

Analisis Prediksi Pengoperasian Transformator Unit 3 Berdasarkan Beban Puncak Pada Transformato Unit 1 & 2 Di Pt. Pln (Persero) Unit Layanan Transmisi Gis Cibabat Baru

Dede Furqon Nurjaman¹, Ilham Agung Setiawan²

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531
dede.furqon@lecture.unjani.ac.id

Abstract

GIS Cibabat Baru has three transformer units with two transformers being operated namely unit 1 and 2 with one unoperated transformer namely transformer unit 3, which has a capacity of 60 MVA. Therefore, the Cibabat Baru GIS often experiences high peak loads and close to 80% of the loading recommended by PT. PLN (Persero). Therefore, to anticipate overcapacity in transformers units 1 and 2, it is necessary to increase the availability of electrical energy and one of the solutions is to operate unit 3 transformers by predicting the peak load on transformers units 1 and 2 first. To predict the peak load on transformers units 1 and 2, it can be done using regression analysis method, this method is a method that can be used to predict a system in the future. The predicted peak load on transformer unit 1 experiences overcapacity in 2031 with a current value of 1.803,20315 Ampere with a% loading of 104% and transformer unit 2 experiences overcapacity in 2025 with a current value of 1,811.4 Ampere with 104% loading. Thus, the recommendation for the operation of the unit 3 transformer in 2025, to anticipate overcapacity in the unit 2 transformer in GIS Cibabat Baru.

Keywords : GIS, over capacity, peak load, regression, transformer

Abstrak

GIS Cibabat Baru mempunyai tiga unit transformator dengan dua transformator yang dioperasikan yaitu unit 1 dan unit 2 dengan satu transformator yang belum dioperasikan yaitu transformator unit 3, yang memiliki masing-masing kapasitas 60 MVA. Oleh karena itu, GIS Cibabat Baru ini sering mengalami beban puncak yang tinggi dan mendekati 80% pembebanan yang direkomendasikan oleh PT. PLN (Persero). Oleh karena itu, untuk mengantisipasi overcapacity pada transformator unit 1 dan 2, perlu adanya peningkatan ketersediaan energi listrik dan salah satu solusinya dapat mengoperasikan transformator unit 3 dengan cara memprediksi beban puncak pada transformator unit 1 dan 2 terlebih dahulu. Untuk memprediksi beban puncak pada transformator unit 1 dan 2, maka dapat dilakukan dengan menggunakan metode analisis regresi, metode ini merupakan metode yang dapat digunakan untuk memprediksi suatu sistem di masa yang akan datang. Prediksi beban puncak pada transformator unit 1 mengalami overcapacity pada tahun 2031 dengan nilai arus sebesar 1.803,20315 Amper dengan % pembebanan 104% dan transformator unit 2 mengalami overcapacity pada tahun 2025 dengan nilai arus sebesar 1.811,4 Amper dengan % pembebanan 104%. Maka, rekomendasi pengoperasian transformator unit 3 pada tahun 2025, untuk antisipasi overcapacity pada transformator unit 2 di GIS Cibabat Baru.

Kata kunci : Beban puncak, beban lebih, GIS, regresi, transformator

I. PENDAHULUAN

Di masa ini perkembangan teknologi serta industri semakin pesat meningkat, seperti salah satunya pertumbuhan pabrik baru dan target produksi perusahaan semakin meningkat. Selain itu, untuk mendukung proses produksi agar mencapai suatu target perusahaan, maka harus didukung dengan penambahan mesin-mesin produksi, yang mana tanpa disadari akan berpengaruh terhadap energi listrik yang disediakan oleh PT. PLN (Persero). PT. PLN (Persero) adalah perusahaan yang diberi tanggung jawab pemerintah sebagai perusahaan

yang bergerak dalam penyaluran dan penyediaan energi listrik seluruh Indonesia, dalam penyaluran dan penyediaan energi listrik dibutuhkan komponen transformator yang mempunyai fungsi untuk menyalurkan energi listrik dari tegangan rendah ke tegangan tinggi maupun tegangan tinggi ke tegangan rendah. Transformator memiliki dua sisi yaitu sisi primer dan sisi sekunder, sisi primer adalah sisi tegangan tinggi yang terhubung pada sumber listrik dan sisi sekunder adalah sisi tegangan rendah yang terhubung langsung kepada beban konsumen [10]. Dalam hal menyediakan energi listrik, PT. PLN (Persero) memiliki unit

layanan transmisi salah satunya adalah Unit Layanan Transmisi GIS Cibabat Baru, yang mana adalah salah satu gardu induk dengan tipe pasang dalam, yang melayani suplai beban untuk kota cimahi khususnya area industri Cibaligo dan Leuwigajah. Selain itu, GIS Cibabat Baru mendapatkan suplai beban dari dua gardu induk konvensional yaitu GI Padalarang dan GI Cibabat Lama.

Dalam hal ini, GIS Cibabat Baru memiliki 3 buah transformator dengan 2 transformator yang dioperasikan, yaitu transformator unit 1 dan 2 yang memiliki masing-masing kapasitas sebesar 60 MVA, kemudian 1 buah transformator yang belum dioperasikan yaitu transformator unit 3. Selain itu, transformator unit 1 dan 2 memiliki tugas untuk mensuplai energi listrik yang ada di kota cimahi khususnya pada area pusat industri, dikarenakan lokasi dari GIS Cibabat Baru ini berada sangat dekat dengan area tersebut. Oleh karena itu, GIS Cibabat Baru apabila dilihat dari data hasil rekap beban puncak, transformator unit 1 dan 2 mengalami beban puncak yang tinggi khususnya pada transformator unit 2 GIS Cibabat Baru [10].

Oleh karena itu, perlu ada peningkatan kualitas dalam hal penyediaan energi listrik, maka dari itu salah satunya dapat dilakukan dengan memprediksi peningkatan beban puncak pada transformator unit 1 dan 2 di GIS Cibabat Baru yang akan terjadi pada tahun berikutnya, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode regresi. Metode ini merupakan metode yang dapat digunakan untuk memprediksi suatu sistem di masa yang akan datang, dengan cara menginvestigasi hubungan fungsional dengan variabel yang diwujudkan dalam bentuk matematis yaitu variabel y dan x di mana y merupakan variabel tetap (*dependent variable*) dan x merupakan variabel bebas (*independent variable*), dengan menggunakan metode ini beban puncak transformator unit 1 dan 2 di GIS Cibabat Baru pada tahun berikutnya dapat diprediksi dan akan diketahui pada tahun berapakah beban puncak pada transformator unit 1 dan 2 mengalami *overcapacity*, yang kemudian dapat membuat perencanaan untuk penambahan ketersediaan energi listrik dengan cara menambah atau mengoperasikan transformator unit 3 di GIS Cibabat Baru [3].

Maka, sesuai dengan permasalahan di atas yang telah dijelaskan oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengambil judul penelitian tentang Analisis Prediksi Pengoperasian Transformator

Unit 3 Berdasarkan Beban Puncak Pada Transformator Unit 1 dan 2 di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi GIS Cibabat Baru.

II. METODE

GIS (*Gas Insulated Substation*) adalah gardu induk dengan tipe pasang dalam dengan semua komponen yang diantaranya : isolator, busbar, komponen sistem kontrol, dan sistem proteksi terpasang di dalam gedung. Kemudian, transformator daya yang terpasang di luar gedung.

Transformator merupakan peralatan kelistrikan yang dapat mengkonversi besaran energi listrik ke besaran energi listrik dengan level tertentu, yang bekerja dengan berdasarkan prinsip medan magnet. Maka pada prinsipnya jika kumparan primer dihubungkan ke sumber tegangan bolak-balik, sementara kumparan sekunder dalam keadaan tidak dibebani, maka di kumparan primer mengalir arus yang disebut dengan arus beban nol (I_0). Kemudian arus akan membangkitkan fluks bolak-balik pada inti transformator. Fluks bolak-balik ini dilingkupi oleh kumparan primer dan kumparan sekunder, sehingga pada kedua kumparan timbul GGL yang besarnya :

$$E_1 = 4,44 F N_1 \phi \text{ (volt)} \quad (1)$$

$$E_2 = 4,44 F N_2 \phi \text{ (volt)} \quad (2)$$

A. Analisis Regresi

Regresi merupakan suatu metode yang sederhana yang dapat digunakan untuk menginvestigasi hubungan fungsional antar variabel yang diwujudkan dalam bentuk matematis. Pada model regresi, variabel dibagi menjadi dua bagian diantaranya : variabel tetap (*dependent variable*) dan variabel bebas (*independent variable*), variabel tetap dinyatakan sebagai fungsi dari variabel bebas yang dirumuskan dalam persamaan :

$$y = (x_1, x_2, \dots, x_t) \quad (3)$$

Nilai y menyatakan variabel tetap (y) dan x menyatakan variabel bebas (x). Jadi, model regresi merupakan model matematik yang digunakan pada masa lalu untuk menganalisis suatu variabel terhadap variabel lain, yang dimanfaatkan untuk memprediksi pola kejadian di masa yang akan datang [2].

Dalam menentukan model dan metode, maka dapat digunakan metode *error forecasting* yaitu berdasarkan nilai MAD dan MSD berikut ini :

Analisis Prediksi Pengoperasian Transformator Unit 3 Berdasarkan Beban Puncak (Dede Furqon Nurjaman, Ilham Agung Setiawan : 74 - 79)

1. MAD (*Mean Absolute Deviation*) adalah metode untuk mengukur tingkat akurasi dari ramalan atau prediksi dengan cara merata-rata kesalahan/eror dari nilai *absolute* yang telah dihitung. Kemudian, untuk menghitungnya dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$MAD = \sum |Y_i - Y'| \quad (4)$$

Keterangan

- Y_i = Nilai aktual
- Y' = Nilai forecast

2. MSD (*Mean Squared Deviation*) adalah metode untuk mengukur tingkat akurasi dari hasil jumlah kuadrat kesalahan prediksi atau ramalan. Untuk menghitungnya dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$MSD = \frac{\sqrt{\sum Y_i Y}}{n} \quad (5)$$

Keterangan :

- Y_i = Nilai aktual
- Y' = Nilai forecast
- n = variabel data hasil sampling

B. METODE REGRESI EKSPONENSIAL

Metode regresi eksponensial merupakan metode regresi yang mana x merupakan variabel bebas yang mempunyai fungsi sebagai pangkat atau eksponen, bentuk dari fungsi regresi eksponensial adalah :

$$Y = C (1+D)^X \quad (6)$$

Dimana Y merupakan variabel tetap (*dependent variable*) dan X merupakan variabel bebas (*independent variable*) yang mempunyai fungsi sebagai pangkat.

C. METODE REGRESI LINIER

Metode regresi linier merupakan metode regresi yang mana x merupakan variabel bebas yang mempunyai fungsi sebagai faktor pengkali, bentuk sederhana dari fungsi regresi linier ini adalah sebagai berikut :

$$Y = A+Bx \quad (7)$$

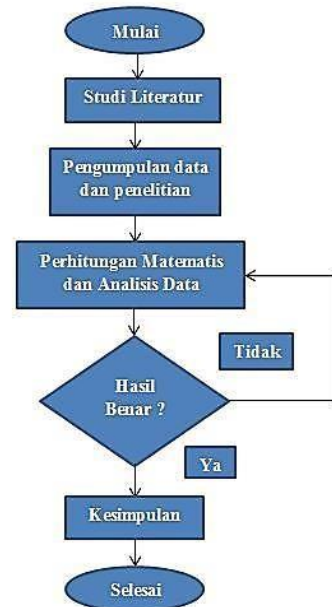
Dimana Y merupakan variabel tetap (*dependent variable*) dan X merupakan variabel bebas (*independent variable*), yang mempunyai fungsi sebagai faktor pengali.

Pada umumnya, cara untuk melakukan perkiraan suatu kondisi tertentu terdapat tiga metode yang

berdasarkan ukuran waktu yaitu (*Eugene A. Feinberg, Dora Genethliou*) [2] :

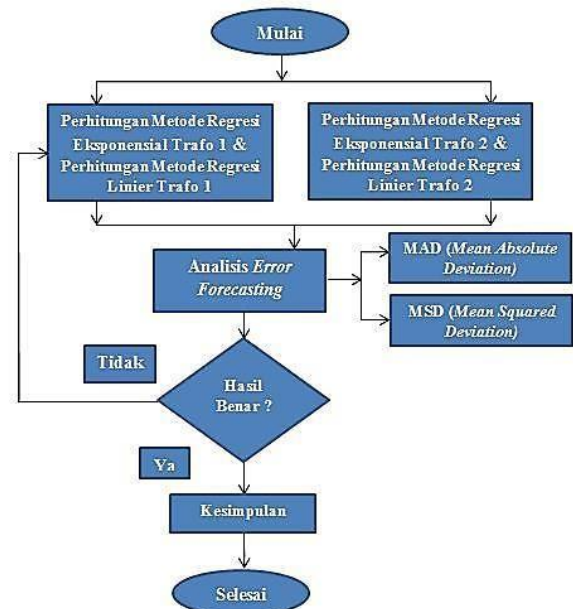
- a. *Short tern forecasting* (Perkiraan jangka pendek), perkiraan ini digunakan dalam kurun waktu 24 jam (harian).
- b. *Medium tern forecasting* (Perkiraan jangka menengah), perkiraan ini digunakan dalam kurun waktu di bawah 7 tahun.
- c. *Long tern forecasting* (Perkiraan jangka panjang), perkiraan ini digunakan dalam kurun waktu di atas 7 tahun.

D. FLOWCHART PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart Penelitian

E. FLOWCHART ANALISIS PERHITUNGAN



Gambar 2. Flowchart Analisis Perhitungan

III. HASIL DAN DISKUSI

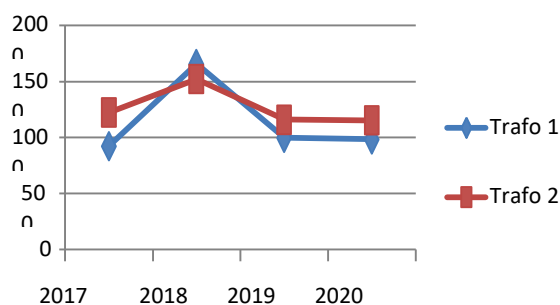
A. Data Penelitian Lapangan

Setelah dilakukan proses observasi di GIS Cibabat Baru, maka diperoleh data yang bersifat data primer yang merupakan rekap data beban puncak transformator tahun-tahun sebelumnya yang dijelaskan melalui tabel dan grafik sebagai berikut :

TABEL 1. DATA BEBAN PUNCAK TRANSFORMATOR 1 DAN 2

Data Beban Puncak Transformator 1 dan 2			
No	Tahun	Unit 1	Unit 2
1	2017	922 A	1.223 A
2	2018	1.655 A	1.520 A
3	2019	996 A	1.159 A
4	2020	983 A	1.151 A

Data pada tabel 1 merupakan rekap data beban puncak yang terjadi pada tahun 2017 sampai 2020, data ini diambil dengan teknik *probability non sampling* berikut dengan jenis *purposive sampling*. Gambar 3 merupakan grafik beban puncak transformator unit 1 dan 2 :



Gambar 3. Grafik Beban Puncak Transformator 1 dan 2

B. Analisis Perhitungan Prediksi Beban Puncak Transformator Unit 1

Untuk melakukan analisis prediksi beban puncak pada transformator unit 1 di tahun yang akan datang dengan metode analisis regresi, maka terlebih dahulu dilakukan perbandingan antara metode regresi linier dan metode regresi eksponensial tujuannya untuk melihat perbandingan tingkat akurasi dari kedua metode tersebut. Kemudian, untuk melihat tingkat akurasi dari kedua metode, maka dapat menggunakan

metode *error forecasting* yaitu dengan melihat hasil dari analisis perhitungan MAD (*Mean Absolute Deviation*) dan MSD (*Mean Squared Deviation*). Jadi, nilai MAD dan MSD terkecil yang akan dipilih untuk menjadi metode prediksi beban puncak transformator unit 1.

C. Analisis Perhitungan Metode Regresi Eksponensial Transformator Unit 1

Tahap pertama tentukan koefisien A dan B terlebih dahulu, sebelum melakukan perhitungan koefisien A dan B, maka buat tabel terlebih dahulu yang berisi data-data variabel terkait dengan perhitungan sebagai berikut :

TABEL 2. DATA VARIABEL TRANSFORMATOR UNIT 1 REGRESI EKSPONENSIAL

NO	Tahun	X_i	X_i^2	Y_i	$\ln Y_i$	$X_i \ln Y_i$
1	2017	0	0	922	6,826	0
2	2018	1	1	1.655	7,411	7,411
3	2019	2	4	996	6,903	13,807
4	2020	3	9	983	6,890	20,671
Total		6	14	4556	28,032	41,890

D. Analisis Perhitungan Metode Regresi Linier Transformator Unit 1

Tahap pertama tentukan koefisien A dan B terlebih dahulu, sebelum melakukan perhitungan koefisien A dan B, maka buat tabel terlebih dahulu yang berisi data-data variabel yang terkait dengan perhitungan sebagai berikut :

TABEL 3. DATA VARIABEL TRANSFORMATOR UNIT 1 REGRESI LINIER

NO	Tahun	X_i	X_i^2	Y_i	$X_i Y_i$
1	2017	0	0	922	0
2	2018	1	1	1.655	1.655
3	2019	2	4	996	1.992
4	2020	3	9	983	2.949
Total		6	14	4.556	6.596

E. Analisis Perhitungan Error Forecasting

Setelah perhitungan fungsi metode regresi eksponensial dan metode regresi linier telah ditentukan, maka selanjutnya dapat hitung tingkat akurasi dari masing-masing kedua metode tersebut dengan rumus MAD dan MSD sebagai berikut :

Analisis Prediksi Pengoperasian Transformator Unit 3 Berdasarkan Beban Puncak (Dede Furqon Nurjaman, Ilham Agung Setiawan : 74 - 79)

TABEL 4. DATA VARIABEL PERHITUNGAN *ERROR FORECASTING* REGRESI EKSPONENSIAL

NO	X_i	Y_i	$Y' = C(1+D)^x$	$MAD = (Y_i - Y')^2$
1	0	922	1.159,16	56.248,118
2	1	1.655	1.196,33	210.373,084
3	2	996	1.234,69	56.975,800
4	3	983	1.274,28	84.847,866
Total				408.444,869

TABEL 5. DATA VARIABEL PERHITUNGAN *ERROR FORECASTING* REGRESI LINIER

NO	X_i	Y_i	$Y' = A+Bx$	$MAD = (Y_i - Y')^2$
1	0	922	1.210,4	83.174,56
2	1	1.655	1.258	157.609
3	2	996	1.305,6	95.852,16
4	3	983	1.353,2	137.048,04
Total				473.683,76

Setelah dilakukan perhitungan *error forecasting* dengan rumus MAD dan MSD, maka didapat hasil perbandingan dari metode regresi eksponensial dan regresi linier adalah sebagai berikut :

TABEL 6. DATA PERBANDINGAN *ERROR FORECASTING* REGRESI LINIER DAN EKSPONENSIAL

Metode	MAD	MSD
Eksponensial	408.444,869	319,548
Linier	473.683,76	344,123

Tabel 6 merupakan hasil dari perhitungan *error forecasting* dengan rumus MAD dan MSD. Apabila dilihat dari tabel *error forecasting* mengenai perbandingan eror antara metode regresi eksponensial dengan metode regresi linier, maka nilai MAD dan MSD dari metode regresi eksponensial lebih kecil dibandingkan dengan metode regresi linier. Oleh karena itu, rekomendasi untuk analisis prediksi beban puncak pada transformator unit 1 GIS Cibabat Baru di tahun yang akan datang, maka direkomendasikan menggunakan metode regresi eksponensial.

F. Analisis Data Hasil Pengujian Dan Perhitungan

Apabila ditinjau dari tabel 7, prediksi beban puncak transformator unit 1 dan 2, maka transformator unit 1 akan mengalami *overcapacity* pada tahun 2031 dengan prediksi arus beban puncak sebesar 1.803,20315 Ampere dan % pembebanan 104% dan untuk transformator unit 2 akan mengalami *overcapacity* pada tahun 2025 dengan prediksi arus beban puncak sebesar 1.811,4 Ampere dan % pembebanan 104%.

TABEL 7. HASIL PREDIKSI BEBAN PUNCAK TRANSFORMATOR 1 DAN 2

NO	Tahun	Unit 1 (A)	% Beban	Unit 2 (A)	% Beban
1	2021	1.315,14	75 %	1.580,6	91 %
2	2022	1.357,31	78 %	1.638,3	94 %
3	2023	1.400,83	80 %	1.696	97 %
4	2024	1.445,75	83 %	1.753,7	101 %
5	2025	1.492,11	86 %	1.811,4	104 %
6	2026	1.539,95	88 %	1.869,1	107 %
7	2027	1.589,33	91 %	1.926,8	111 %
8	2028	1.640,30	94 %	1.984,5	114 %
9	2029	1.692,89	97 %	2.042,2	117 %
10	2030	1.747,17	100 %	2.099,9	121 %
11	2031	1.803,20	104 %	2.157,6	124 %
12	2032	1.861,02	107 %	2.215,3	127 %
13	2033	1.920,69	110 %	2.273	131 %
14	2034	1.982,28	114 %	2.330,7	134 %
15	2035	2.045,84	118 %	2.388,4	137 %

Apabila merujuk pada rekomendasi PT. PLN (Persero) mengenai % pembebanan yang direkomendasikan pada transformator adalah di bawah 80% dan maksimal dapat di *loading* sampai 110 % tetapi tergantung dari data pabrikan transformator tersebut, apakah bisa di *loading* sampai 110% atau tidak bisa dan tidak direkomendasikan. Meskipun bila dilihat dari hasil prediksi arus beban puncak pada masing-masing transformator, untuk transformator unit 1 sebelum tahun 2031 transformator tersebut diprediksi % pembebanan sering beroperasi di atas 80% dan untuk transformator unit 2 sebelum tahun 2025 diprediksi % pembebanan sering beroperasi di atas 80%, meskipun transformator

sering beroperasi dalam keadaan di atas 80% pembebanan, tetapi kedua transformator tersebut masih dalam kondisi toleransi untuk beroperasi dikarenakan belum melebihi 100% pembebanan.

Oleh karena itu, salah satu solusi untuk mengantisipasi terjadinya *overcapacity* pada transformator unit 1 dan 2 di GIS Cibabat Baru adalah melakukan perencanaan untuk mulai dioperasikan transformator unit 3 dan melakukan pemerataan beban. Dikarenakan, apabila dilihat dari data kondisi beban puncak pada transformator unit 1 dan 2, transformator unit 2 memikul beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan beban pada transformator unit 1. Jadi, untuk rekomendasi pengoperasian transformator unit 3 GIS Cibabat Baru bila dilihat dari hasil prediksi beban puncak yang terdekat adalah pada transformator unit 2 yaitu pada tahun 2025 untukantisipasi *overcapacity* pada transformator tersebut.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut.

- a. Transformator unit 1 diprediksi mengalami *overcapacity* pada tahun 2031 dengan arus 1.803,20315 Ampere dan % pembebanan sebesar 104%.
- b. Transformator unit 2 diprediksi mengalami *overcapacity* pada tahun 2025 dengan arus 1.811,4 Ampere dan % pembebanan sebesar 104%.
- c. Kemudian, untuk prediksi perencanaan mulai dioperasikan transformator unit 3 GIS Cibabat Baru, maka sesuai hasil analisis dan perhitungan terhadap prediksi beban puncak

transformator unit 1 dan 2 yaitu pada tahun 2025 dikarenakan transformator unit 2 diprediksi mengalami *overcapacity* pada tahun 2025. Untuk hasil prediksi beban puncak dan prediksi % pembebanan pada transformator unit 1 dan 2, maka dapat dilihat melalui tabel 7.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bonggas L.Tobing. 2012. Peralatan Tegangan Tinggi edisi ke dua, Jakarta: Erlangga.
- [2] Hestikah Eirene Patoding, Matius Sau. 2019. Energi dan Operasi Tenaga Listrik, Makassar: Deepublish.
- [3] Nawari. 2010. Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17, Jakarta: Gramedia.
- [4] Sugiyono. 2005. Memahami Penelitian Kualitatif, Bandung: Alfabeta.
- [5] Turan Gonen. 2014. Electric Power Distribution Engineering, NewYork: CRC Press.
- [6] Nur Ayu Puspita Indra Pratiwi, I Gede Dyana Arjana, dan Antonius Ibi Weking. (Juni 2018). Studi Analisis Kemampuan Penyediaan Suplai Daya Akibat Peningkatan Beban Di Gardu Induk Nusa Dua. E-Journal SPEKTRUM. vol. 5, No.1.
- [7] Elias K. Bawan. (September 2013). Estimasi Pembebanan Transformator Gardu Induk 150 Kv. Jurnal Ilmiah Foristek. vol. 13, No. 2.
- [8] Syamsul Bahri, Rudi Gianto, M. Iqbal Arsyad. (2015). Studi Pertambahan Beban Transformator Daya Pada Gardu Induk Parit Baru PT. PLN (Persero) Cabang Pontianak.
- [9] Makridakis. 1999. Metode Aplikasi dan Peramalan, Jakarta: Erlangga.
- [10] Aditya N. Anandh D. Elsn J. Ginnji K. nji "GA F d n Aplik siny d G Ci " Stephen J. Chapman. 2005. Electric Machinery Fundamentals, NewYork: McGraw-Hill. Anwar Hidayat. (2012). Populasi dan Sampel. (akses dari www.statikian.com)