

Peramalan Energi Listrik Jangka Panjang di Kabupaten Sampang Pasca Suramadu Menggunakan Metode Jaring Saraf Tiruan Counterpropagation Termodifikasi

By Amirullah Amirullah

4 Peramalan Energi Listrik Jangka Panjang di Kabupaten Sampang Pasca Suramadu Menggunakan Metode Jaring Saraf Tiruan Counterpropagation Termodifikasi

Electric Energy Long Term Forecasting in Sampang Regency Post Suramadu Using Modified Counterpropagation Artificial Neural Network Method

Amirullah¹⁾ dan Hiananda²⁾
 Program Studi Teknik Elektro,
 Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Surabaya
 Jl. Ahmad Yani 114 Surabaya
 Email: am9520012003@yahoo.com¹⁾ dan adi.dirza@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah meramalkan kebutuhan energi listrik jangka panjang Kabupaten Sampang secara cerdas dan akurat. Peramalan dilakukan untuk menyediakan prediksi awal mengenai kebutuhan energi listrik jangka panjang di Kabupaten Sampang secara mencukupi. Metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process digunakan untuk menentukan variabel data yang akan dipilih sebagai input peramalan menggunakan JST Counterpropagation Termodifikasi. Hasil penggunaan Metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process menunjukkan bahwa urutan nilai terbesar atau faktor yang paling berpengaruh pada peramalan beban adalah; data beban, data PDB dan data cuaca, sehingga data beban dipakai sebagai input peramalan beban menggunakan JST Counterpropagation Termodifikasi. Hasil pelatihan antara data energi aktual dan output pelatihan menggunakan JST Counterpropagation Termodifikasi pada GI Sampang sebesar 0 atau 0%. Pelatihan ini konvergen pada epoch ke-89 dan jumlah unit pada lapis tersembunyi adalah 5 neuron. Nilai MAPE antara data aktual dan output hasil pengujian data pada peramalan energi listrik Tahun 2013 di GI Sampang adalah 0,00 atau 0%. Output hasil peramalan energi listrik tahun 2013 di GI Sampang sudah memenuhi syarat, karena masih di bawah nilai (MAPE) sebesar 0,05 atau 5%. Dengan demikian JST Counterpropagation Termodifikasi dapat digunakan untuk melakukan peramalan beban jangka panjang di Kabupaten Sampang.

Kata kunci: Peramalan Energi Listrik, Jaring Saraf Tiruan, Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method, Counterpropagation Termodifikasi, Mean Avarage Percentage Error

ABSTRACT

The objective of research is forecast the long-term electricity needs in Sampang Regency intelligently and accurately. Forecasting is done to provide early predictions about the long-term electricity needs in Sampang regency adequately. Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method is used to determine the variable data to be selected as the input Modified Counterpropagation forecasting using ANN. The results using Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method shows that the biggest value of the order or the most influential factor on the load forecasting are: load data, GDP data and weather data, so that the load data used as input load forecasting using ANN Modified Counterpropagation. Training results between the data and the actual energy output ANN training using Counterpropagation Modified Method in Sampang Switchgear show as 0 or 0%. The training epoch converging on the 89th and the number of units in the hidden layer neuron is 5. MAPE values between the actual data and the output data on the test results in 2013 forecasting of electric energy in Sampang GI is 0.00 or 0%. Output electrical energy forecasting results in 2013 the GI Sampang already qualified, as it is still below the value (MAPE) of 0.05 or 5%. Thus Counterpropagation Modified ANN can be used to perform long-term load forecasting in Sampang Regency.

Key words: Electrical Energy Forecasting, Neural Network, Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method, Modified Counterpropagation, Mean Avarage Percentage Error.

PENDAHULUAN

Peramalan energi listrik berhubungan mulai beberapa jam sampai dengan tahun, sangat membantu pengoperasian dan perencanaan sistem tenaga listrik. Peramalan energi dibagi menjadi tiga kategori, yaitu peramalan energi jangka pendek, menengah, dan panjang [1,2,3]. Peramalan energi jangka panjang meliputi periode

10 sampai 20 tahun, dibutuhkan untuk perencanaan kapasitas pembangkitan, jaring transmisi, dan distribusi. Peramalan energi dengan akurasi tinggi tidak hanya dibutuhkan memenuhi keandalan operasi, tetapi juga memenuhi permintaan pelanggan secara cukup, karena peramalan di bawah atau diatas permintaan pelanggan akan menghasilkan kenaikan biaya operasi atau kehilangan potensi pendapatan. Peramalan energi listrik

digunakan sebagai dasar dalam mempertimbangkan kebutuhan pembangunan bidang ketenagalistrikan di suatu negara atau daerah. Peningkatan kebutuhan energi listrik tanpa diimbangi dengan penyediaan tenaga listrik yang memadai akan menyebabkan krisis tenaga listrik yang berdampak dengan seringnya terjadi pemadaman aliran listrik. Tetapi penyediaan energi listrik tanpa melihat perkembangan kebutuhan energi listrik akan berdampak pada peningkatan investasi dan tarif listrik cenderung semakin mahal [4,5,6,7,8,9].

Peramalan energi listrik tradisional menggunakan Metode Statistik, yaitu Regresi, Deret Waktu, dan Dekomposisi Fourier, dan sebagainya sudah digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya. [2,6,7,9] Kelemahan metode ini adalah tidak mampu memberikan hasil memuaskan pada hubungan kompleks non-linier yang masih muncul antara energi dan sejumlah faktor yang mempengaruhi peramalan. Akibatnya error peramalan masih relatif tinggi, dibandingkan dengan nilai keluaran sebenarnya [2]. Teknik peramalan energi modern antara lain jaring saraf tiruan (JST), Fuzzy Logic, Sistem Cerdas, dan sebagainya, telah dikembangkan oleh sejumlah peneliti akhir-akhir ini dan memberikan hasil yang cukup memuaskan [10,11,12,13,14,15].

Peramalan energi listrik secara cerdas dan akurat dibutuhkan untuk menyediakan prediksi awal mengenai kebutuhan energi listrik jangka panjang secara mencukupi di Kabupaten Sampang Latar belakang penelitian adalah pasca selesainya Jembatan Surabaya-Madura (Suramadu), Kabupaten Sampang diprediksikan berkembang menjadi salah satu daerah atau lokasi industri di Madura. Industrialisasi membutuhkan penambahan fasilitas perumahan, layanan publik, dan komersial. Untuk mendukung pengembangan aspek tersebut, Kabupaten Sampang membutuhkan penambahan kapasitas transformator daya, penambahan jaringan transmisi dan distribusi. Penelitian ini mengusulkan penggunaan Metode Kecerdasan Buatan yaitu JST *Counterpropagation* Termodifikasi untuk meramalkan kebutuhan energi listrik jangka panjang di Madura. Data penelitian ini adalah data historis energi listrik, pendapatan domestik regional bruto (PDRB), dan cuaca. Metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process digunakan untuk memilih data historis dan paling berpengaruh pada peramalan energi. JST *Counterpropagation* Termodifikasi digunakan untuk meramalkan kebutuhan energi listrik di Kabupaten Sampang dengan periode peramalan sampai 10 tahun mendatang. Metode kecerdasan buatan yang diusulkan diharapkan dapat meningkatkan akurasi dalam meramalkan kebutuhan energi listrik jangka panjang di Kabupaten Sampang. Penelitian menggunakan Metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process untuk seleksi variabel input menggunakan dan peramalan energi listrik menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi. Penelitian menggunakan perangkat lunak Matlab.

LANDASAN TEORI

Peramalan Energi Listrik Jangka Panjang

Peramalan energi listrik memegang peranan penting pada pengoperasian, pengaturan, dan perencanaan sistem tenaga listrik. Estimasi kebutuhan energi suatu negara antara-lain: berkaitan dengan perencanaan pembangkit baru, perawatan rutin, dan penjadwalan pembangkitan harian, semuanya tergantung pada peramalan energi secara akurat di masa mendatang.

Berdasarkan tujuannya, permasalahan peramalan energi diklasifikasikan menjadi dua katagori, yaitu [1]:

1. Peramalan energi setempat (*spatial*): membahas mengenai distribusi peramalan energi di masa mendatang pada wilayah tertentu, seperti kabupaten, negara, atau beberapa negara.
2. Peramalan energi temporer: berhubungan dengan peramalan energi pada pembangkit khusus atau sekelompok konsumen selama beberapa jam, bulan, atau beberapa tahun mendatang.

Berdasarkan periode peramalan, ada tiga jenis peramalan energi temporer, yaitu:

1. Peramalan energi jangka panjang: digunakan terutama untuk perencanaan sistem. Ciri peramalan energi jangka panjang adalah menjangkau periode 10 sampai dengan 20 tahun mendatang. Kunci utama pada peramalan energi jangka panjang meliputi: kapasitas sistem kelistrikan berkaitan dengan penggunaan peralatan, tingkat dan jenis aktivitas ekonomi, tarif dasar listrik, harga sumber daya energi alternatif, serta faktor non-ekonomi yaitu strategi penjualan, konservasi energi, dan kondisi cuaca [2,3].
2. Peramalan energi jangka menengah: digunakan khususnya untuk penjadwalan pasokan bahan bakar dan program perawatan peralatan. Peramalan ini biasanya meliputi periode beberapa minggu mendatang [1].
3. Peramalan energi jangka pendek: digunakan sebagai dasar pengoperasian harian pembangkit dan penjadwalan sistem tenaga listrik [1,4,5,6,7,8,9].

Secara umum peramalan energi listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu peramalan energi listrik tradisional dan modern. Peramalan energi menggunakan metode statistik tradisional, antara lain regresi, deret waktu, pengenalan pola, Kalman Filter, dan sebagainya sejak lama sudah digunakan dan menunjukkan akurasi peramalan pada sistem dependen [2,6,7,9]. Metode tradisional tersebut dapat dikombinasikan menggunakan beberapa model metode peramalan lain dan menunjukkan hasil cukup memuaskan pada sistem praktis. Namun, sejumlah metode tersebut tidak mampu memberikan penjelasan memuaskan mengenai ketidaklinieran hubungan kompleks yang masih muncul antara energi dan sejumlah faktor yang mempengaruhi

peramalan serta biasanya bergantung pada sejumlah perubahan sistem (misalnya musim, waktu harian, dan sebagainya) [2]. Metode peramalan energi sistem cerdas, Jaring Saraf Tiruan (JST), Fuzzy Logic, Wavelet, Jaring Elman saat ini sudah dikembangkan dan memberikan hasil yang cukup memuaskan. Di antara sekian metode tersebut, Metode JST merupakan metode yang menarik, karena metode ini mampu mengatasi ketidaklinieran hubungan antara energi dan sejumlah faktor yang mempengaruhi peramalan secara langsung dari data historis, tanpa harus menyesuaikan dengan model yang diberikan. Beberapa macam dari JST telah diaplikasikan pada peramalan energi jangka panjang, misalnya: JST umpan maju lapis banyak dengan satu lapis tersembunyi, JST *Constructive Backpropagation*, JST *Recurrent*, JST *Counterpropagation*, dan beberapa algoritma JST lain [10,11,12,13,14,15].

Model Persarungan Fuzzy Analytic Hierarchy Process

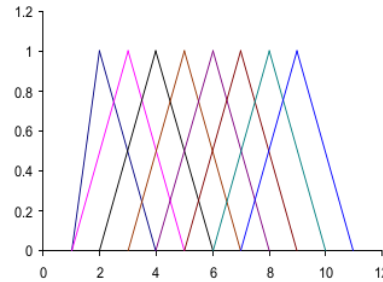
Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah prosedur yang berbasis matematis yang sangat baik dan sesuai untuk kondisi evaluasi atribut-atribut kualitatif. Atribut-atribut tersebut secara matematik dikuantitatif dalam satu set perbandingan berpasangan. Kelebihan AHP dibandingkan dengan yang lainnya karena adanya struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih sampai kepada sub-sub kriteria yang paling mendetail. Karena menggunakan input persepsi manusia, model ini dapat mengolah data yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Jadi kompleksitas permasalahan yang ada di sekitar kita dapat didekati dengan baik oleh model AHP ini. Selain itu AHP mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah yang multi-objektif dan multi-kriteria yang didasarkan pada perbandingan preferensi dari setiap elemen dalam hirarki.

Untuk setiap kriteria dan alternatif, kita harus melakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) yaitu membandingkan setiap elemen dengan elemen lainnya pada setiap tingkat hirarki secara berpasangan sehingga didapat nilai tingkat kepentingan elemen dalam bentuk pendapat kualitatif. Untuk mengkuantifikasikan pendapat kualitatif tersebut digunakan skala penilaian sehingga akan diperoleh nilai pendapat dalam bentuk angka (kuantitatif). Nilai-nilai perbandingan relatif kemudian diolah untuk menentukan peringkat relatif dari seluruh alternatif. Kriteria kualitatif dan kriteria kuantitatif dapat dibandingkan sesuai dengan penilaian yang telah ditentukan untuk menghasilkan ranking dan prioritas. Tabel 1. menunjukkan tingkat kepentingan evaluasi perbandingan berpasangan dalam *Saaty's Scale 1 – 9*.

Dalam pengembangan selanjutnya digunakan konsep Fuzzy dalam penyelesaian metode AHP. Fuzzy AHP diaplikasikan pada bilangan fuzzy segitiga melalui fungsi keanggotaan segitiga. dan digambarkan pada Gambar 1 sebagai berikut:

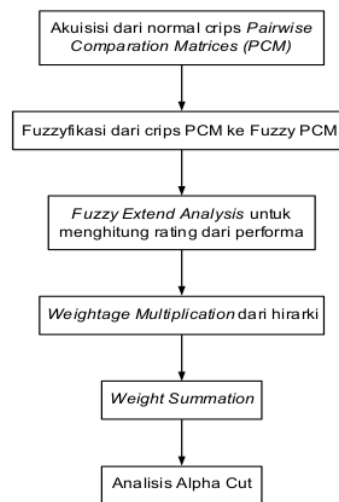
9 **Tabel 1. Tingkat Kepentingan**

Nilai	Interprestasi
1	Oi dan Oj sama penting
3	Oi sedikit lebih penting dari Oj
5	Oi kuat tingkat kepentingannya dari Oj
7	Oi sangat kuat tingkat kepentingannya dari Oj
9	Oi mutlak lebih penting dari Oj
2,4,6,8	Nilai-nilai intermediate



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Berbentuk Segitiga

Metode Fuzzy AHP digunakan dalam menyelesaikan berbagai permasalahan pengambilan keputusan yang rumit. Fuzzy AHP merupakan pengembangan dari metode AHP tradisional, ketidakmampuan AHP tradisional berupa ketidaktepatan dan subyektivitas dalam proses perbandingan pasangan (*pairwise comparison*) telah ditingkatkan dalam Fuzzy AHP. Dalam istilah fuzzy, perbandingan yang diberikan pembuat keputusan adalah bilangan fuzzy yang digambarkan oleh fungsi keanggotaan. Bilangan fuzzy segitiga digunakan dalam merepresentasikan penilaian pembuat keputusan terhadap



13 **Gambar 2.** Diagram Alir Metode Fuzzy AHP

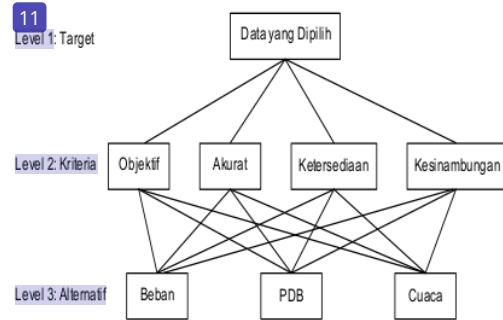
13 alternatif-alternatif yang berkenaan dengan setiap kriteria. Gambar 2 menunjukkan diagram alir Metode Fuzzy AHP.

Pemilihan Data yang Dipakai Dalam Peramalan dengan Menggunakan Metode Fuzzy AHP

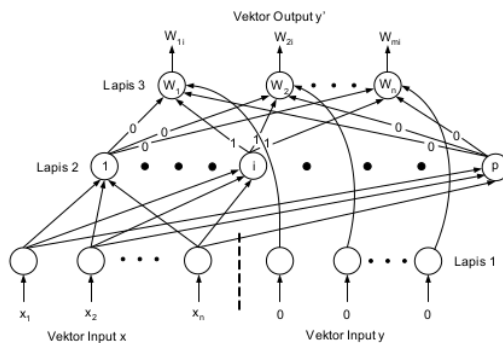
Penggunaan Fuzzy AHP dimulai dengan membuat struktur hirarki atau jaring dari permasalahan yang ingin diteliti. Di dalam hirarki terdapat tujuan utama, kriteria-kriteria, subkriteria-subkriteria dan alternatif-alternatif yang akan dibahas. Perbandingan berpasangan dipergunakan untuk membentuk hubungan di dalam struktur. Hasil dari perbandingan berpasangan ini akan membentuk matriks. Berikut ini struktur hirarki dari data-data yang akan dipakai dalam proses peramalan kebutuhan energi listrik jangka menengah:

Metoda JST Counterpropagation

JST Counterpropagation adalah perpaduan dari kelompok jaring Kohonen dan Grossberg outstar. Model JST Counterpropagation menggunakan dua model pembelajaran yaitu pelatihan terbimbing dan pelatihan tidak terbimbing. Jaring Kohonen menerapkan strategi kompetitif untuk beberapa penimbang dari unit lapis input ke unit lapis tersembunyi. Sedangkan Grossberg outstar memetakan neuron yang dipilih pada output yang



Gambar 3. Struktur Hirarki Fuzzy AHP



Gambar 4. JST Counterpropagation

diinginkan. Pelatihan terbimbing dan tidak terbimbing diterapkan untuk melatih model JST Counterpropagation. Metoda ini mampu mereduksi jumlah pelatihan 1/100 kali lebih kecil dari JST Backpropagation standar.

Gambar 4 menjelaskan model pemrosesan pada vektor input oleh JST Counterpropagation [19]. Vektor input, (x_1, x_2, \dots, x_n) didistribusikan pada semua unit pada lapis kompetitif. Unit ke-i sebagai pemenang kompetisi dan mempunyai output 1. Unit-unit kompetitif yang lain mempunyai output 0. Kompetisi ini efektif memilih vektor output yang dikehendaki oleh hubungan tunggal yang dibangkitkan pada masing-masing unit-unit keluaran di lapis output.

Algoritma penyelesaian peramalan energi listrik jangka panjang menggunakan JST Counterpropagation adalah:

1. Pilih acak pasangan (x,y) dari data pelatihan.
2. Normalisasi vektor masukan x , dengan membagi setiap komponen x dengan magnitudo $\|x\|$.

$$\|x\| = \sqrt{\sum_{j=1}^n x_j^2} \dots\dots\dots (1)$$

3. Inialisasi neuron masukan dan dinormalisasi seperti vektor masukan, serta dihitung aktivasi setiap unit pada lapis linier pada lapis tersembunyi.
4. Pada lapis kompetitif, tentukan unit W dengan fungsi aktivasi yang paling besar sebagai pemenang.
5. Penimbang antara W dan semua unit N pada lapis masukan diatur dengan menggunakan Persamaan (2):

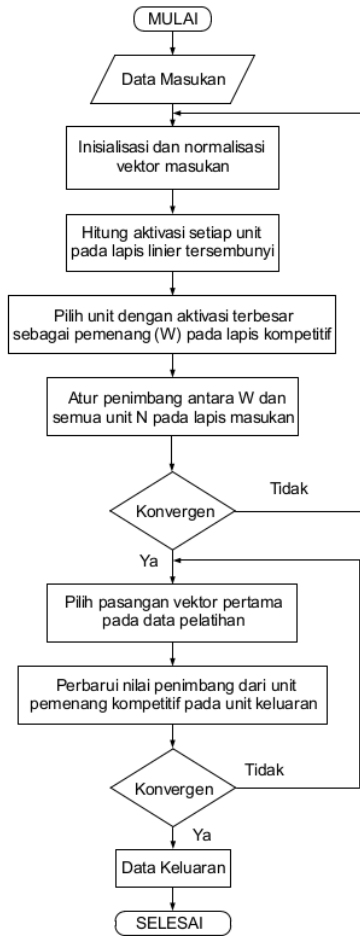
$$w_{w_n}^H(t+1) = w_{w_n}^H(t) + \alpha(x_n - w_{w_n}^H(t)) \dots\dots\dots (2)$$

6. Ulangi langkah 1 sampai 5 sehingga semua pola pelatihan terproses pada iterasi pertama, nilai α dimulai dari 0,1 dan terus berkurang pada setiap iterasi.
7. Ulangi langkah 6 sehingga semua pola masukan vektor terlatih dengan unit kompetisi yang sama.
8. Pilih pasangan vektor pertama pada data pelatihan (pola yang sedang dilatihkan).
9. Ulangi langkah 2 sampai 4 (normalisasi, kompetisi) untuk pola yang sedang dilatihkan.
10. Atur nilai penimbang antara unit pemenang pada lapis tersembunyi dengan semua unit keluaran M menggunakan Persamaan (3):

$$w_{mW}^O(t+1) = w_{mW}^O(t) + \beta(y_m - w_{mW}^O(t)) \dots\dots (3)$$

11. Ulangi langkah 9 dan 10 untuk setiap pasangan vektor data pelatihan, nilai β dimulai dari 0,1 dan seterusnya berkurang untuk setiap iterasi.
12. Ulangi langkah 8 sampai 11 sehingga perbedaan antara target dan keluaran riilnya di bawah nilai batas ambangnya.

Diagram alir Metode JST Counterpropagation ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir Metoda JST Counterpropagation

Metode JST Constructive Backpropagation

Bagian utama yang perlu diperhatikan pada pemodelan JST adalah pemilihan metode pelatihan JST dan pemilihan arsitektur JST. Secara umum, metode pelatihan hanya bermanfaat jika arsitektur JST dipilih secara tepat. JST yang terlalu kecil tidak akan memodelkan masalah dengan baik, tetapi ukuran JST yang terlalu besar akan menyebabkan *over-fitting*, sehingga generalisasi tidak tercapai. Oleh karena itu, algoritma yang dapat menemukan suatu arsitektur yang sesuai secara otomatis sangat diperlukan. Algoritma konstruktif (*constructive algoritim*), yaitu memulai dengan suatu JST kecil dan mengembangkan unit tersembunyi serta penimbang tambahan sampai diperoleh penyelesaian yang dikehendaki.

Algoritma dasar pelatihan JST *Constructive Backpropagation* (CBP) adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi, yaitu pembentukan JST awal berupa JST tanpa unit tersembunyi. Penimbang dari konfigurasi awal dihitung dengan meminimalkan jumlah dari error kuadrat (*sum of squared error = SSE*)

$$SSE = \sum_{l=1}^n \sum_{k=1}^r (d_{lk} - o_{lk})^2 \dots\dots\dots (4)$$

d_{lk} = keluaran yang dikehendaki untuk sampel ke-l dan unit keluaran ke-k

o_{lk} = keluaran JST untuk sampel ke-l dan unit keluaran ke-k

n = jumlah sampel data

r = jumlah unit keluaran

Penimbang yang telah ditemukan dibuat tetap.

2. Pelatihan unit tersembunyi baru, yaitu menghubungkan masukan ke unit baru dan sambungkan keluarannya ke unit keluaran. Seluruh penimbang yang terhubung ke unit baru diatur dengan meminimalkan kriteria *mSSE (modified SSE)*:

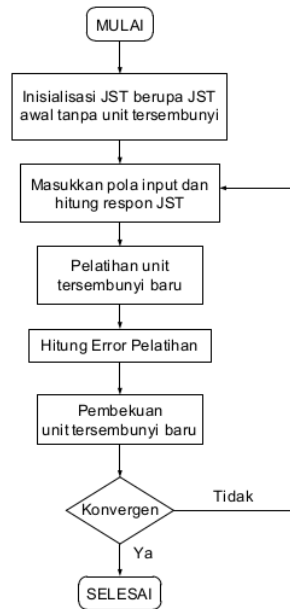
$$mSSE_l = \sum_{i,k} \left(d_{ik} - \sum_{j=0}^{i-1} v_{jk} h_{jl} - v_{ik} h_{il} \right)^2 = \sum_{i,k} (e_{kl} - v_{ik} h_{il})^2 \dots\dots (5)$$

d_{ik} = Keluaran yang dikehendaki pada unit keluaran ke-k untuk pola training ke-l

v_{jk} = interkoneksi dari unit tersembunyi ke-j ke unit keluaran ke-k

h_{jl} = keluaran dari unit tersembunyi ke-j untuk pola training ke-l

e_{kl} = sisa error dalam unit keluaran ke-k untuk pola training ke-l



Gambar 6. Diagram alir Metode JST Constructive Backpropagation

1. Pembekuan unit tersembunyi baru, yaitu menetapkan secara permanen penimbang yang berinterkoneksi dengan unit baru (tidak seperti pada pelatihan *Cascade-Correlation*, disini penimbang masukan dan keluaran dari unit yang diselipkan kemudian dibekukan)
4. Uji konvergensi, yaitu jika jumlah unit tersembunyi telah menghasilkan solusi yang layak, maka pelatihan dihentikan. Jika tidak, kembali ke langkah 2.

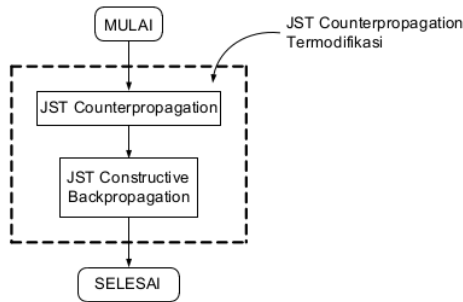
Diagram Alir Metode CBP ditunjukkan pada Gambar 6.

JST Counterpropagation Termodifikasi

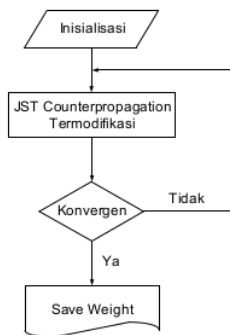
JST *Counterpropagation* Termodifikasi merupakan pengembangan dari JST *Counterpropagation* dengan menambahkan algoritma JST *Constructive Backpropagation* untuk menentukan jumlah neuron secara adaptif di lapis tersembunyi pada fase pelatihan JST. Diagram alir usulan Metode JST *Counterpropagation* Termodifikasi ditunjukkan pada Gambar 7.

Fase Pelatihan dan Mapping JST Counterpropagation Termodifikasi

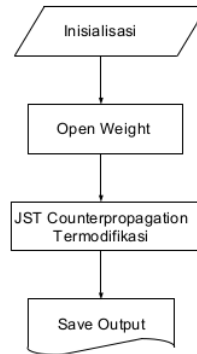
Gambar 8 dan 9 menunjukkan diagram alir pelatihan dan mapping JST menggunakan algoritma JST *Counterpropagation* Termodifikasi.



Gambar 7. Diagram alir Metode JST *Counterpropagation* Termodifikasi



Gambar 8. Diagram alir pelatihan JST *Counterpropagation* Termodifikasi



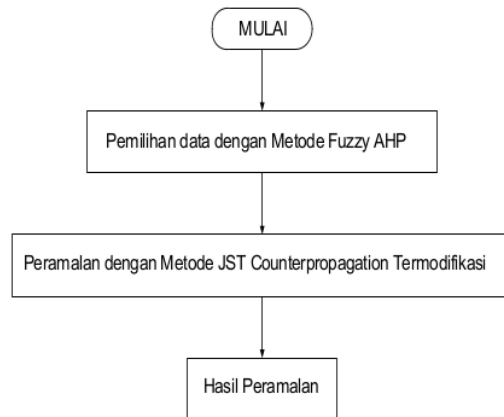
Gambar 9. Diagram alir mapping JST *Counterpropagation* Termodifikasi

Diagram Alir Peramalan Energi dengan Metode Fuzzy AHP dan JST Counterpropagation Termodifikasi

4. Gambar 10 menunjukkan diagram alir keseluruhan peramalan energi listrik jangka panjang mendatang di Kabupaten Sampang.

Mean Average Percentage Error

Analisis penentuan tingkat kesalahan (error) merupakan karakteristik penting yang dibutuhkan pada peramalan beban listrik. Peramalan beban listrik jangka pendek, menengah, dan panjang menggunakan Metode Kecerdasan Buatan, pada dasarnya bertujuan untuk menghasilkan peramalan dengan akurasi tinggi atau hasil peramalan energi sedapat-mungkin mendekati nilai beban sesungguhnya. Nilai akurasi peramalan energi listrik ditunjukkan oleh nilai *Mean Average Percentage Error* (MAPE) dan ditunjukkan pada Persamaan (6).



Gambar 10. Diagram alir keseluruhan peramalan energi listrik jangka panjang menggunakan Metode Fuzzy AHP dan JST *Counterpropagation* Termodifikasi

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{L_{sebenarnya} - L_{peramalan}}{L_{sebenarnya}} \right| \dots \dots \dots (6)$$

Dengan:

- $L_{sebenarnya}$ = data energi sesungguhnya
- $L_{peramalan}$ = data energi hasil peramalan
- N = jumlah data



Gambar 11. Jaring Transmisi 150 kV Madura

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Kelistrikan Sub-Sistem Madura dan Sampang

Sistem kelistrikan 150 kV sub-sistem Madura termasuk dalam jaring sistem interkoneksi Jawa, Madura, Bali (Jamali). Kegiatan penyaluran energi listrik ke pelanggan di Pulau Madura diselenggarakan oleh P1 PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban (P3B) Jawa Bali, Area Pelaksana Pemeliharaan (APP) Surabaya. Sistem kelistrikan Madura disuplai dari saluran transmisi kabel laut 150 kV dengan pembangkit terdekat berasal dari PLTU Gresik. Saluran transmisi 150 kV kabel laut mempunyai kapasitas 200 MVA dengan tipe *three-core* merk BICC buatan Jepang. Saluran transmisi tersebut berbentuk saluran ganda (*double* sirkuit) dan termasuk dalam katagori saluran menengah. Kabel laut yang digunakan adalah kabel laut *Self Contained Oil Filled (SCOF)*. Adapun jenis kabel yang terpasang pada masing-masing sirkuit 150 kV adalah:

- Sirkuit I (Utara) : kabel jenis three core (3 × 300 mm²)
- Sirkuit II (selatan) : kabel jenis three core (3 × 300 mm²)

Selain kabel laut, sistim kelistrikan Madura juga disuplai oleh dua sirkuit saluran kabel tegangan tinggi (SKTT) 150 kV melalui Jembatan Suramadu masing-masing berkapasitas 200 Megawatt (MW) dengan sumber terdekat berasal dari Gardu Induk (GI) Sukolilo Surabaya.

Sistem kelistrikan Sampang merupakan bagian dari sub-sistem 150 kV Madura dan secara keseluruhan termasuk dalam jaring sistem interkoneksi Jawa, Madura, Bali (Jamali). Sistem kelistrikan Madura disuplai dari saluran transmisi kabel laut 150 kV dengan pembangkit terdekat berasal dari PLTU Gresik. Selain kabel laut, sistim kelistrikan Madura juga disuplai oleh dua sirkuit saluran kabel tegangan tinggi (SKTT) 150 kV melalui Jembatan Suramadu masing-masing berkapasitas 200 Megawatt (MW) dengan sumber terdekat berasal dari

Gardu Induk (GI) Sukolilo. Sistem kelistrikan 150 kV Kabupaten Sampang disuplai dari Gardu Induk (GI) Sampang melalui bus 150 kV merk HAL 500 mm². GI Sampang mempunyai dua transformator daya 150/20 kV. Transformator pertama adalah merk Unindo berkapasitas 20 MVA dan berfungsi menurunkan tegangan tinggi 150 kV ke level tegangan menengah melalui dua bus 20 kV merk Hitachi. Transformator kedua adalah merk Pauwels berkapasitas 60 MVA dan berfungsi menurunkan tegangan tinggi 150 kV ke level tegangan menengah melalui dua bus 20 kV merk Meidensa. Kedua transformator daya mempunyai hubungan belitan primer, sekunder, dan tersier berbentuk YN yn O, dan titik netral transformator daya ditanahkan dengan tahanan tinggi 500 kV. Gambar 1 menunjukkan diagram segaris GI Sampang.

Bus tegangan menengah 20 kV pertama (merk Hitachi) mensuplai empat penyulang masing-masing; Penyulang Ketapang, Penyulang Omben, Penyulang Kedungdung, dan satu penyulang cadangan (*spare*). Bus tegangan menengah 20 kV kedua (merk Meidensa) mensuplai empat penyulang masing-masing; Penyulang Torjun, Penyulang Payudan, Penyulang Wijaya Kusuma, dan satu penyulang cadangan (*spare*). Pada kondisi gangguan kedua penyulang dihubungkan secara otomatis oleh automatic vacuum swithch (AVS) atau kopel darurat. Pada kondisi operasi normal atau tanpa gangguan AVS dalam kondisi terbuka atau off.

Pemilihan Data dengan Menggunakan Fuzzy AHP

Tabel 2 menunjukkan hasil proses defuzzifikasi penilaian berupa *pairwise comparison* dari kriteria.

Tabel 3 menunjukkan peringkat fuzzy melalui α -cut based method 1 dengan nilai $\alpha = 0.5$.

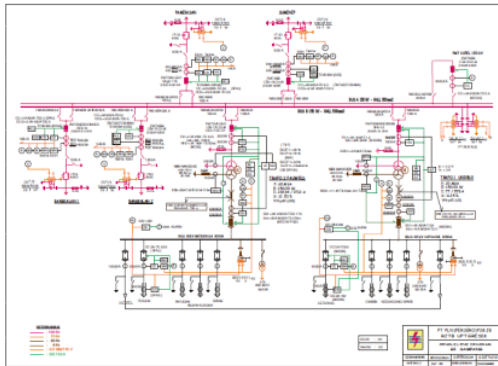
Hasil diatas konsisten menunjukkan bahwa pemilihan data beban memiliki peringkat fuzzy tertinggi yang diikuti data PDB dan data Cuaca. Kemudian dilakukan *lamda function* untuk nilai-nilai 0.1, 0.5, dan 0.9 yang menunjukkan sikap pembuat keputusan *pessimistic*,

Tabel 2. Fuzzified Pairwise Comparison dari Kriteria

Kriteria	Objektif	Akurat	Ketersediaan	Kesinambungan
Objektif	(1,1,1)	(1,3,5)	(4,6,8)	(6,8,10)
Akurat	(1/5,1/3,1/1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(2,4,6)
Ketersediaan	(1/8,1/6,1/4)	(1/5,1/3,1/1)	(1,1,1)	(2,4,6)
Kesinambungan	(1/10,1/8,1/6)	(1/6,1/4,1/2)	(1/6,1/4,1/2)	(1,1,1)

Tabel 3. Peringkat Fuzzy Melalui α -Cut Based Method 1 dengan Nilai $\alpha = 0.5$

Alternatif	α_{left}	α_{right}
Beban	0.30979	1.6115
PDB	0.20568	1.1544
Cuaca	0.079363	0.40663



Gambar 12. Diagram segaris GI Sampang

moderate dan *optimistic* dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil perhitungan lamda meliputi nilai lamda 0.1, 0.5, dan 0.9 tetap menunjukkan bahwa nilai terbesar dihasilkan oleh alternatif beban. Dengan demikian data beban akan dipilih dan digunakan dalam peramalan beban listrik jangka panjang di Kabupaten Sampang.

Tabel 4. Lamda Function untuk Nilai-Nilai 0.1, 0,5 dan 0,9

Alternatif	α_{left}	α_{right}	Crisp Value			Normalisasi Crisp		
			$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.9$	$\lambda = 0.1$	$\lambda = 0.5$	$\lambda = 0.9$
Beban	0.30979	1.6115	0.316	0.9606	1.6052	0.5142	0.51	0.5092
PDB	0.20568	1.1544	0.2183	0.6801	1.1418	0.3551	0.361	0.3622
Cuaca	0.079363	0.40663	0.083	0.243	0.4056	0.1307	0.129	0.1287

Tabel 5. Data Beban Puncak Bulanan di GI Sampang Periode Tahun 2008 s/d 2013

No	Bulan	Data Beban Puncak Bulanan Total Transformator 1 dan 2 (MW)					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Januari	19.3	29.2	32.0	36.0	34.1	38.0
2	Februari	28.7	29.0	33.0	34.0	40.7	40.7
3	Maret	29.1	32.3	31.0	46.0	33.7	38.2
4	April	25.8	29.7	32.4	52.0	36.2	38.0
5	Mei	29.0	32.6	34.0	34.0	40.2	36.9
6	Juni	28.6	28.4	31.9	34.0	29.3	38.0
7	Juli	28.7	30.2	33.0	32.0	36.2	39.1
8	Agustus	28.2	30.4	33.5	34.4	35.1	37.9
9	September	30.4	31.8	35.0	32.9	37.1	43.3
10	Oktober Nopember	30.6	33.9	31.8	32.7	35.8	44.5
11	Desember	29.2	31.3	32.0	33.3	37.9	45.6
12		29.6	31.0	35.0	33.4	38.5	46.7

Pengambilan dan Pengolahan Data

Penelitian ini mengambil data-data beban listrik historis di GI Sampang pada periode Tahun 2000-2012. GI Sampang mempunyai dua transformator daya, maka data beban yang diambil adalah jumlah data beban puncak tahunan dari transformator daya 1 dan 2. Sampel data penelitian menggunakan data beban puncak bulanan selama 6 (enam) tahun sejak Tahun 2008 s/d 2013. Tabel 5 menunjukkan data beban puncak di GI Sampang Periode Tahun 2000 s/d 2013.

Untuk memperoleh data jumlah energi listrik puncak bulanan (MWh), maka data beban puncak bulanan (MW) di GI Sampang selanjutnya dikalikan 24 jam. Tabel 6, menunjukkan data energi listrik puncak bulanan pada GI Sampang periode Tahun 2008 s/d 2013.

Data energi listrik mulai dari $a-6$ hingga bulan a dipakai untuk peramalan energi listrik $a+1$. Tabel 7 menunjukkan data energi listrik per-bulan $a-6$ sampai dengan bulan a di tahun 2008 dan 2009 yang digunakan untuk pelatihan JST Counterpropagation Termodifikasi dengan target bulan $a+1$ di Tahun 2009.

Pelatihan Data Energi Listrik

Jumlah variabel data input energi listrik keseluruhan mulai dari $a-6$ sampai dengan jam a dalam periode 2008 sampai dengan 2012 adalah 336 input. Data tersebut dipakai untuk melakukan pelatihan menggunakan JST Counterpropagation Termodifikasi dengan target pelatihan berjumlah 48 data target. Hasil pelatihan JST adalah pembobot terbaik yang akan digunakan untuk proses pengujian atau fase validasi/mapping dengan memasukkan data input beban baru. Tabel 5.20 menunjukkan parameter-parameter yang digunakan untuk

Tabel 6. Data Energi Listrik Puncak Bulanan di GI Sampang Periode 2008 s/d 2013

No	Bulan	Data Energi Listrik Puncak Bulanan Total Transformator 1 dan 2 (MWh)					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Januari	463.2	700.8	768.0	864.0	818.4	912.0
2	Februari	688.8	696.0	792.0	816.0	976.8	976.8
3	Maret	689.4	775.2	744.0	1104.0	808.8	916.8
4	April	619.2	712.8	777.6	1248.0	868.8	912.0
5	Mei	696.0	782.4	816.0	816.0	964.8	885.6
6	Juni	686.4	681.6	756.6	816.0	703.2	912.0
7	Juli	688.8	724.8	792.0	768.0	864.8	938.4
8	Agustus	676.4	729.6	804.0	825.6	824.4	909.6
9	September	729.6	763.2	840.0	789.6	890.4	1039.2
10	Oktober	734.4	813.6	763.2	784.8	859.2	1068.0
11	November	700.8	751.2	768.0	799.2	909.6	1094.4
12	Desember	710.4	744.0	840.0	801.6	924.0	1120.8

Tabel 7. Data Beban Per-Bulan untuk Pelatihan JST *Counterpropagation* Termodifikasi pada Tahun 2009

No	Bulan	a-6	a-5	a-4	a-3	a-2	a-1	a	2009
1	Januari	686.4	688.8	676.8	729.6	734.4	700.8	710.4	700.8
2	Februari	688.8	676.8	729.6	734.4	700.8	710.4	700.8	696.0
3	Maret	676.8	729.6	734.4	700.8	710.4	700.8	696.0	775.2
4	April	729.6	734.4	700.8	710.4	700.8	696.0	775.2	712.8
5	Mei	734.4	700.8	710.4	700.8	696.0	775.2	712.8	782.4
6	Juni	700.8	710.4	700.8	696.0	775.2	712.8	782.4	681.6
7	Juli	710.4	700.8	696.0	775.2	712.8	782.4	681.6	724.8
8	Agustus	700.8	696.0	775.2	712.8	782.4	681.6	724.8	729.6
9	September	696.0	775.2	712.8	782.4	681.6	724.8	729.6	763.2
10	Oktober	775.2	712.8	782.4	681.6	724.8	729.6	763.2	813.6
11	November	712.8	782.4	681.6	724.8	729.6	763.2	813.6	751.2
12	Desember	782.4	681.6	724.8	729.6	763.2	813.6	751.2	744.0

melakukan proses pelatihan untuk peramalan beban pada menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi.

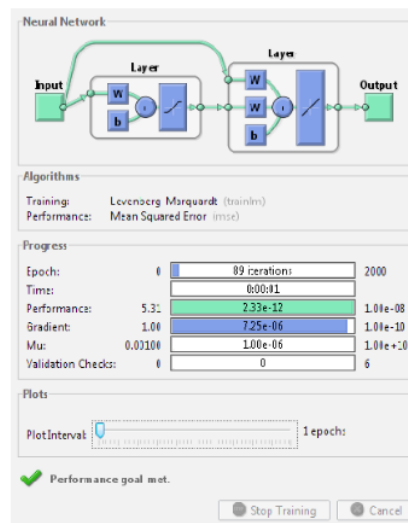
Analisis Peramalan Listrik di Kabupaten Sampang
Pelatihan JST *Counterpropagation* Termodifikasi pada Tahun 2008, 2009, 2010, 2011, dan 2012

Tabel 8 menunjukkan parameter-parameter yang digunakan untuk melakukan proses pelatihan untuk menentukan nilai beban energi listrik dengan menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi.

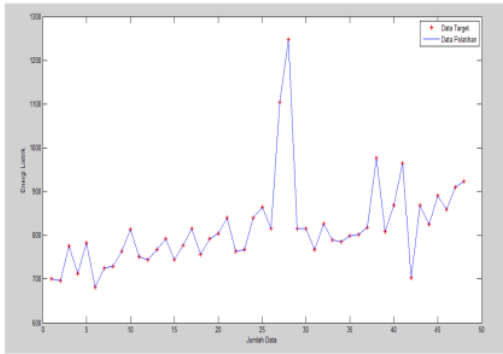
Gambar 13 menunjukkan grafik perubahan nilai energi listrik dan jumlah epoch pada proses pelatihan menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi

Tabel 8. Parameter Pelatihan JST *Counterpropagation* Termodifikasi pada Penentuan Peramalan Energi Listrik di Kabupaten Sampang

No.	Parameter	Nilai
1	Epoch Maksimum	2000
2	Mean Square Error Max	1e-8
3	Learning rate	0,5
4	Momentum	0,8
6	Fungsi aktivasi	tansig, purelin
7	Fungsi pelatihan	trainlm



Gambar 13. Grafik perubahan energi listrik dan jumlah epoch pada proses pelatihan menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi untuk peramalan energi listrik di Kabupaten Sampang (Sumber: Hasil Analisis)



Gambar 14. Grafik hasil pelatihan data untuk peramalan energi listrik di Kabupaten Sampang menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi (Sumber: Hasil Analisis)

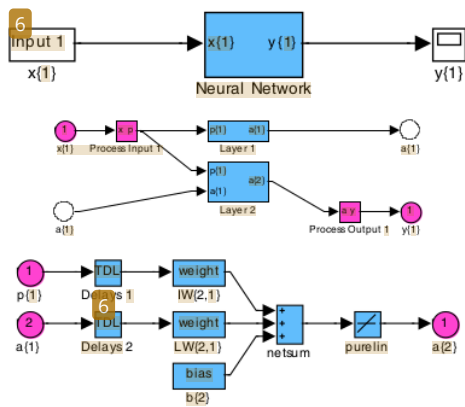
untuk menentukan energi listrik pada Kabupaten Sampang.

Gambar 14 menunjukkan grafik hasil pelatihan data untuk peramalan energi listrik menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi.

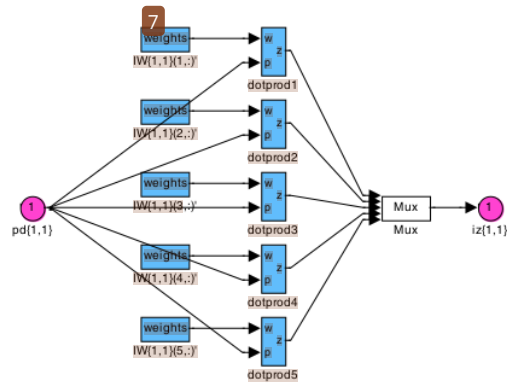
Gambar 15 menunjukkan hubungan antara input dan output pada pelatihan data untuk peramalan energi listrik di Kabupaten Sampang menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi.

Gambar 16 menunjukkan struktur pembobot terbaik hasil pelatihan menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi untuk peramalan energi listrik di GI Sampang dengan 5 unit tersembunyi.

Berdasarkan hasil pelatihan diperoleh nilai mean average percentage error (MAPE) hasil pelatihan antara beban aktual dan output pelatihan menggunakan JST



Gambar 15. Hubungan antara lapis input dan output pada pelatihan data untuk peramalan energi listrik di Kabupaten Sampang menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi (Sumber: Hasil Analisis)



Gambar 16. Struktur pembobot terbaik hasil pelatihan untuk peramalan energi listrik di Kabupaten Sampang menggunakan JST *Counterpropagation* Termodifikasi dengan 5 Unit Tersembunyi (Sumber: Hasil Analisis)

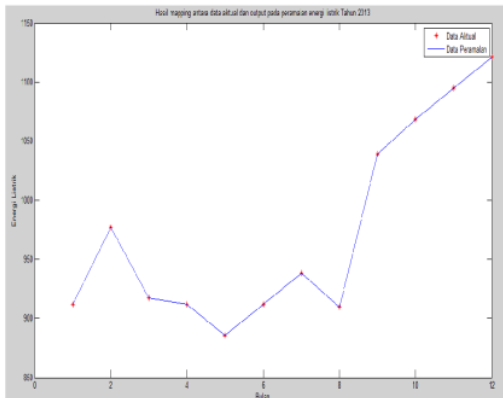
Counterpropagation Termodifikasi sebesar 0 atau 0%. Pelatihan ini konvergen pada epoch ke-89 dan jumlah unit pada lapis tersembunyi adalah 5 neuron.

Hasil Mapping Peramalan Energi Listrik Puncak Bulanan di Kabupaten Sampang Tahun 2013

Hasil pelatihan JST adalah pembobot terbaik yang akan digunakan untuk proses pengujian atau fase validasi/mapping dengan memasukkan data input energi baru. Tahap ini merupakan fase identifikasi yang bertujuan untuk menentukan hasil keputusan JST. Data pengujian adalah data energi listrik puncak bulan $a-6$ sampai dengan bulan a di tahun 2012 dan 2013 berjumlah 84 input. Output peramalan energi listrik adalah bulan $a+1$ pada tahun 2013 berjumlah 12 data. Tabel 9 menunjukkan perbandingan antara data aktual dan output hasil pengujian data energi listrik, pada peramalan energi listrik 2013.

Tabel 9. Perbandingan antara Data Aktual dan Output Hasil Pengujian Data Energi Listrik pada Peramalan Energi Listrik di Kabupaten Sampang Tahun 2013

No	Bulan	Tahun	Data Aktual	Data Output	Error
1	Januari	2013	912.00	912.00	0.00
2	Februari	2013	976.80	976.80	0.00
3	Maret	2013	916.80	916.80	0.00
4	April	2013	912.00	912.00	0.00
5	Mei	2013	885.60	885.60	0.00
6	Juni	2013	912.00	912.00	0.00
7	Juli	2013	938.40	938.40	0.00
8	Agustus	2013	909.60	909.60	0.00
9	September	2013	1039.20	1039.20	0.00
10	Oktober	2013	1068.00	1068.00	0.00
11	Nopember	2013	1094.40	1094.40	0.00
12	Desember	2013	1120.80	1120.80	0.00
				MAPE	0.00



Gambar 17. Hasil mapping antara data aktual dan output pada peramalan energi listrik di Kabupaten Sampang Tahun 2013

Gambar 17 menunjukkan grafik hasil mapping antara beban aktual dan output energi listrik pada peramalan energy listrik di Kabupaten Sampang Tahun 2013.

Berdasarkan Tabel 9 diperoleh bahwa nilai MAPE antara data aktual dan output hasil pengujian data pada peramalan energi listrik Tahun 2013 di Kabupaten Sampang adalah 0 atau 0%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Metode *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* digunakan untuk menentukan variabel data yang akan dipilih sebagai input peramalan menggunakan *JST Counterpropagation* Termodifikasi. Hasil penggunaan Metode *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* menunjukkan bahwa urutan nilai terbesar atau faktor yang paling berpengaruh pada peramalan beban adalah; data beban, data PDB dan data cuaca, sehingga data beban dipakai sebagai input peramalan beban menggunakan *JST Counterpropagation* Termodifikasi.
2. Hasil pelatihan antara data energi aktual dan output pelatihan menggunakan *JST Counterpropagation* Termodifikasi pada GI Sampang sebesar 0 atau 0%. Pelatihan ini konvergen pada epoch ke-89 dan jumlah unit pada lapis tersembunyi adalah 5 neuron.
3. Nilai MAPE antara data aktual dan output hasil pengujian data pada peramalan energi listrik Tahun 2013 di GI Sampang adalah 0 atau 0%.
4. Output hasil peramalan energi listrik tahun 2013 di GI Sampang sudah memenuhi syarat, karena masih di bawah nilai (MAPE) sebesar 0,05 atau 5%. Dengan demikian *JST Counterpropagation* Termodifikasi dapat digunakan untuk melakukan peramalan energi listrik jangka panjang di Kabupaten Sampang.

Saran

Untuk mendapatkan hasil peramalan beban listrik dengan error yang lebih kecil sebaiknya data beban historis di Kabupaten Sampang dan Madura pada umumnya harus lebih banyak. Oleh sebab itu PT. PLN P3B Jawa-Bali, APP Surabaya harus mempunyai manajemen penyimpanan arsip data beban historis GI-GI seluruh kabupaten di Madura yang baik dan teratur minimal 10 tahun yang lalu. Disamping itu, untuk memperoleh hasil lebih baik penelitian ini juga dapat dikembangkan menggunakan metode kecerdasan buatan lain.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Jie Bao. 2000. *Short-term Load Forecasting based on Neural Network and Moving Average*. Artificial Intelligent Lab. Department of Computer Science. Iowa State University. Ames, IA, 50010.
- 2 Truong Quang, Dang Khoa, Pham Tu Oanh. 2002. *Application of Elman and Neural Wavelet Network to Long Term Load Forecasting*. Faculty of Electrical and Electronics Engineering, HCMUT. Vietnam.
- 3 Arief Heru Kuncoro, Zuhail, Rinaldy Dalimi. 2007. *Long Term Load Forecasting on Java-Madura-Bali Electrical System Using Artificial Neural Network Method*. International Conference on Advance in Nuclear Science and Engineering in Conjunction with LKTSN 2007 (177-181).
- 4 Hong Chen, Claudio A. Canizares, and Ajit Singh. 1998. *ANN-based Short-Term Load Forecasting in Electricity Market*. Department of Electrical and Computer Engineering. University of Waterloo. Canada.
- 5 K.Y. Lee, Senior Member IEEE, Y.T. Cha, Student Member IEEE, J.H. Park, Member IEEE. 1992. *Short Term Load Forecasting Using Artificial Neural Network*. IEEE Transaction on Power System: Vol. 7, No. 1, February 1992.
- 6 G.A. Adepoju, S.O.A. Ogunjuyigbe, dan K.O. Alawode. 2004. *Application of Neural Network to Load Forecasting in Nigeria Electrical Power System*. Department of Electronic and Electrical Engineering. Ladoke Akintola University of Technology. Nigeria.
- 7 Ummuhan Basaran Filik, Mehmet Kurban. 2007. *A New Approach for the Short-Term Load Forecasting with Autoregressive and Artificial Neural Network Models*. International Journal of Computation Intelligence Research: ISSN 0973-1873. Vol. 3, No. 1 (2007), pp.66-71.
- 8 Z. Xu, Z.Y. Dong, W.Q.Liu. 2002. *Neural Network Models for Electricity Market Forecasting*. School of Information Technology and Electrical Engineering, University of Queensland. St Lucia QLD 4072. Australia.
- 9 Myint Myint Yi, Khin Sandar Linn, and Marlar Kyaw. 2008. *Implementation of Neural Network Based Electricity Load Forecasting*. Proceeding of World Academy of Science, Engineering, and Technology: Volume 32. ISSN 2070. 3740. August 2008.
- 10 Sanjib Misra dan Sarat Kumar Patra. Member IEEE. 2001. *Short Term Load Forecasting using Novel Recurrent Neural Network*. NIT Rourkela. India.
- 11 Mario Costa, Eros Pasero, Feredico Piglione, Daniela Radasanu. 1998. *Short Term Load Forecasting Using Synchronously Operated Recurrent Neural Network*. Department of Electronic Politecnico di Torino. Italy.
- 12 Tarik Rashid, B.Q. Huang, M-T. Kechadi and B.Gleeson 2007. *Auto-regressive Recurrent Neural Network Approach for Electricity Load Forecasting*. International Journal of Computation Intelligence: 3;1. Copyright www.waset.org Winter.
- 13 Subiyanto. 2000. *Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan sebagai Metode Alternatif Prakerjaan Beban Jangka Pendek*. Majalah Teknik Elektro: Nomor 29. Tahun VI. Januari 2000.

- 14 Fany Aditama, Mauridy Hery Purnomo, dan Adi Soeprijanto. 2008. **Peramalan Energi Listrik Jangka Menengah dengan Menggunakan Fuzzy Analytic Hierarchy Process dan Constructive Backpropagation (Studi Kasus di Area IV Wilayah P3B)**. Seminar Nasional Pascasarjana (SNPs) VIII ITS. 13 Agustus 2008.
- 15 Amirullah dan Saidah. 2009. **Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek pada Hari Libur Islam di Madura Menggunakan Metode Jaring Saraf Tiruan Backpropagation**. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dosen Muda 2008; kerjasama antara ITS dan DP2M Dikti.
- 16 Haryono Subiyakto. 1995. **Statistika (Inferen) Untuk Bisnis. Edisi Ke-I. Cetakan Pertama. April 1995**. Bagian Penerbitan Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi YKPN, Yogyakarta.
- 17 Imam Ghozali. 2007. **Aplikasi Analisis Multivariate, dengan Program SPSS**. Cetakan IV: Edisi April 2007. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- 18 Mauridhi Hery Purnomo dan Agus Kurniawan. 2006. **Supervised Neural Network dan Aplikasinya**, Edisi Pertama, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- 19 **Serving Quality and Reability**, Statistik PLN Jawa-Bali, Tahun 2010.
- 20 Haryono Subiyakto, 1995, **Statistika (Inferen) Untuk Bisnis**, Edisi Ke-I, Cetakan Pertama, April 1995, Bagian Penerbitan Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi YKPN, Yogyakarta.

Peramalan Energi Listrik Jangka Panjang di Kabupaten Sampang Pasca Suramadu Menggunakan Metode Jaring Saraf Tiruan Counterpropagation Termodifikasi

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	es.scribd.com Internet	251 words — 4%
2	dharmate.staff.gunadarma.ac.id Internet	145 words — 2%
3	docobook.com Internet	68 words — 1%
4	moam.info Internet	56 words — 1%
5	docplayer.info Internet	55 words — 1%
6	swsu.ru Internet	53 words — 1%
7	Somer M. Nancy, Mauwafak A. Tawfik, Ihsan A. Baqer. "A Novel Approach to Control the Robotic Hand Grasping Process by Using an Artificial Neural Network Algorithm", Journal of Intelligent Systems, 2017 Crossref	45 words — 1%
8	id.123dok.com Internet	44 words — 1%

9	ejournal.raharja.ac.id Internet	43 words — 1%
10	dokumen.tips Internet	25 words — < 1%
11	www.scribd.com Internet	23 words — < 1%
12	sentia.poltek-malang.ac.id Internet	15 words — < 1%
13	journal.unpak.ac.id Internet	12 words — < 1%
14	eprints.ubhara.ac.id Internet	9 words — < 1%
15	ir.lib.ncu.edu.tw Internet	9 words — < 1%
16	pesquisa.bvsalud.org Internet	9 words — < 1%
17	www.koreascience.or.kr Internet	9 words — < 1%
18	Bunnoon, Pituk, Kusumal Chalermmyanont, Chusak Limsakul, and Yi Xie. "<title>Peak load demand forecasting using two-level discrete wavelet decomposition and neural network algorithm</title>", Second International Conference on Digital Image Processing, 2010. Crossref	8 words — < 1%
19	Haitham Abu-Rub, Atif Iqbal, Jaroslaw Guzinski. "High Performance Control of AC Drives with	6 words — < 1%

MATLAB/Simulink Models", Wiley, 2012

Crossref

EXCLUDE QUOTES OFF

EXCLUDE SOURCES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF