

ANALISIS PRAKIRAAN KEBUTUHAN BEBAN LISTRIK TAHUN 2018 – 2023 PADA PT PLN INDONESIA RAYON WAMENA KABUPATEN JAYAWIJAYA DENGAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN

Elang Bayu Trikora, Romadoni Syahputra, Anna Nur Azilah Chamim
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Kasihan,
Bantul, Yogyakarta 55183
Email: elangb50@gmail.com

Intisari

Kabupaten Jayawijaya adalah salah satu Kabupaten Induk Di Wilayah Pegunungan Tengah dan termasuk wilayah yang cepat berkembang dibandingkan wilayah lain di Pegunungan Tengah Papua.

Prakiraan kebutuhan beban listrik di Kabupaten Jayawijaya yang dilayani oleh Perusahaan Listrik Negara Rayon Wamena dalam 4 (empat) tahun ke depan dapat diprediksi dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sistem kecerdasan tiruan dengan kemampuan belajar dan menghimpun pengetahuan hasil pembelajaran dalam jaringan selnya (neuron) sehingga memungkinkan jaringan secara keseluruhan semakin cerdas merespon masukan/input yang diberikan. Kemampuan belajar dan mengakumulasi pengetahuan ini memungkinkan sistem jaringan syaraf tiruan untuk dapat beradaptasi dengan lingkungan yang memberikan input kepadanya. Layaknya otak manusia dalam merespon kondisi lingkungan yang berbeda-beda, peranan JST dalam bidang penelitian dan pengembangan sangat penting di masa mendatang yang menuntut aspek otomatisasi dan aspek interaktif antara alat dan manusia (Muis,2017).

Hasil prediksi yang dilakukan untuk kurun waktu 5 tahun kedepan dari tahun 2018 – 2023 menunjukkan adanya tren kenaikan beban puncak setiap tahunnya. Pada tahun 2023, prediksi beban puncak yang dihasilkan adalah 12.992,2519 kW

Kata Kunci : Listrik, Peramalan, Jaringan Syaraf Tiruan

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Jayawijaya dengan segala keterbatasannya merupakan daerah yang cepat berkembang dibandingkan kabupaten lain di Pegunungan Tengah Papua Provinsi Papua. Berdasarkan data dari Dinas Catatan Sipil Kabupaten Jayawijaya rata-rata pertambahan penduduk Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2013 sampai dengan 2018 adalah 0,7 % pertahun dan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) dari tahun 2013 sampai dengan Tahun 2018 adalah rata-rata 13,33% tahun serta data beban Puncak dari Tahun 2013 sampai dengan Tahun 2018 adalah rata-rata 12,48 %. Hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten

Jayawijaya mengalami perkembangan di sektor rumah tangga, komersial, publik, dan industri. Sektor-sektor tersebut merupakan sumber beban dari energi listrik di Kabupaten Jayawijaya.

Guna memenuhi kebutuhan energi listrik baik secara kualitas maupun kuantitas dibutuhkan perencanaan sistem tenaga listrik yang tepat baik perencanaan operasi maupun perencanaan sistem pengembangan tenaga listrik. Untuk itu prakiraan kebutuhan energi listrik dalam kurun waktu tertentu menjadi fokus utama untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di Kabupaten Jayawijaya. Adapun Metode yang dapat digunakan untuk mendukung peramalan

energi listrik yang terus berkembang baik untuk jangka pendek, jangka menengah maupun jangka panjang adalah dengan menggunakan metode berdasarkan deret waktu, metode kausal dan metode Jaringan Syaraf Tiruan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Macam – Macam Beban Listrik

Tenaga listrik yang dipasok ke konsumen dimanfaatkan sebagai sumber daya untuk segala peralatan elektronik sebagai sumber energinya. Peralatan tersebut bisa penerangan, beban daya, pemanas, dan sumber daya peralatan elektronik. Berdasarkan jenis konsumen, secara garis besar, beban dapat dikelompokkan ke dalam:

- a. Beban jenis rumah tangga, biasanya beban rumah tangga berupa penerangan, perabotan rumah tangga, seperti televisi, penndingin ruangan, mesin air dan lain sebagainya. Beban rumah tangga biasanya mencapai puncak pada malam hari.
- b. Beban komersil, biasanya terdiri atas penerangan untuk kebutuhan umum. Beban penginapan juga termasuk sebagai beban komersil sama halnya dengan perkantoran. Beban ini naik secara pesat di siang hari untuk beban perkantoran dan menurun di sore hari.
- c. Beban industri dibagi dua, yaitu industri kecil dan industri besar. Untuk yang kecil banyak beroperasi di siang hari sedangkan industri besar kebanyakan beroperasi sampai 24 jam.
- d. Beban Fasilitas Umum. Beban ini sangat penting jika kita melakukan analisis karakteristik beban untuk sebuah sistem yang kompleks. Perbedaan yang paling mencolok dari empat macam beban diatas adalah, daya yang digunakan dan empat macam beban diatas adalah, daya yang digunakan dan juga saat puncaknya. Pemakaian daya pada beban rumah tangga terlihat lebih tinggi pada pagi dan malam hari dimana banyak masyarakat sedang beraktivitas di dalam rumah, sedangkan pada beban komersil lebih padat pada

waktu siang dan sore hari. Pemakaian daya pada industri akan lebih merata, karena banyak industri yang bekerja 24 jam. Melihat hal ini, dapat disimpulkan bahwa pemakaian energi listrik pada sektor industri akan lebih menguntungkan, karena kurva bebannya lebih konsisten. Sedangkan pada beban fasilitas, beban puncak terjadi pada siang dan malam hari. Beberapa daerah operasi tenaga listrik memberikan kecenderungan tersendiri, semisal daerah wisata, konsumen sektor bisnis mempengaruhi penjualan kWh meski jumlah konsumen bisnis jauh lebih kecil daripada konsumen rumah tangga.

2.2 Metode Peramalan Beban

kebutuhan tenaga listrik seseorang sifatnya tidak tentu sehingga grafik penggunaan tenaga listrik atau yang disebut dengan grafik beban dari sistem tenaga listrik biasanya bersifat periodik. Oleh karena itu riwayat beban dari waktu yang lalu beserta detailnya sangat dibutuhkan untuk memprediksi beban di masa depan yang umumnya dilakukan dengan cara perluasan data grafik beban di masa lampau ke masa yang akan datang. Setelah dilakukan perluasan data kemudian dilakukan koreksi pada hal-hal khusus, pada untuk peramalan jangka panjang, menengah, maupun pendek.

- Grafik beban akan berubah bentuknya secara perlahan baik kuantitatif maupun kualitatif. Perubahan ini terjadi karena :
1. Bertumbuhnya pelanggan tenaga listrik
 2. Bertambahnya besaran tenaga listrik yang digunakan konsumen lama,.
 3. Suhu udara, saat suhu udara tinggi maka pemakaian pendingin udara bertambah dan menambah pemakaian tenaga listrik.
 4. Aktivitas ekonomi dalam masyarakat.
 5. Aktivitas sosial dalam masyarakat.

Penjelasan di atas dapat diartikan bahwa tidak mungkin ada rumus yang pasti untuk menentukan besaran beban, tetapi beban

dapat diperkirakan besarnya berdasarkan pengalaman dan pengamatan di masa yang lalu kemudian digunakan untuk prakiraan beban listrik masa yang akan datang. Beberapa metode dalam peramalan beban adalah :

a. Metode Analisis

Metode ini disusun didasari oleh data hasil analisis penggunaan akhir tenaga listrik pada setiap sektor. Data dasar merupakan hasil pengamatan lapangan. Data yang dibutuhkan adalah data yang memberi gambaran penggunaan daya listrik di masyarakat dan tingkat ekonomi masyarakat. Keuntungan metode ini adalah hasil prakiraan merupakan hasil perhitungan dari data pemakaian tenaga listrik di masyarakat, sederhana dan mengurangi masalah keakuratan parameter model. Kelemahan metode ini adalah tidak tanggap terhadap perubahan parameter ekonomi, sebagai contoh pengaruh kenaikan tarif listrik, pendapatan (PDRB), dan sebagainya.

b. Metode Ekonometri

Merupakan metode yang digunakan dengan mengikuti indikator ekonomi. Prakiraan beban ini memiliki dasar antara penjualan energi listrik dan beban puncak dengan beberapa variabel ekonomi seperti pendapatan (PDRB), harga dan penggunaan energi listrik. Metode ekonometri tepat digunakan untuk sebuah kasus, misalnya hanya akurat untuk suatu daerah.

c. Metode Kecendrungan

Metode kecendrungan (trend) merupakan metode yang dibuat berdasarkan kecendrungan hubungan data lampau tanpa memperhatikan penyebab atau hal yang mempengaruhinya (pengaruh ekonomi, iklim, teknologi, dan lain-lain). Dari data lampau tersebut dirumuskan sebagai fungsi dari waktu dengan persamaan matematik. oleh karena itu metode ini disebut metode time series.

Metode ini kebanyakan digunakan pada prakiraan jangka pendek.

d. Metode Gabungan

Metode ini merupakan gabungan dari metode analisis, ekonometri, dan metode kecendrungan dimana masing-masing memiliki keunggulan dan kelemahan. Metode ini dikembangkan berdasarkan keadaan sosio-ekonomi, penggunaan terakhir tenaga listrik disuatu daerah.

Salah satu contoh rumus yang dapat digunakan untuk peramalan beban puncak adalah :

Perkiraan kebutuhan energi listrik yang harus disediakan merupakan hasil perhitungan dari kebutuhan konsumsi energi listrik waktu tertentu dengan susut energi dalam waktu tertentu, dapat dirumuskan seperti berikut:

$$PT_t = ET_t + SE_t$$

PT_t = Total kebutuhan energi listrik tahun ke t

ET_t = Total konsumsi energi listrik tahun ke t

SE_t = Susut energi tahun ke t

Sedangkan perkiraan beban puncak adalah perbandingan antara hasil kebutuhan energi listrik tahun tertentu dengan hasil kali antara faktor beban dan jam operasional pada waktu tertentu, hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$BP_t = \frac{ET_t}{(FB_t * JO_t)}$$

BP_t = Beban Puncak total tahun ke t (KW)

ET_t = Konsumsi energi total pada tahun ke t

FB_t = Faktor beban pada tahun ke t

JO_t = Jam operasi dalam satu tahun (8.760 jam / tahun)

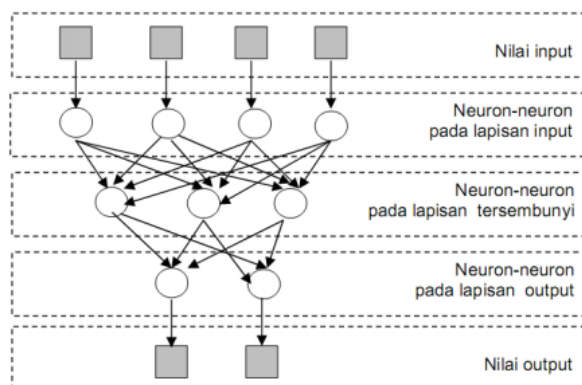
2.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan sistem kecerdasan tiruan dengan kemampuan belajar dan menghimpun pengetahuan hasil pembelajaran dalam jaringan selnya (neuron) sehingga memungkinkan jaringan secara keseluruhan semakin cerdas merespon

masukan/input yang diberikan. Kemampuan belajar dan mengakumulasi pengetahuan ini memungkinkan sistem jaringan syaraf tiruan untuk dapat beradaptasi dengan lingkungan yang memberikan input kepadanya. Layaknya otak manusia dalam merespon kondisi lingkungan berbeda-beda, peranan JST dalam bidang penelitian dan pengembangan sangat penting di masa mendatang yang menuntut aspek otomatisasi dan aspek interaktif antara alat dan manusia. (Muis, 2017). Menurut Jong Jek Siang (2009), sistem jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh 3 hal

- Pola hubungan antar neuron atau biasa disebut arsitektur jaringan.
- Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode training/ learning/ algoritma).
- Fungsi aktivasi

Di dalam JST, neuron-neuron akan dikumpulkan menjadi lapisan (layer) yang disebut neuron layer. Masing-masing layer akan dihubungkan satu sama lain, baik dengan layer sebelum maupun sesudahnya. Informasi akan dirambatkan dari satu layer ke layer berikutnya, mulai dari input layer sampai ke output layer melalui hidden layer. (Haidaroh, 2013)

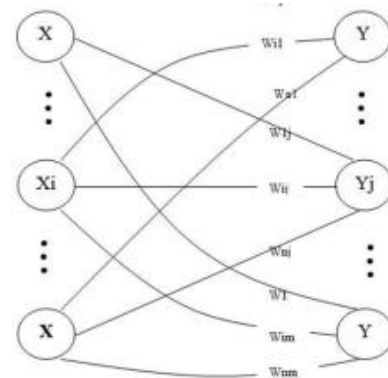


Gambar 1 Arsitektur Jaringan Syaraf tiruan

Menurut Jong Jek Siang (2009), arsitektur jaringan syaraf tiruan yang sering digunakan antara lain :

a. Jaringan layar tunggal (single layer network)

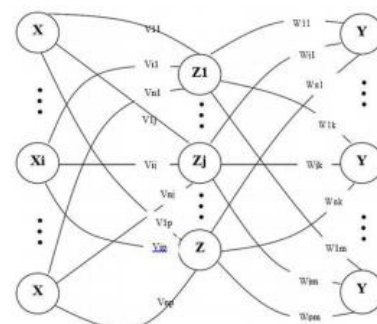
Jaringan layar tunggal merupakan sekumpulan inputan neuron yang dihubungkan secara langsung dengan sekumpulan outputnya, meskipun dengan bobot yang berbeda. Tidak ada input dan output yang dihubungkan dengan unit input dan output lainnya.



Gambar 2 Arsitektur Jaringan layar tunggal

b. Jaringan layar jamak (multi layer network)

Dalam jaringan ini, selain unit input dan output, terdapat juga layar tersembunyi. Jumlah layar tersembunyi dapat lebih dari satu. Sama seperti pada unit input dan output, unit-unit dalam satu layer tidak saling berhubungan.



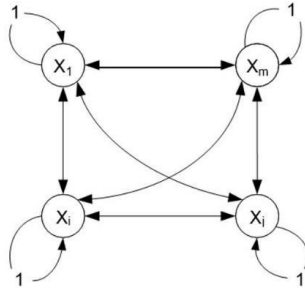
Gambar 3 Arsitektur layar jamak

Jaringan ini didesain agar dapat menyelesaikan masalah yang lebih rumit dengan layar tunggal, meskipun

membutuhkan waktu lebih dalam proses pelatihannya.

c. Jaringan Recurrent Model

jaringan ini hampir sama dengan jaringan layar tunggal maupun ganda. Hanya, ada neuron output yang memberikan sinyal pada input yang disebut feedback loop.

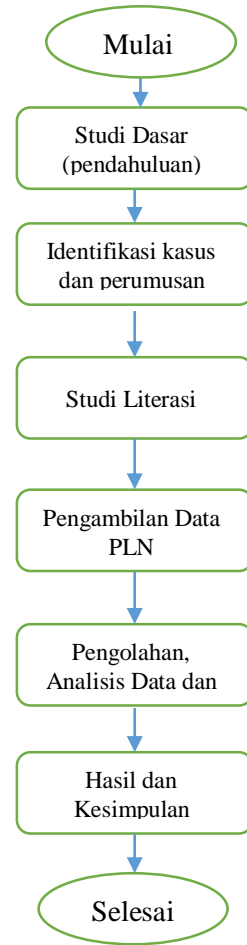


Gambar 4 Arsitektur jaringan *Recurrent*

3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Dimana metode kuantitatif merupakan salah satu metode yang menjawab masalah penelitian yang berkaitan dengan data berupa angka dan statistik. Pada metode kuantitatif terdapat tahapan-tahapan kegiatan sebagai yaitu studi literatur, pengambilan data, dan konsultasi.

Langkah – langkah Analisis Prakiraan Kebutuhan Beban Listrik Tahun 2018 – 2023 Pada PT PLN Indonesia Rayon Wamena Kabupaten Jayawijaya Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan



Gambar 5 Flowchart

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kelistrikan Kabupaten Jayawijaya

Tabel 1 Data Kelostrokan

Tahun	Daya Terpasang (KW)	Produksi Listrik (KWh)	Listrik Terjual (KWh)	Susut/ Hilang (KWh)
2014	17,290,143	18,543,261	22,265,684	-
2015	18,089,170	19,999,247	25,296,390	-
2016	24,645,641	21,550,573	25,424,350	14,547,667
2017	27,230,438	28,329,362	28,559,508	1,038,726

daya listrik yang tersedia di Kabupaten Jayawijaya daya terpasang pada tahun 2017 sebanyak 27,230,438 KW meningkat cukup besar jika dibandingkan pada tahun yang hanya terpasang sekitar 13,158,259 KW. Sedangkan untuk kapasitas produksi listrik pada tahun hanya sekitar 28,329,362 KWh.

Berdasarkan kondisi tersebut, melihat kedudukan Jayawijaya menjadi sentral di daerah pegunungan tengah. Sehingga, kedepan perkembangan permintaan listrik baik untuk kebutuhan rumah tangga ataupun industri akan meningkat. Sehingga pada masa yang akan datang, perlu adanya kebijakan-kebijakan untuk menambah produksi energi listrik di Kabupaten Jayawijaya.

4.2 Data Kependudukan

Dalam penulisan tugas akhir ini, data kependudukan diperlukan untuk meramalkan kebutuhan beban listrik yang akan datang. Semakin banyak penduduknya maka beban listrik yang dibutuhkan oleh wilayah tersebut akan semakin banyak pula. Data kependudukan ini terdiri dari data pertumbuhan penduduk diperoleh dari Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Jayawijaya dan Data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Jayawijaya diperoleh dari Badan Statistik Kabupaten Jayawijaya sebagaimana tercantum dalam Tabel sebagai berikut:

Tabel 2 Data Kependudukan

Tahun	Jumlah Penduduk (ribu jiwa)	Jumlah Penduduk Nasional (juta jiwa)	Jumlah PDRB (juta rupiah)	Jumlah PDRB Nasional (miliar USD)
2013	261.550	252	4.124.297.41	912,5
2014	262.909	255,1	4.755.594.22	890,8
2015	265.641	258,2	5.416.220.1	861,3
2016	267.334	261,1	6.139.826.5	932,3
2017	269.317	-	6.803.151.8	-

a) Prediksi Jumlah Penduduk

Persentase kenaikan jumlah penduduk Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2018 dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R_{(t-1,t)} = \frac{Penduduk_t - Penduduk_{t-1}}{Penduduk_{t-1}} \times 100\%$$

Persentase kenaikan jumlah penduduk dari tahun 2013 sampai 2018:

$$R_{(2013-2014)} = \frac{262.909 - 261.550}{261.550} \times 100\% = 0,519\%$$

$$R_{(2014-2015)} = \frac{265.641 - 262.909}{262.909} \times 100\% = 1,039\%$$

$$R_{(2015-2016)} = \frac{267.334 - 265.641}{265.641} \times 100\% = 0,637\%$$

$$R_{(2016-2017)} = \frac{269.317 - 267.334}{267.334} \times 100\% = 0,741\%$$

$$R_{(2017-2018)} = \frac{271.341 - 269.317}{269.317} \times 100\% = 0,751\%$$

Dari perhitungan diatas, maka rata-rata kenaikan jumlah penduduk Kabupaten Jayawijaya per tahun adalah sebagai berikut :

$$\frac{(0,519 - 1,039 - 0,637 - 0,741 - 0,751 \times 100\%]}{5} = 0,7\%$$

Hasil dari rata-rata kenaikan jumlah penduduk dari tahun 2013 sampai 2018 tersebut dapat diasumsikan untuk meramalkan pertumbuhan penduduk dari tahun 2019 sampai tahun 2023 yaitu sebagai berikut :

$$Penduduk_t = (Penduduk_{t-1} \times R_{(t-1,t)}) + Penduduk_{t-1}$$

$$Penduduk_{2019} (271.341 \times 0,7\%) + 271.341 = 273.240$$

$$Penduduk_{2020} (273.240 \times 0,7\%) + 273.240 = 275.152$$

$$Penduduk_{2021} (275.152 \times 0,7\%) + 275.152 = 277.078$$

$$Penduduk_{2022} (277.078 \times 0,7\%) + 277.078 = 279.017$$

$$Penduduk_{2023} (279.017 \times 0,7\%) + 279.017 = 280.970$$

4.3 Prediksi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

$$R_{(t-1,t)} = \frac{PDRB_t - PDRB_{t-1}}{PDRB_{t-1}} \times 100\% \dots (4.2)$$

Persentase kenaikan PDRB dari tahun 2014 sampai 2018:

$$R_{(2014-2015)} = \frac{4.755 - 4.124}{4.124} \times 100\% = 15,30\%$$

$$R_{(2015-2016)} = \frac{5.416 - 4.755}{4.755} \times 100\% = 13,90\%$$

$$R_{(2016-2017)} = \frac{6.139 - 5.416}{5.416} \times 100\% = 13,34\%$$

$$R_{(2017-2018)} = \frac{6.803 - 6.139}{6.139} \times 100\% = 10,81\%$$

Maka rata-rata kenaikan jumlah PDRB Kabupaten Jayawijaya per tahun adalah sebagai berikut :

$$\frac{15,30 + 13,90 + 13,34 + 10,81}{4} \times 100\% = 13,33\%$$

Hasil dari rata-rata kenaikan jumlah PDRB Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2017 tersebut dapat diasumsikan untuk meramalkan pertumbuhan PDRB Kabupaten Jayawijaya dari tahun 2018 sampai tahun 2023:

$$PDRB_t = (PDRB_{t-1} \times R_{t-1,t}) + PDRB_{t-1}$$

$$PDRB_{2018} = (6.803 \times 13,33\%) + 6.803 = 7.709$$

$$PDRB_{2019} = (6.890 \times 13,33\%) + 6.890 = 8.736$$

$$PDRB_{2020} = (8.736 \times 13,33\%) + 8.736 = 9.900$$

$$PDRB_{2021} = (9.900 \times 13,33\%) + 9.900 = 11.219$$

$$PDRB_{2022} = (11.219 \times 13,33\%) + 11.219 = 12.714$$

$$PDRB_{2022} = (12.714 \times 13,33\%) + 12.714 = 14.408$$

Tabel 3 Prediksi pertumbuhan penduduk dan PDRB Kabupaten Jayawijaya Tahun 2018 – 2023

Tahun	Jumlah penduduk	Jumlah PDRB (juta rupiah)
2018	271.341	7.709
2019	273.240	8.736
2020	275.152	9.900
2021	277.078	11.219
2022	279.017	12.714
2023	280.970	14.408

Dilihat dari hasil prakiraan jumlah penduduk dan PDRB di Kabupaten Jayawijaya persentase total kenaikan penduduk tiap tahunnya adalah sekitar 0,7% dan persentase kenaikan PDRB adalah sekitar 13,33% Dari data diatas dapat dijadikan sebagai pedoman untuk mengantisipasi meningkatnya kebutuhan energi listrik tiap tahunnya, dan menjadi acuan pada tugas akhir ini sebagai data untuk memperkirakan beban puncak dari tahun 2019 sampai tahun 2023.

4.4 Regresi Linier

Setelah data pendukung selesai diolah, maka data tersebut dapat dimasukkan dalam rumus regresi linier untuk peramalan beban listrik tersebut, berikut rumus dan hasil peramalan beban menggunakan metode regresi linier :

$$R_{t-1,t} = \frac{R_t - R_{t-1}}{R_{t-1}} \times 100\%$$

Dimana:

R = beban

t = tahun

Rt = tahun sekarang

Rt-1 = tahun sebelumnya

Hasil perhitungan:

$$Beban_{(2014-2015)} = \frac{5,315 - 5,435}{5,435} \times 100\% = -2,20\%$$

$$\begin{aligned} \text{Beban}_{(2015-2016)} &= \frac{6,000 - 5,315}{5,315} \times 100\% \\ &= 12,88\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban}_{(2016-2017)} &= \frac{6,201 - 6,000}{6,000} \times 100\% \\ &= 3,35\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban}_{(2017-2018)} &= \frac{6,560 - 6,201}{6,201} \times 100\% \\ &= 35,9\% \end{aligned}$$

Maka rata-rata kenaikan beban puncak per tahun adalah:

$$\begin{aligned} \frac{-2,20 + 12,88 + 3,35 + 35,9}{4} \times 100\% \\ = 12,48\% \end{aligned}$$

Hasil dari rata-rata kenaikan jumlah beban puncak dari tahun 2012 sampai 2017 tersebut dapat diasumsikan untuk meramalkan pertumbuhan beban puncak dari tahun 2018 sampai tahun 2023, menggunakan rumus:

$$\text{Beban}_t = (\text{Beban}_{t-1} \times (1,1248)) + \text{Beban}_{t-1}$$

Hasil perhitungan:

$$\text{Beban}_{2018} = (6,560 \times 12,48\%) + 6,560 = 7,378 \text{ MW}$$

$$\text{Beban}_{2019} = (7,378 \times 12,48\%) + 7,378 = 8,298 \text{ MW}$$

$$\text{Beban}_{2020} = (8,298 \times 12,48\%) + 8,298 = 9,364 \text{ MW}$$

$$\text{Beban}_{2021} = (9,364 \times 12,48\%) + 9,364 = 10,566 \text{ MW}$$

$$\text{Beban}_{2022} = (10,566 \times 12,48\%) + 10,566 = 11,884 \text{ MW}$$

$$\text{Beban}_{2023} = (11,884 \times 12,48\%) + 11,884 = 13,367 \text{ MW}$$

Tabel 4 Prediksi pertumbuhan beban puncak menggunakan regresi linier

Tahun	Beban Puncak (MW)
2018	7,378
2019	8,298
2020	9,364
2021	10,566
2022	11,884
2023	13,367

Dilihat dari hasil peramalan menggunakan perhitungan manual diatas, persentase total kenaikan beban puncak tiap tahunnya adalah sekitar 12,48%. Terjadi peningkatan beban pada tahun 2016 dikarenakan kenaikan jumlah penduduk pada tahun 2016 meningkat drastis sebanyak 1.693 ribu jiwa.

4.5 Pelatihan dengan Jaringan Syaraf Tiruan

Tabel 5 Data Input

Keterangan	Tahun				
	2014	2015	2016	2017	2018
x1 = Daya terpasang	7500	7500	7500	9590	10646
x2 = Daya mampu	6658	6668	6790	8160	9160
x3 = PDRB	4124	4755	5416	6139	6803
x4 = Penduduk	2615	2629	2656	2673	2693
Target	5435	5315	5650	6266	6560

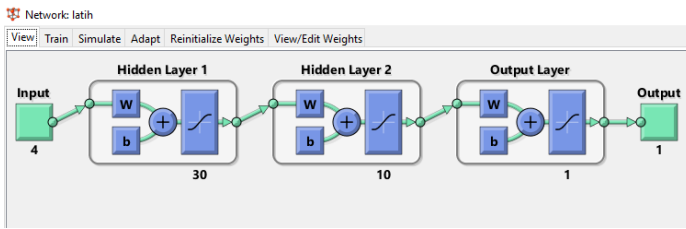
Jaringan yang digunakan pada peramalan ini merupakan jaringan multilayer yang terdiri dari 1 lapisan input, 2 lapisan tersembunyi dan 1 lapisan output. Model jaringan yang baik untuk peramalan kebutuhan listrik ini adalah jaringan yang memiliki tingkat keakuratan yang tinggi. Tingkat akurasi ini didapatkan dengan melakukan banyak variasi jumlah lapisan tersembunyi dan jumlah neuron pada masing-masing lapisan tersembunyi. Maka didapatkan bahwa model jaringan yang baik untuk peramalan ini adalah model jaringan yang terdiri dari

- 30 neuron pada lapisan tersembunyi pertama
- 10 neuron pada lapisan tersembunyi kedua

Oleh karena itu untuk membangun jaringan seperti diatas dalam meramalkan kebutuhan listrik Kabupaten Jayawijaya dapat dibangun menggunakan kode perintah

$$\text{net} = \text{newff}(\text{minimax}(\text{pn}), [30 \ 10 \ 1])$$

{'tansig', 'logsig', 'purelin'},
'trainingdx');



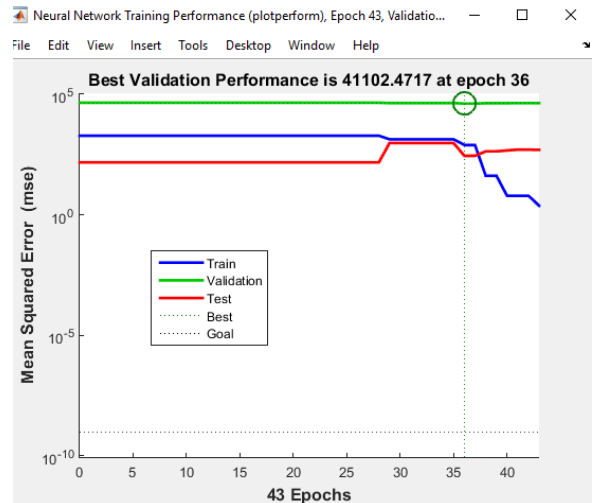
Gambar 6 Model Jaringan yang dibentuk

Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Desain pelatihan jaringan syaraf tiruan dimulai dengan membangun network dengan parameter sebagai berikut :

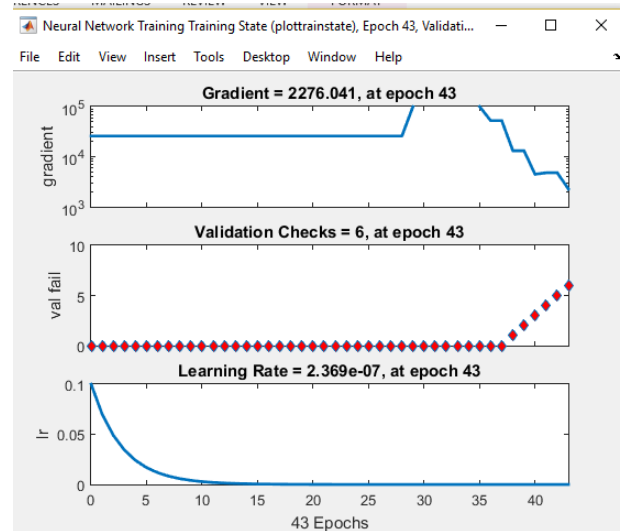
Tabel 6 Parameter jaringan

1.	Tipe Jaringan	: <i>Feed-Forward Backprop</i>
2.	Fungsi Pelatihan	: <i>Gradient Descent (traingdx)</i>
3.	Fungsi Pembelajaran	: <i>learngd</i>
4.	Fungsi Performance	: <i>MSE (Mean Square Error)</i>
5.	Jumlah Hidden Layer	: 3
6.	Jumlah Neuron	: 30, 10, 1
7.	Fungsi Transfer	: <i>TANSIG (Logaritmik Bipolar)</i>

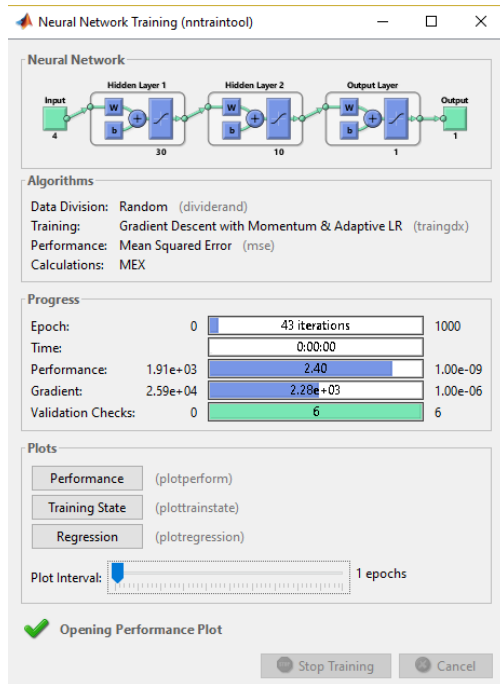
Setelah dilakukan proses pelatihan, dihasilkan parameter sebagai berikut :



Gambar 7 Grafik Performa Validasi

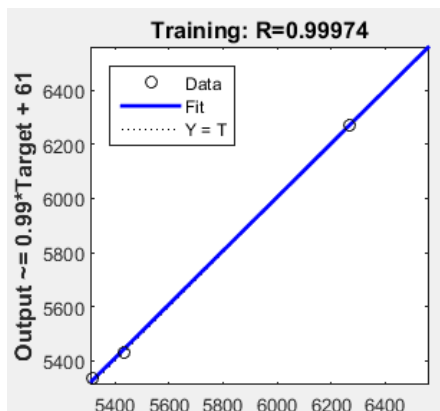


Gambar 8 Kurva Statistik Pelatihan



Gambar 9 Neural Network Tool

Berdasarkan proses pelatihan jaringan latih Peramalan kebutuhan beban listrik ini, yang ditunjukkan gambar 4.2 s/d gambar 4.4, didapatkan bahwa perubahan bobot dan bias jaringan latih dihentikan pada 43 literasi. Hal ini dikarenakan proses pelatihan mencapai fungsi kinerja tujuannya yaitu menghasilkan nilai kerja tujuan sebesar $1,91e + 03$, dimana nilai tersebut lebih kecil dibanding parameter kinerja tujuan yang diatur ($1e-09$). Berikut hasil perhitungan prakiraan kebutuhan beban listrik menggunakan *neural network*.



Gambar 10 plot regresi pelatihan jaringan peramalan

Berdasarkan gambar , dapat dilihat bahwa pada pelatihan jaringan ini memiliki koefisien korelasi (R) yang bernilai 0.99. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pelatihan yang telah dilakukan cukup baik. Perlu diketahui bahwa koefisien korelasi ini didapatkan dari plot regresi linier. Dengan mengetahui nilai koefisien korelasi dapat diketahui perkiraan perbedaan antara data perhitungan manual dengan data peramalan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan.

Tabel 7 Hasil Pelatihan

Metode	Tahun				
	2014	2015	2016	2017	2018
Hasil regresi linier (kW)	5435	5315	5650	6266	6560
Hasil latih jaringan syaraf tiruan(kW)	5345	5337	5413	6477	6505
error	33,5597	13,0395	54,9511	260,9859	1,1172

Dapat dilihat dari tabel diatas, bahwa hasil peramalan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) memiliki hasil yang kurang lebih sama dengan nilai target, hal ini dapat disimpulkan bahwa jaringan yang dibangun sudah cukup baik untuk melakukan peramalan. Berikut grafik perbandingan antara hasil perhitungan manual dan keluaran JST pelatihan.

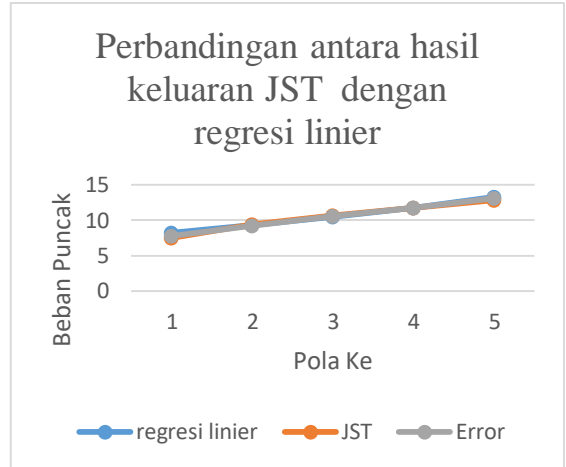


Grafik 1 perbandingan antara output pelatihan dan target

4.6 Hasil Peramalan dengan Jaringan Syaraf Tiruan

Tabel 8 Data Inputan

Keterangan	Tahun				
	2019	2020	2021	2022	2023
x1=Daya terpasang	7500	7500	9590	10118	10646
x2 = Daya mampu	6668	6790	8160	8860	9160
x3 = PDRB	4755	5416	6139	6803	7709
x4 = Penduduk	2629	2656	2673	2693	2732
Target	8298	9364	10566	11884	13367



Grafik 2 perbandingan antara output JST dan regresi linier

Tabel 9 Hasil Peramalan

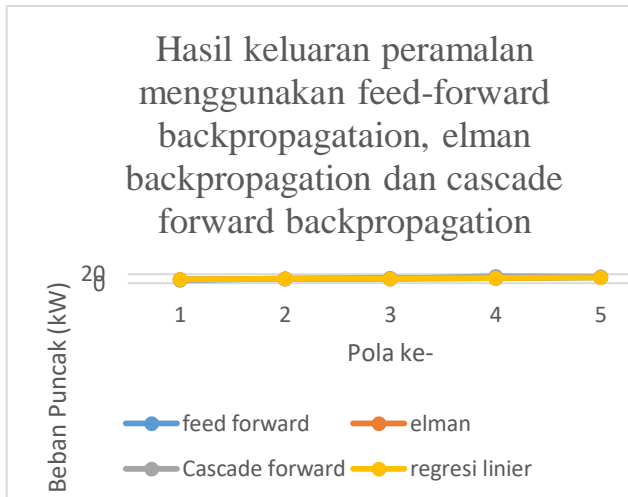
Tahun	Hasil Peramalan (kW)
2019	7598
2020	9419
2021	10715
2022	11866
2023	12992

Tabel 11 Perbandingan antara *feed-forward*, *elman backpropagation* dan *cascade forward*

Tabel 10 Perbandingan antara hasil peramalan dan regresi linier

Metode	Hasil perhitungan beban puncak (kW)				
	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023
Hasil Peramalan JST (kW)	7598	9419	10715	11866	12992
Regresi linier (kW)	8298	9364	10566	11884	13367
error	789,81	18,52	147,31	8,08	203,4

Metode	Hasil perhitungan beban puncak (kW)				
	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023
Hasil Peramalan <i>feed-forward backpropagation</i> (kW)	7598	9419	10715	11866	12992
Hasil peramalan <i>Elman Backpropagation</i> (kW)	8298	9365	10566	11869	13618
Hasil peramalan <i>Cascade forward backpropagation</i> (kW)	8255	9308	10403	15461	13913
Hasil regresi linier	8298	9364	10566	11884	13367



Grafik 3 perbandingan antara *feed-forward backpropagation*, *elman backpropagation* dan *Cascade forward backpropagation*

Bisa dilihat pada tabel dan grafik diatas bahwa, hasil peramalan *feed-forward backpropagation*, *elman backpropagation* dan *cascade forward backpropagation* menghasilkan nilai yang tidak jauh berbeda, yang berarti ketiga jaringan merupakan jaringan yang baik untuk dijadikan dasar peramalan. Namun jika dilihat pada tabel dan grafik, nilai hasil peramalan jaringan elman merupakan jaringan yang nilainya paling mendekati target (hasil regresi linier). karena Elman backpropagation sangat cocok digunakan untuk permasalahan *time series forecasting*. Hal ini dikarenakan arsitektur Elman memiliki feedback loop sehingga mampu mempelajari dependensi waktu dari data latih dan memprediksi data yang akan datang menggunakan data uji.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang Berdasarkan pembahasan mengenai peramalan beban puncak dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) pada PT. PLN Rayon Wamena, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada prosedur pembentukan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation* untuk peramalan beban puncak PT. PLN Rayon Wamena terdapat beberapa tahapan, yaitu (1) data masukan berupa data beban puncak pada tahun 2014 – 2017 dan data olahan perhitungan manual tahun 2018 – 2023, (2) data olahan dibagi menjadi 2 yaitu data pelatihan dan data pengujian, (3) menentukan model jaringan yang baik yaitu menentukan jumlah *hidden layer* dan menentukan jumlah *neuron* pada masing-masing *hidden layer*, (4) pelatihan jaringan dengan memperhatikan parameter-parameter latihan yang telah diatur, (5) pengujian jaringan untuk mengetahui tepat atau tidaknya model jaringan yang telah dibentuk.
2. Model jaringan yang dibentuk untuk peramalan beban puncak terdiri dari 1 *input layer*, 2 *hidden layer*, dan 1 *output layer*. *Hidden layer* menggunakan 30 *neuron* dengan fungsi aktivasi logsig. Fungsi aktivasi *output layer* menggunakan *purelin* (fungsi identitas).
3. Hasil peramalan beban puncak menggunakan perhitungan manual menghasilkan persentase total kenaikan tiap tahunnya adalah sekitar 12,48%. Sedangkan perhitungan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) menghasilkan MSE sebesar 65.3814e-10, hasil ini menunjukkan model jaringan yang dibangun cukup bagus untuk diterapkan pada peramalan beban puncak. Hasil prediksi yang dilakukan untuk kurun waktu 5 tahun kedepan dari tahun 2018 – 2023 menunjukkan adanya tren kenaikan beban puncak setiap tahunnya. Pada tahun 2023, prediksi beban puncak yang dihasilkan adalah 12.992,2519 kW

DAFTAR PUSTAKA

- Bandri, Sepannur; (2013). *Analisa Pengaruh Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron (Aplikasi PLTG Pauh Limo Padang)*. Padang.
- Basofi, (2014). *Studi Arus Eksitasi pada Generator Sinkron yang Bekerja Paralel Terhadap Perubahan Faktor Daya*. Sumatera Utara
- Chapman, S.J; (2005). *Electric Machinery Fundamentals fifth Edition*. New Delhi: The McGrowth Hill Company.
- Cory, B.J; Wendy B.M; Jenkins N; Ekanayake J.B; Strbac G; (1998). *Electric Power Systems Fifth Edition*. London: Imperial College.
- Fitzgerald, A.E; Kingsley Charles; Umans S.D; (2002). *Electric Machinery Sixth Edition*. Cambridge, MA.
- Marda, Bindar; (2016). *Pengaruh Arus Eksitasi Terhadap Keluaran Daya Reaktif Generator Sinkron 13,8 kV 67 MVA*. Yogyakarta.
- Riduan. (2017). *Pengaruh Arus Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator Sinkron di PLTD Merawang Kabupaten Bangka Induk Sungaliat*. Bangka Belitung: Universitas Bangka Belitung.
- Ridzki, Imron. (2013). *Analisis Pengaruh Perubahan Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator*
- Rudi, Syahputra, (2012). *Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Tegangan Keluaran Generator Sinkron*. Aceh
- Say, M.G; (1976). *Alternating Current*
Fadillah, Muhammad Bobby 2015, "Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2015-2024 Wilayah PLN Kota Pekanbaru Dengan Metode Gabungan". Riau: Universitas Riau.
- Jamal, A., Syahputra, R. (2016). Heat Exchanger Control Based on Artificial Intelligence Approach. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(16), pp. 9063-9069.
- Neidle, Michael, 1982, "Teknologi Instalasi Listrik", Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Siang, Jong Jek, 2004,"Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB". Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Syafriwel 2015,"Analisis Ramalan Kebutuhan Beban Energi Listrik Di Regional Sumatera Utara Tahun 2015-2019 Dengan Metode Gabungan", Medan: Politenknk LP3I Medan
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Performance Improvement of Radial Distribution Network with Distributed Generation Integration Using Extended Particle Swarm Optimization Algorithm. International Review of Electrical Engineering (IREE), 10(2). pp. 293-304.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Reconfiguration of Distribution Network with DER Integration Using PSO Algorithm. TELKOMNIKA, 13(3). pp. 759-766.
- Syahputra, R., (2012), "Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik", LP3M UMY, Yogyakarta, 2012.
- Syahputra, R., (2016), "Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik",

- LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
- Syahputra, R., (2015), "Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik", LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). Optimization of Distribution Network Configuration with Integration of Distributed Energy Resources Using Extended Fuzzy Multi-objective Method. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 9(3), pp. 629-639.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). Performance Analysis of Wind Turbine as a Distributed Generation Unit in Distribution System. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 6, No. 3, pp. 39-56.
- Syahputra, R., (2013), "A Neuro-Fuzzy Approach For the Fault Location Estimation of Unsynchronized Two-Terminal Transmission Lines", *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 5, No. 1, pp. 23-37.
- Syahputra, R., (2012), "Fuzzy Multi-Objective Approach for the Improvement of Distribution Network Efficiency by Considering DG", *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 4, No. 2, pp. 57-68.
- Syahputra, R., Soesanti, I. (2015). "Control of Synchronous Generator in Wind Power Systems Using Neuro-Fuzzy Approach", *Proceeding of International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE) 2015*, UNESA Surabaya, pp. 187-193.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). "Optimal Distribution Network Reconfiguration with Penetration of Distributed Energy Resources", *Proceeding of 2014 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014*, UNDIP Semarang, pp. 388 - 393.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2013), "Distribution Network Efficiency Improvement Based on Fuzzy Multi-objective Method". *International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS)*. 2013; pp. 224-229.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2012), "Reconfiguration of Distribution Network with DG Using Fuzzy Multi-objective Method", *International Conference on Innovation, Management and Technology Research (ICIMTR)*, May 21-22, 2012, Melacca, Malaysia.
- Syahputra, R. (2010). Fault Distance Estimation of Two-Terminal Transmission Lines.

Proceedings of International Seminar on Applied Technology, Science, and Arts (2nd APTECS), Surabaya, 21-22 Dec. 2010, pp. 419-423.

Syahputra, R., Soesanti, I. (2015). Power System Stabilizer model based on Fuzzy-PSO for improving power system stability. 2015 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation (ICAMIMIA), Surabaya, 15-17 Oct. 2015 pp. 121 - 126.

Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Power System Stabilizer Model Using Artificial Immune System for Power System Controlling. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(18), pp. 9269-9278.

Tinto. Pradana Anoraga 2017 “Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2021-2022 Wilayah PLN Kota Malang Dengan Metode Gabungan”. Malang: Universitas Brawijaya