2018 sebanyak 8,708477 GWh, tahun 2019 sebanyak 10,576706 GWh, tahun 2020 sebanyak 12,845726 GWh, tahun 2021 sebanyak 15,601518 GWh, dan tahun 2022 sebanyak 18,9485101 GWh.

Persamaan 6 mendapatkan nilai prakiraan atau prediksi kebutuhan energi listrik sektor komersil tahun yang akan datang (2018 - 2022).

$$Pb_n = Pb_0 (1 + i_{pb})^n \quad (6)$$

Dimana  $Pb_n$  adalah kebutuhan energi listrik konsumen komersil pada tahun ke- $n$  (kWh).  $Pb_0$  adalah konsumsi energi listrik komersil di tahun awal pengamatan (kWh).  $i_{pb}$  adalah laju pertumbuhan kebutuhan energi listrik konsumen komersil.  $n$  adalah tahun yang dilewati. Sehingga diprediksi

kebutuhan listrik sektor publik 5 tahun mendatang adalah pada tahun 2018 sebanyak 3,170261 GWh, tahun 2019 sebanyak 3,284923 GWh, tahun 2020 sebanyak 3,403732 GWh, tahun 2021 sebanyak 3,526828 GWh, dan tahun 2022 sebanyak 3,654396 GWh.

Persamaan 7 mendapatkan nilai prakiraan atau prediksi kebutuhan energi listrik sektor industri tahun yang akan datang (2018 -2022).

$$In_n = In_0 (1 + i_{in})^n \quad (7)$$

Dimana  $In_n$  adalah kebutuhan energi listrik konsumen Industri pada tahun ke-n (kWh).  $In_0$  adalah konsumsi energi listrik industri di awal tahun pengamatan (kWh).  $i_{in}$  adalah laju pertumbuhan kebutuhan energi listrik konsumen Industri.  $n$  adalah tahun yang dilewati. Sehingga diprediksi kebutuhan listrik sektor industri 5 tahun mendatang pada tahun 2018 sebanyak 122.029 kWh, tahun 2019 sebanyak 134, 28690 kWh, tahun 2020 sebanyak 94.057,1973 kWh, tahun 2021 sebanyak 82.576, 3313 kWh, dan tahun 2022 sebanyak 72.496,8495 kWh.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka akan diketahui total Kebutuhan energi listrik total bisa diperoleh dengan menjumlahkan kebutuhan empat sektor yakni sektor rumah tangga, sektor komersil, sektor publik dan sektor industri menggunakan Persamaan 8.

$$TOT_n = RT_n + KO_n + Pb_n + In_n \quad (8)$$

Dimana  $TOT_n$  adalah total kebutuhan energi listrik tahun ke-n (KWh).  $RT_n$  adalah kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga tahun ke-n (KWh).  $KO_n$  adalah kebutuhan energi listrik sektor komersil tahun ke-n (KWh).  $Pb_n$  adalah kebutuhan energi listrik sektor publik tahun ke-n (KWh).  $In_n$  adalah Kebutuhan energi listrik sektor industri tahun ke-n (KWh). Sehingga diprediksi total kebutuhan listrik untuk kota Parapat 5 tahun mendatang adalah pada tahun 2018 sebanyak 29, 543189 GWh, tahun 2019 sebanyak 32, 836316 GWh, tahun 2020 sebanyak 36,636297217 GWh, tahun 2021 sebanyak 41, 036596603 GWh, dan tahun 2022 sebanyak 46, 1497596069 GWh.

#### E. Analisis Penyediaan Listrik

Adapun dalam analisis penyediaan listrik hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut.

- Susut distribusi adalah jumlah energi dalam KWh yang hilang/menyusut terjadi sebab teknik ataupun non-teknik pada waktu penyaluran energi.
- Jumlah energi disalurkan adalah energi yang diterima dari sistem pembangkit, sistem transmisi maupun unit lain dalam berbagi segmen tegangan dan siap didistribusikan
- Pemakaian sendiri adalah jumlah KWh yang dipakai untuk berbagai keperluan peralatan pendukung dan peralatan yang tetap pada saat menyalurkan maupun tidak menyalurkan energi pada sistem distribusi, antara lain peralatan cell di gardu induk, peralatan kontrol, penerangan, dan pendinginan di gardu distribusi.

Untuk itu diperoleh Persamaan 9 sebagai berikut.

$$\text{Penyediaan Listrik (kW)} = \text{Total kebutuhan Energi listrik} + \text{Susut energi} \quad (9)$$

Untuk menghitung Susut energi menggunakan Persamaan 10.

$$\text{Susut energi} = \text{Energi yang disalurkan (kWh)} - \text{Energi pemakaian sendiri (kWh)} + \text{Energi yang terjual (kWh)} \quad (10)$$

Sehingga dapat dilihat penyusutan energi listrik pada tahun 2013 - 2017 berdasarkan Tabel 6 dan 7.

TABEL 6  
HASIL PERHITUNGAN JUMLAH PENYEDIAAN LISTRIK DAN SUSUT ENERGI [21][22]

| Tahun | Jumlah Penyediaan Listrik (kWh) | Susut Energi (kWh) |
|-------|---------------------------------|--------------------|
| 2013  | 22.421.097                      | 4.048.67           |
| 2014  | 22.929.294                      | 3.541.964          |
| 2015  | 24.105.730                      | 2.702.548          |
| 2016  | 25.273.294                      | 3.541.964          |
| 2017  | 27.573.471                      | 5.262.097          |



TABEL 7  
 ANALISIS PENYEDIAAN LISTRIK TAHUN 2013 - 2017

| Tahun | Jumlah konsumsi energy listrik (kWh) | Jumlah Penyediaan Listrik (kWh) |
|-------|--------------------------------------|---------------------------------|
| 2013  | 18.372.330                           | 22.421.097                      |
| 2014  | 19.810.334                           | 22.929.294                      |
| 2015  | 21.403.182                           | 24.105.730                      |
| 2016  | 22.211.330                           | 25.273.294                      |
| 2017  | 22.311.374                           | 27.573.471                      |

Dengan menggunakan rumus statistik sederhana pada data historis (2013 - 2017) di dapat pertambahan energi listrik rata-rata sekitar 0.1487 dari jumlah konsumsi listrik, sehingga untuk prediksi penyediaan listrik menggunakan Persamaan 11.

$$\text{Jumlah penyediaan listrik} = 0.1487 (\text{jumlah kebutuhan listrik}) + \text{jumlah kebutuhan listrik} \quad (11)$$

Sehingga prediksi untuk penyediaan listrik 5 tahun mendatang adalah pada tahun 2018 sebesar 33,8859 GWh, tahun 2019 sebesar 37,6632 GWh, tahun 2020 sebesar 42,0281 GWh, tahun 2021 sebesar 47,0689 GWh, dan tahun 2022 sebesar 52,9337 GWh.

Jadi berdasarkan pengolahan data yang dilakukan, dapat dilihat bahwa total kebutuhan energi listrik seluruh sektor di area Kota Parapat Kabupaten Simalungun dari tahun 2013 hingga 2022 mengalami peningkatan yang cukup besar yakni sebesar 27.777.429,61 kWh atau sekitar 27, 7 GWH, jumlah ini sama dengan dua setengah kali lipat jumlah total kebutuhan listrik dari tahun awal pengamatan, sehingga dapat dilihat bahwa pertumbuhan rata-rata kebutuhan energi listrik seluruh sektor per tahun dari 2013 hingga 2022 adalah 2.777.742,96 kWh atau sekitar 2, 77 GWH per tahunnya. Dari data tersebut dapat kita lihat bahwa jumlah prediksi total ini sama dengan dua setengah kali lipat jumlah total kebutuhan listrik dari tahun awal pengamatan dibandingkan dengan ketersediaan saat ini sudah tidak dapat mencukupi lagi.

Secara umum persamaan garis linier dari analisis time series adalah pada Persamaan 12.

$$Y = a + bX \quad (12)$$

Y adalah variabel yang dicari trendnya dan X adalah variabel waktu (tahun). Sedangkan untuk mencari nilai konstanta (a) dan parameter (b) adalah pada Persamaan 13.

$$a = \frac{\sum Y}{N}, b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} \quad (13)$$

Jadi, nilai a dan b adalah sebagai berikut:

$$a = \frac{18202157,6}{5} = 37240431,52$$

$$b = \frac{41413423,1}{10} = 4141342,31$$

Jadi, persamaan garis linier dapat dilihat pada Persamaan 14.

$$Y = 37240431,52 + 4141342,31 X \quad (14)$$

Artinya dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diprediksi kebutuhan listrik untuk tahun berikutnya di PT. PLN area kota Parapat Kabupaten Simalungun.

Menjadi catatan penting dari penelitian ini yaitu konsumsi energi listrik sektor industri tahun 2013 adalah 233.963 kWh dan tahun 2017 adalah 140.818 kWh, dimana mengalami penurunan sebesar 93.145 kWh. Dan dapat dilihat bahwa rata-rata penurunan konsumsi energi listrik sektor industri per tahun dari 2013 hingga 2017 adalah sekitar 18.629 kWh atau sekitar 11, 45 % per tahunnya.



Gambar 4. Grafik Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri Area Kota Parapat Kabupaten Simalungun Tahun 2013-2017

Dan bila dibandingkan dengan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Simalungun seperti yang ada pada Tabel 8, laju pertumbuhan industri memang mengalami penurunan.

TABEL 8  
TINGKAT PERKEMBANGAN SEKTOR INDUSTRI[19]

| SUB LAPANGAN USAHA<br>(1)  | 2013<br>(2)                   | 2014<br>(3)   | 2015<br>(4)   | 2016*<br>(5)  | 2017**<br>(6)    |
|--|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|
| <b>Peranan</b>   | <b>100,00</b>                 | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b>    |
| 1 Industri Makanan dan Minuman   | 64,48                         | 64,89         | 66,96         | 68,50         | 69,18            |
| 2 Industri Karet, Barang   | 32,98                         | 32,63         | 30,55         | 29,02         | 28,44            |
| 3 Industri Barang dari Logam, Komputer, Barang Elektronik, Optik dan Peralatan Listrik | 0,66                          | 0,63          | 0,62          | 0,61          | 0,60             |
| 4 Lainnya  | 1,89                          | 1,85          | 1,87          | 1,86          | 1,79             |
| <b>Laju Pertumbuhan</b>  | <b>3,40</b>                   | <b>3,28</b>   | <b>2,83</b>   | <b>4,70</b>   | <b>4,44</b>      |
| 1 Industri Makanan dan Minuman   | 4,63                          | 4,75          | 5,78          | 6,48          | 4,14             |
| 2 Industri Karet, Barang dan Plastik   | 0,79                          | -0,01         | -4,22         | 0,10          | 5,46             |
| 3 Barang dari Logam, Komputer, Barang Elektronik dan Peralatan Listrik                 | 1,01                          | 2,49          | 3,07          | 3,21          | -0,11            |
| 4 Lainnya  | 2,74                          | 2,33          | 3,06          | 3,64          | 3,74             |
| *  | <b>Angka</b>                  |               |               |               | <b>Sementara</b> |
| **   | <b>Angka Sangat Sementara</b> |               |               |               |                  |

Dari keterangan di atas, industri yang dimaksud adalah suatu kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun dan perekayasaan industri. Sedangkan jika dikaitkan dengan judul penelitian ini yang dikaitkan Pariwisata Nasional, maka seharusnya industri itu juga merupakan industri pariwisata.

Hingga saat ini daerah (Kawasan Strategis Nasional) KSN Danau Toba belum memenuhi definisi tersebut sehingga tidak dapat dihitung berapa besar kebutuhan energi listrik yang dibutuhkan pada sektor industri tersebut. Oleh sebab itu nilai kebutuhan energi listrik di sektor industri tidak seharusnya menurun tetapi meningkat.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil prakiraan atau peramalan pertumbuhan beban listrik dengan metode ekonometrik di area PLN yang dilayani PLN Kota Parapat Kabupaten Simalungun dari tahun 2018 - 2022 selalu mengalami peningkatan, dengan rata-rata pertumbuhan 7,55% (rumah tangga), 21,45% (komersial), 3,62% (publik), dan -12,2% (industri) per tahun. Pada tahun 2021 jumlah konsumsi listrik seluruhnya telah mencapai 46.149.759,61 KWh atau sekitar 46,15 GWh yang meningkat hingga sekitar 106,84% dari tahun 2017. Meski rata-rata pertumbuhan tertinggi adalah komersial dan, konsumsi rumah tangga, energi listrik terbesar adalah sektor rumah tangga di mana konsumsi sektor rumah tangga hampir selalu di atas 70% dari total konsumsi tiap tahunnya dan konsumsi energi listrik terkecil adalah sektor industri di mana konsumsi sektor industri selalu dibawah 1% dari total konsumsi tiap tahunnya. Dari hasil penelitian maka prakiraan atau peramalan jangka panjang total konsumsi kebutuhan energi di (Kawasan Strategis Nasional) KSN Danau Toba yang dilayani PLN area kota Parapat dapat dirumuskan dengan

menggunakan Persamaan 14.

Peneliti berharap pengembangan secara kontinuitas diperlukan untuk perencanaan yang lebih baik untuk tahun – tahun mendatang, dan Kabupaten Simalungun disarankan membangun pusat – pusat pembangkit baru dengan cara mengeksplorasi sumber daya alam yang ada sehingga pemenuhan kebutuhan energy listrik tahun – tahun mendatang dapat tercapai

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. P. Anoraga, U. Wibawa, and H. S. Dachlan, “Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2012-2022 Pada Pt. Pln Area Pelayanan Jaringan Malang Dengan Metode Gabungan,” *elektro.studentjournal.ub.ac.id*, pp. 1–7, 2012.
- [2] B. P. Statistik, Kabupaten Simalungun Dalam Angka 2017. BPS. Kabupaten Simalungun, 2017.
- [3] M. H. Raif, K. Karnoto, and A. Nugroho, “Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Dki Jakarta Pada Tahun 2016 – 2025 Dengan Menggunakan Metode Simple Econometric,” *TRANSIENT*, 2019.
- [4] “Perbandingan Metode Simple Econometric Dan Logika Fuzzy Untuk Memprediksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang Di Provinsi Banten,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 598–606, 2018.
- [5] G. K. Pati and A. D. Budiyanto, “Analisis Perbandingan Metode Sibis Dan Metode Econometric Dalam Pengukuran Kesenjangan Digital Di Sumba Barat Daya,” *J. Sist. dan Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 10–15, 2017.
- [6] P. M. M. Rodrigues and N. Salish, “Modeling and forecasting interval time series with threshold models,” *Adv. Data Anal. Classif.*, vol. 9, no. 1, pp. 41–57, Mar. 2015.
- [7] S. Makridakis, S. Wheelwright, V. M.-B. A. Jakarta, and undefined 1999, “Metode dan Aplikasi Peramalan (Terjemahan Ir. Hari Suminto).”
- [8] B. P. dan P. B. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, “Hasil Pencarian - KBBI Daring,” Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2016. [Online]. Available: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/prakiraan>. [Accessed: 12-Mar-2020].
- [9] Z. Shi, H. Liang, and V. Dinavahi, “Direct Interval Forecast of Uncertain Wind Power Based on Recurrent Neural Networks,” *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 9, no. 3, pp. 1177–1187, 2018.
- [10] S. A. Soliman and A. M. Al-Kandari, *Electrical load forecasting: modeling and model construction*. Elsevier, 2010.
- [11] D. N. Gujarati, *Basic econometrics*. Tata McGraw-Hill Education, 2009.
- [12] E. S.-K. E. dan Keuangan and undefined 2018, “Pengembangan Metode Cash Forecasting Pemerintah: Studi Kasus Saldo Kas Pemerintah 2009–2011,” *fiskal.kemenkeu.go.id*.
- [13] J. Ekonomi Manajemen, L. Prayitno Heny Sandjaya Alumni, J. Manajemen, F. Ekonomi, U. Kristen Petra, and S. Richard Llewelyn Staf Pengajar, “Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Jumlah Uang Beredar di Indonesia Sebelum dan Sesudah Krisis: Sebuah Analisis Ekonometrika,” 2002.
- [14] M. S. Uberti, M. A. H. Antunes, P. Debiassi, and W. Tassinari, “Mass appraisal of farmland using classical econometrics and spatial modeling,” *Land use policy*, vol. 72, pp. 161–170, 2018.
- [15] R. Pratama, D. Kusnandar, and S. Wira Rizki, “PENDEKATAN EKONOMETRIKA PANEL SPASIAL UNTUK PEMODELAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO DI KALIMANTAN BARAT,” 2018.
- [16] M. Suci, “Prakiraan Konsumsi Energi Listrik di Wilayah Sumatera Barat dengan Metoda Ekonometrik Menggunakan Program Simple E. Expanded (SEEx),” 2017.
- [17] D. N. Gujarati, “Linear Regression: A Mathematical Introduction,” *Linear Regres. A Math. Introd.*, 2020.
- [18] S. Solima, *Electrical Load Predictioning*. 2010.
- [19] BPS Kab Simalungun, *Kabupaten Simalungun Dalam Angka 2016*. 2016.
- [20] M. Bobby Fadillah and D. Yayan Sukma, “ANALISIS PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK TAHUN 2015-2024 WILAYAH PLN KOTA PEKANBARU DENGAN METODE GABUNGAN,” 2015.
- [21] BPS Kab Simalungun, “Kabupaten Simalungun Dalam Angka 2016,” 2016.
- [22] BPS Kab Simalungun, *Simalungun Dalam Angka 2015*. 2015.