

Implementasi *Backpropagation Neural Network* untuk Peramalan Jangka Panjang Beban Trafo Gardu Induk Genteng pada PT. PLN (Persero) APJ Banyuwangi

RB. Moch Gozali¹, Dedy Kurnia Setiawan², Hebri Esteringga³
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Jl. Kalimantan Tegalboto No.37, Krajan Timur, Sumbersari, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur
gozali.teknik@unej.ac.id¹, dedy.kurnia@unej.ac.id², esteringgahebri@gmail.com³

Abstrak

Listrik merupakan aliran atau pergerakan elektron- elektron adalah partikel bermuatan negatif yang ditemukan pada suatu atom. Transformator adalah alat untuk mengubah energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang berbeda berdasarkan cara kerja dari induksi elektromagnetik. Karena kebutuhan konsumen semakin naik maka transformator harus bekerja secara terus menerus untuk memenuhi kebutuhan konsumen, oleh karena itu perlu adanya peramalan beban transformator. Peramalan ini dilakukan untuk 5 tahun kedepan dimulai dari tahun 2022 sampai tahun 2026 dengan menggunakan *neural network backpropagation*. *Neural network backpropagation* mempunyai *error* persen yang kecil dibandingkan dengan yang lainnya. Dari proses peramalan data tertinggi terdapat pada bulan Mei tahun 2026 sebesar 32282455 Kwh. Sedangkan menurut keputusan (Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2016) Republik Indonesia, Nomor 5899 K/20/MEM tentang Pengesahan RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) PT PLN (Persero) tahun 2016 sampai dengan 2025 bahwa untuk penambahan kapasitas transformator atau penyulang mencapai 60% sampai dengan 70%, sedangkan kapasitas maksimal transformator GI Genteng mampu menampung 60 Mva, maka dari itu 60% dari 60 adalah 36 Mva. Dilihat dari besarnya kebutuhan beban yang sudah diramalkan maka pihak PLN khususnya pihak GI genteng pada tahun 2022 sampai tahun 2026 belum memerlukan penambahan kapasitas beban transformator namun harus mulai waspada karena selisih data peramalan dengan kemampuan kapasitas hanyalah 6,3%.

Kata kunci: *Neural Network Backpropagation*, Peramalan Beban, Transformator,

Abstract

Electricity is the flow or movement of electrons are negatively charged particles found in an atom. A transformer is a device for converting electrical energy from one electric circuit to a different electrical circuit based on the workings of electromagnetic induction. Because consumer needs are

increasing, the transformer must work continuously to meet consumer needs, therefore there is a need for transformer load forecasting. This forecast is carried out for the next 5 years starting from 2022 to 2026 using backpropagation neural network. Neural network backpropagation has a small percent error compared to the others. From the forecasting process, the highest data is in May 2026 at 32282455 Kwh. Meanwhile, according to the decision (Minister of Energy and Mineral Resources, 2016) of the Republic of Indonesia, Number 5899 K/20/MEM concerning Ratification of PT PLN (Persero) RUPTL (Electricity Supply Business Plan) 2016 to 2025 that for additional transformer or feeder capacity reaches 60% to 70%, while the maximum capacity of the GI Tile transformer is able to accommodate 60 Mva, therefore 60% of the 60 is 36 Mva. Judging from the magnitude of the predicted load requirement, the PLN, especially the tile substation, in 2022 to 2026 does not require additional transformer load capacity but must start to be vigilant because the difference between forecasting data and capacity capacity is only 6.3%.

Keywords: *Load Forecasting, Neural Network Backpropagation, Transformer*

I. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang listrik sebagai kebutuhan energi merupakan hal yang sangat penting bagi kehidupan. Listrik dalam kehidupan sekarang digunakan dalam berbagai hal seperti sumber energi a lat industri, perkantoran, rumah tangga dan masih banyak lainnya. Listrik merupakan aliran atau pergerakan elektron-elektron adalah partikel bermuatan negatif yang ditemukan pada suatu atom [1].

Semakin meningkatnya jumlah penduduk dan bertumbuh kembangnya sisi perekonomian harus berbanding lurus dengan ketersediaan tenaga listrik yang ada di Indonesia. Sistem tenaga listrik berfungsi untuk memenuhi kebutuhan energi listrik secara terus menerus.

Dalam operasi sistem tenaga listrik, kehandalan dan kesetabilan sistem distribusi sangat dipentingkan untuk menunjang kelancaran penyaluran tenaga listrik [2].

Transformator adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang digunakan untuk mengubah energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang berbeda berdasarkan cara kerja dari induksi elektromagnetik [3]. Transformator dapat mengalami beban berlebih atau overload ketika beban transformator tersebut melebihi ratingnya. Jika transformasi dalam keadaan beban berlebih atau overload terjadi secara terus-menerus dan tidak ada pencegahan atau perawatan maka batas ketahanan isolasi pada komponen transformator akan menurun [4].

Di Banyuwangi terdapat beberapa perusahaan bahkan tambang yang membutuhkan tenaga listrik yang besar, untuk itu di Banyuwangi terdapat 2 Gardu Induk yang berada di Banyuwangi kota dan di Genteng. Gardu Induk Genteng menyuplai beberapa rayon di Banyuwangi bagian selatan. Di Banyuwangi selatan terdapat perusahaan tambang emas Tumpang Pitu yang dikelola oleh PT. Bumi Sukses Indo (BSI) yang tentunya memerlukan kapasitas transformator dan penyulang yang besar.

Oleh karena itu, pada penelitian ini membahas tentang peramalan beban listrik pada transformator yang berapada di Gardu Induk Genteng pada tahun 2022 sampai dengan 2026. Penelitian ini melakukan peramalan jangka panjang dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) tipe propagasi-balik (backpropagation).

II. METODOLOGI

A. Survey Dan Pengambilan Data

Pengambilan data diperoleh dari Gardu Induk Genteng kabupaten Banyuwangi. Data yang diperoleh merupakan data beban puncak historis tahun 2017 sampai tahun 2021 yang digunakan untuk penelitian peramalan beban.

B. Normalisasi Data

Normalisasi data adalah proses membuat beberapa variabel memiliki rentang nilai yang sama, tidak ada yang terlalu besar maupun terlalu kecil sehingga dapat membuat analisis statistik menjadi lebih mudah. Proses normalisasi data tersebut dilakukan dengan rumus :

$$X1 = (X - B)/(A - B) \quad (1)$$

Keterangan :

- X1 : Nilai normalisasi
- X : Nilai asli dari data
- A : Nilai terbesar dari semua data
- B : Nilai terkecil dari semua data

C. Neural Network Backpropagation

Dalam *Neural Network Backpropagation* terdapat beberapa unit yang berada dalam satu atau lebih suatu *layer* tersembunyi dengan n buah masukan (ditambahkan sebuah bias), sebuah *layer* tersembunyi yang terdiri dari p unit (ditambah sebuah bias), serta m buah unit keluaran.

Jaringan yang dibentuk pada penelitian ini merupakan jaringan multilayer yang terdiri dari 1 lapisan input, 1 lapisan tersembunyi dan 1 lapisan output.

Metode Neural Network Backpropagation yang digunakan untuk peramalan beban transformator tahun 2022 sampai tahun 2026 terdapat 3 tahapan yaitu :

1. Training adalah proses dimana data yang diperoleh diambil data 3 tahun sebelumnya yaitu tahun 2017, 2018 dan 2020 dengan target 2021. Kemudian diambil nilai error paling kecil dari proses training tersebut.
2. Testing adalah proses setelah mendapatkan error maka dilakukan proses Testing dengan input data tahun 2018, 2019, dan tahun 2021 dengan target data tahun 2021. Jika nilai error kecil maka lanjut ke proses peramalan.
3. Peramalan adalah proses setelah Training dan Testing dimana di dalam proses ini membutuhkan data tahun 2019, 2020, 2021 untuk memperoleh data peramalan tahun 2022, proses ini berlanjut sampai mendapatkan data tahun 2026.

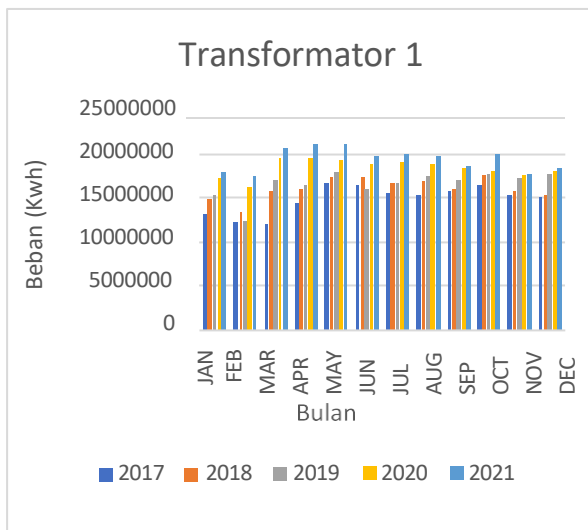
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gardu Induk Genteng merupakan salah satu Gardu Induk yang terdapat di Banyuwangi lebih tepatnya di Jl. Kyai Abu Sujak Dusun Sidotentrem, Gambiran, Banyuwangi. Pada Gardu Induk Genteng terdapat 3 buah transformator dimana dalam salah satu transformator tersebut menyuplai tambang emas Tumpang Pitu yang dikelola oleh PT. Bumi Sukses Indo (BSI). Tahap awal dan lam dari penelitian ini yaitu dengan menganalisa data historis beban transformator yang berada di GI Genteng, Banyuwangi. Berikut adalah tabel 1 dari percobaan beberapa *hidden layer* untuk proses *Training*.

TABEL I
 HASIL UJI BEBERAPA *HIDDEN LAYER*

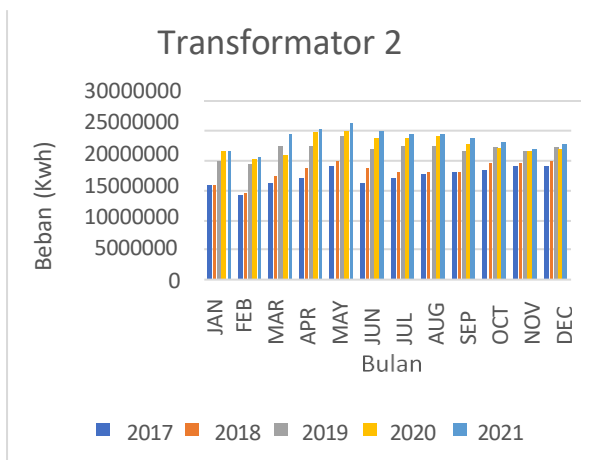
Hidden layer	MSE
3	0,0018468
5	0,00044719
10	0,000021832

Jika dilihat dari hasil percobaan menggunakan beberapa *hidden layer* yang berbeda maka dapat ditentukan bahwa untuk melakukan proses training menggunakan 10 *hidden layer* karena menghasilkan nilai MSE yang paling kecil.



Gbr. 1 Grafik Data Beban Puncak Transformator 1 Tahun 2017-2021

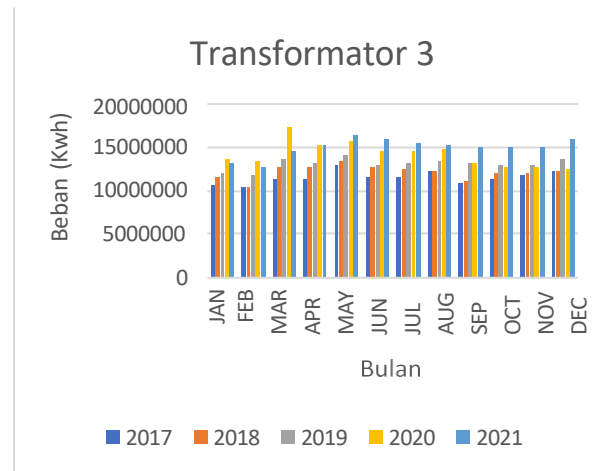
Dapat dilihat dari gambar 1 bahwa perubahan beban puncak pada transformator 1 mengalami kenaikan pada setiap tahunnya meskipun tidak signifikan, namun dari data tersebut masih terdapat beban yang mengalami penurunan seperti pada bulan Februari tahun 2018 dan 2019. Penurunan tersebut dari 13571090 Kwh ditahun 2018 menjadi 12242190 Kwh pada tahun 2019, namun pada tahun 2020 beban pada transformator 1 tahun 2020 kembali naik menjadi 16263940 Kwh. Selain pada bulan februari, penurunan beban juga terjadi pada bulan Juni pada tahun 2018 dan tahun 2019. Penuruan tersebut dari 17528650 Kwh pada tahun 2018 menjadi 16116530 pada tahun 2019, namun pada tahun 2020 kembali mengalami kenaikan menjadi 18904680 Kwh.



Gbr. 2 Grafik Data Beban Puncak Transformator 2 Tahun 2017-2021

Dari gambar 2 dapat diketahui bahwa beban puncak juga mengalami kenaikan meskipun tidak semuanya, data beban

mengalami penurunan pada bulan Maret tahun 2019 dan 2020. Penurunan tersebut dari 22496990 Kwh pada tahun 2019 menjadi 21142790 Kwh pada tahun 2020. Penurunan beban terjadi lagi pada bulan Oktober tahun 2019 dan tahun 2020, penurunan beban tersebut dari 22421900 Kwh di tahun 2019 menjadi 22157330 Kwh pada tahun 2020. Selain bulan Maret dan Oktober, penurunan beban juga terjadi pada bulan Desember pada tahun 2019 dan tahun 2020. Penurunan tersebut dari 22355500 Kwh pada tahun 2019 menjadi 21869070 Kwh pada tahun 2020.



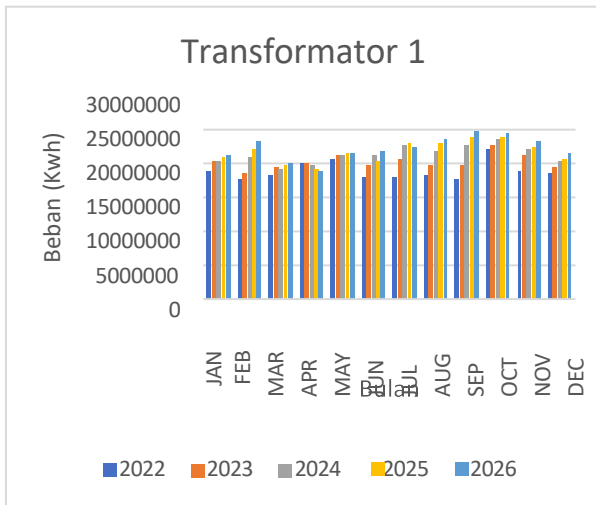
Gbr. 3 Grafik Data Beban Puncak Transformator 3 Tahun 2017-2021

Dari gambar 3 diatas dapat diketahui bahwa beban puncak juga mengalami kenaikan meskipun tidak semuanya, data beban mengalami penurunan pada bulan Maret tahun 2019 dan 2020. Penurunan tersebut dari 17202650 Kwh pada tahun 2020 menjadi 14482200 Kwh pada tahun 2021. Penurunan beban terjadi lagi pada bulan Oktober tahun 2019 dan tahun 2020, penurunan beban tersebut dari 13040160 Kwh di tahun 2019 menjadi 12702390 Kwh pada tahun 2020. Selain bulan Maret dan Oktober, penurunan beban juga terjadi pada bulan Desember pada tahun 2019 dan tahun 2020. Penurunan tersebut dari 13674810 Kwh pada tahun 2019 menjadi 12392860 Kwh pada tahun 2020.

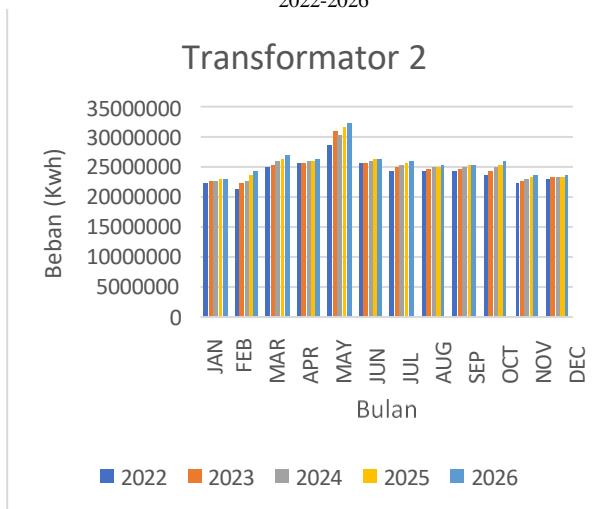
Dari proses penentuan hidden layer pada sub-bab sebelumnya maka dilakukan proses training dengan data beban transformator tahun 2017, 2018 dan 2019 sebagai input dan data beban transformator tahun 2020 sebagai target dan diperoleh error sebesar 2%. Untuk proses testing nilai error sebesar 3%.

Untuk melakukan proses peramalan beban menggunakan Neural Network Backpropagation data yang digunakan yaitu data historis 3 tahun sebelumnya, untuk memperoleh data tahun 2022 maka menggunakan historis tahun 2019, tahun 2020 dan 2021, sedangkan untuk

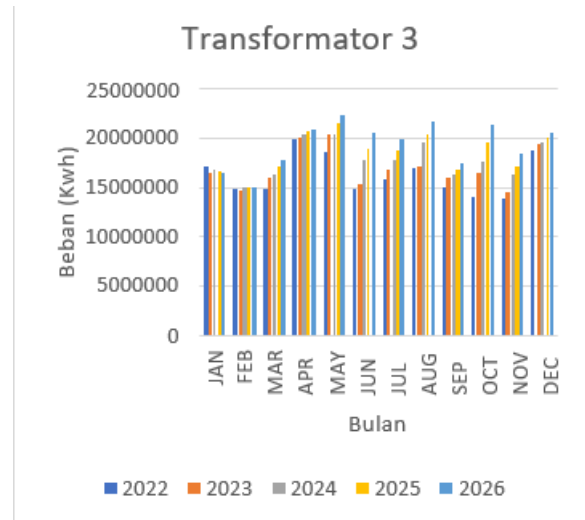
memperoleh data tahun 2023 menggunakan data tahun 2020, tahun 2021 dan tahun 2022, untuk memperoleh data tahun 2024 menggunakan data tahun 2021, data tahun 2022 dan data tahun 2023, sedangkan untuk memperoleh data tahun 2025 maka data yang digunakan yaitu data tahun 2022, data tahun 2023 dan data tahun 2024, kemudian untuk memperoleh data tahun 2026 maka menggunakan data tahun 2023, data tahun 2024 dan data tahun 2025.



Gbr. 4 Grafik Data Hasil Peramalan Beban Puncak Transformator 1 Tahun 2022-2026



Gbr. 5 Grafik Data Hasil Peramalan Beban Puncak Transformator 2 Tahun 2022-2026



Gbr. 6 Grafik Data Hasil Peramalan Beban Puncak Transformator 3 Tahun 2022-2026

Berdasarkan hasil dari peramalan beban tahun 2022 sampai 2026 menggunakan *Neural Network Backpropagation* yang sudah diperoleh, maka selanjutnya akan dibandingkan antara beban tertinggi pada saat peramalan dengan kemampuan transformator yang ada pada Gardu Induk Genteng.

TABEL II
 KAPASITAS TRANSFORMATOR DI GI GENTENG

	Trafo 1	Trafo 2	Trafo 3
Merk	B&D- PX-001- FOHB	B&D- PX-001- FOHB	PUWELS
Kapasitas	60 MVA	60 MVA	60 MVA
Teg. primer	150 KV	150 KV	150 KV
Teg. sekunder	22 KV	22 KV	20 KV
Impedance	11,97 %	12,07 %	11,969 %

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kapasitas dari semua transformator yang ada di GI Genteng memiliki kapasitas yang sama yaitu 60 Mva. Sedangkan menurut keputusan (Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2016) Republik Indonesia, Nomor 5899 K/20/MEM tentang Pengesahan RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) PT PLN (Persero) tahun 2016 sampai dengan 2025. Pada BAB 2 yang mengatur tentang kebijakan umum pengembangan sarana ketenagalistrikan, dimana pada poin 2.3 kebijakan pengembangan transmisi dan GI pada umumnya untuk penambahan kapasitas transformator ditentukan pada saat pembebanan

transformator atau penyulang mencapai 60% sampai dengan 70% dari kapasitas yang tersedia.

Untuk kapasitas dari transformator yang ada pada GI Genteng yaitu 60 Mva, sedangkan 60% dari kapasitas tersebut adalah 36 Mva. Dimana hasil peramalan beban tertinggi pada transformator 1 yaitu sebesar 24659688 Kwh, sedangkan untuk transformator 2 beban tertinggi sebesar 32282455 Kwh, untuk transformator 3 nilai beban tertinggi sebesar 22303096 Kwh. Dari beban puncak tersebut dapat dilihat jika pada transformator 2 sudah mencapai 53,67% mendekati beban puncak untuk penambahan beban transformator yang sebesar 60%.

Jadi berdasarkan data hasil dari peramalan menggunakan metode Neural Network Backpropagation untuk tahun 2022 sampai tahun 2026 kapasitas dari transformator 2 hampir mencapai titik puncak untuk penambahan kapasitas transformator, namun pihak PT. PLN utamanya pihak GI Genteng untuk tahun 2022 sampai tahun 2026 belum memerlukan penambahan kapasitas transformator tetapi pihak PT. PLN utamanya pihak GI Genteng harus mulai waspada dengan prakiraan beban puncak pada transformator yang sudah mencapai 53,2%. Dalam peramalan beban akan mengalami overload pada tahun 2031 dengan beban puncak sebesar 36126805 Kwh.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada hasil peramalan beban trafo 1, data yang paling besar yaitu 24659688 Kwh pada bulan September tahun 2026, sedangkan pada trafo 2 beban paling besar terdapat pada bulan Mei tahun 2026 sebesar 32282455 Kwh, untuk trafo 3 nilai paling besar terdapat pada bulan Mei tahun 2026 sebesar 22303096 Kwh.
2. Ketika beban transformator mengalami overload maka kinerja transformator akan mengalami penurunan dan akan rusak jika tidak segera ditangani.
3. Dari data yang sudah dihasilkan maka pihak GI belum memerlukan penambahan kapasitas transformator pada tahun 2022 sampai tahun 2026 karena kemampuan transformator dapat menampung 60 Mva sedangkan data tertinggi hanya 32,2 Mva, akan tetapi harus mulai waspada karena beban tertinggi sudah mencapai 53,2 % dari minimal penambahan kapasitas transformator yang sebesar 60%. Transformator mengalami overload pada tahun 2031 dengan beban sebesar 36126805 Kwh.

REFERENSI

- [1] Arofatul Soraya, "KELISTRIKMAGNETAN", Journal of Islamic Primary Education Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Mandailing Natal Vol. 1 No. 1 (2021)
- [2] Rosi I P, Supriyadi Prasetyono, Azmi Saleh, (2018). "Monitoring Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Menggunakan Metode RIA (Reliability Index Assesment)". Skripsi, Jember: Universitas Jember
- [3] Suganda Suganda, Abdul Muis. "Analisa Kualitas Tahanan Isolasi Transformator Daya" Jurnal Penelitian dan Pengkajian Elektro ISTN. Vol 23 No 2 (2021)
- [4] Nurul Hidayani, Iqbal Hasanuddin, Abdul Hafid, dan Zahir Zainuddin, "ANALISIS KUALITAS MINYAK TRANSFORMATOR PADA PT. PLN ULTG PANAKKUKANG" Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi, CV SWA Anugrah: Vol. 1 No. 3 (2023)

