



**STUDI PERAMALAN BEBAN PT. PLN (PERSERO) APJ JEMBER
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *BACKWARD PROPAGATION
NEURAL NETWORK* DAN TEKNIK *PARTICIPATORY PROSPECTIVE
ANALYSIS***

Skripsi

Oleh

Wahyu Septiyan Kurniadi

NIM 141910201055

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2021**



**STUDI PERAMALAN BEBAN PT. PLN (PERSERO) APJ JEMBER
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *BACKWARD PROPAGATION
NEURAL NETWORK* DAN TEKNIK *PARTICIPATORY PROSPECTIVE
ANALYSIS***

Skripsi

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu
syarat untuk menyelesaikan Program Studi Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Wahyu Septiyan Kurniadi

NIM 141910201055

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2021**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Peramalan Beban PT. PLN (Persero) APJ Jember Dengan Menggunakan Metode *Backward Propagation Neural Network* Dan Teknik *Participatory Prospective Analysis*” dan skripsi ini merupakan gerbang awal dalam mencapai kesuksesan yang lebih baik lagi. Maka dari itu, saya ingin mempersembahkan karya ini kepada :

1. Allah SWT, Tugas yang telah bergantung kepada-Nya atas segala sesuatu.
2. Nabi Muhammad SAW, utusan Allah SWT untuk menjadi pedoman manusia.
3. Ateng Orbadi dan Pipip Harti Astuti sebagai orang tua yang telah mendidik saya hingga menjadi dewasa.
4. Seluruh Dosen Jurusan teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing kami selama dibangku perkuliahan. Terutama Dosen Pembimbing Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, ST., MT. dan Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT. yang telah membimbing dan meluangkan waktunya agar dapat terselesaikannya skripsi ini.
5. Saudara seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2014 “KETEK UJ”.
6. Mas Jodi Adwitya Pratama, M. Haidlir Zulkarnain, Martin Sanjaya dan Abed Nalendra yang sudah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini.
7. Seluruh karyawan PT. PLN (Persero) APJ Jember dan PT PLN (Persero) UP3 Jember.

Kepada semua pihak yang telah membimbing, membantu, maupun sekedar menemani dalam menyelesaikan penelitian ini saya ucapkan banyak terima kasih.

MOTTO

“Hidup memiliki berbagai rasa, ada pahit ada manis jangan menyerah karena pahitnya hidup. Tetaplah berjuang untuk merakat nikmatnya hidup setelah pahitnya perjuangan.”

(Wahyu Septiyan Kurniadi)

"Jika hidup mudah diprediksi maka itu akan berhenti menjadi hidup dan tidak memiliki rasa"

(Eleanor Roosevelt)

“Disuatu tempat, sesuatu yang luar bisa menunggu untuk diketahui.”

(Carl Sagan)

"Pada waktu tergelap dalam hidup kita harus fokus untuk melihat cahaya harapan.”

(Aristotle)

"Hidup adalah antara lain petualangan yang berani atau tidak sama sekali."

(Helen Keller)

"Hidup tidak pernah adil, dan mungkin itu dalah hal yang baik bagi kebanyakan orang bahwa hidup tidak adil."

(Oscar Wilde)

"Hidup kita itu untuk digunakan, bukan untuk disimpan. "

(D. H. Lawrence)

“Misteri menciptakan rasa penasaran dan rasa penasaran adalah basis dari keinginan manusia untuk mengetahui hal tersebut.”

(Neil Armstrong)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyu Septiyan Kurniadi

NIM : 141910201055

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Studi Peramalan Beban PT. PLN (Persero) APJ Jember Dengan Menggunakan Metode *Backward Propagation Neural Network* Dan Teknik *Participatory Prospective Analysis*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Juli 2021

Yang menyatakan,

Wahyu Septiyan Kurniadi

NIM 141910201055

SKRIPSI

**STUDI PERAMALAN BEBAN PT. PLN (PERSERO) APJ JEMBER
DENGAN MENGGUNAKAN METODE BACKWARD PROPAGATION
NEURAL NETWORK DAN TEKNIK PARTICIPATORY PROSPECTIVE
ANALYSIS**

Oleh
Wahyu Septiyan Kurniadi
NIM 141910201055

Pembimbing:
Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Sri Kaloko, ST., MT.
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Studi Peramalan Beban PT. PLN (Persero) APJ Jember Dengan Menggunakan Metode *Backward Propagation Neural Network* Dan Teknik *Participatory Prospective Analysis*” karya Wahyu Septiyan Kurniadi telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 14 Juli 2021

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji,


Ketua,



Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.,

NIP 197104022003121001

Sekretaris,



Dr. Ir. Triwahju Hardianto, ST. MT

NIP 197008261997021001

Anggota I,



Supriyadi Prasetyono, ST., MT.,

NIP 197004041996011001

Anggota II,



Guido Dias Kalandro, S.ST., M.Eng.,

NIP 760015734

Mengesahkan

Dekan,



Dr. Ir. Triwahju Hardianto, ST. MT

NIP 197008261997021001

RINGKASAN

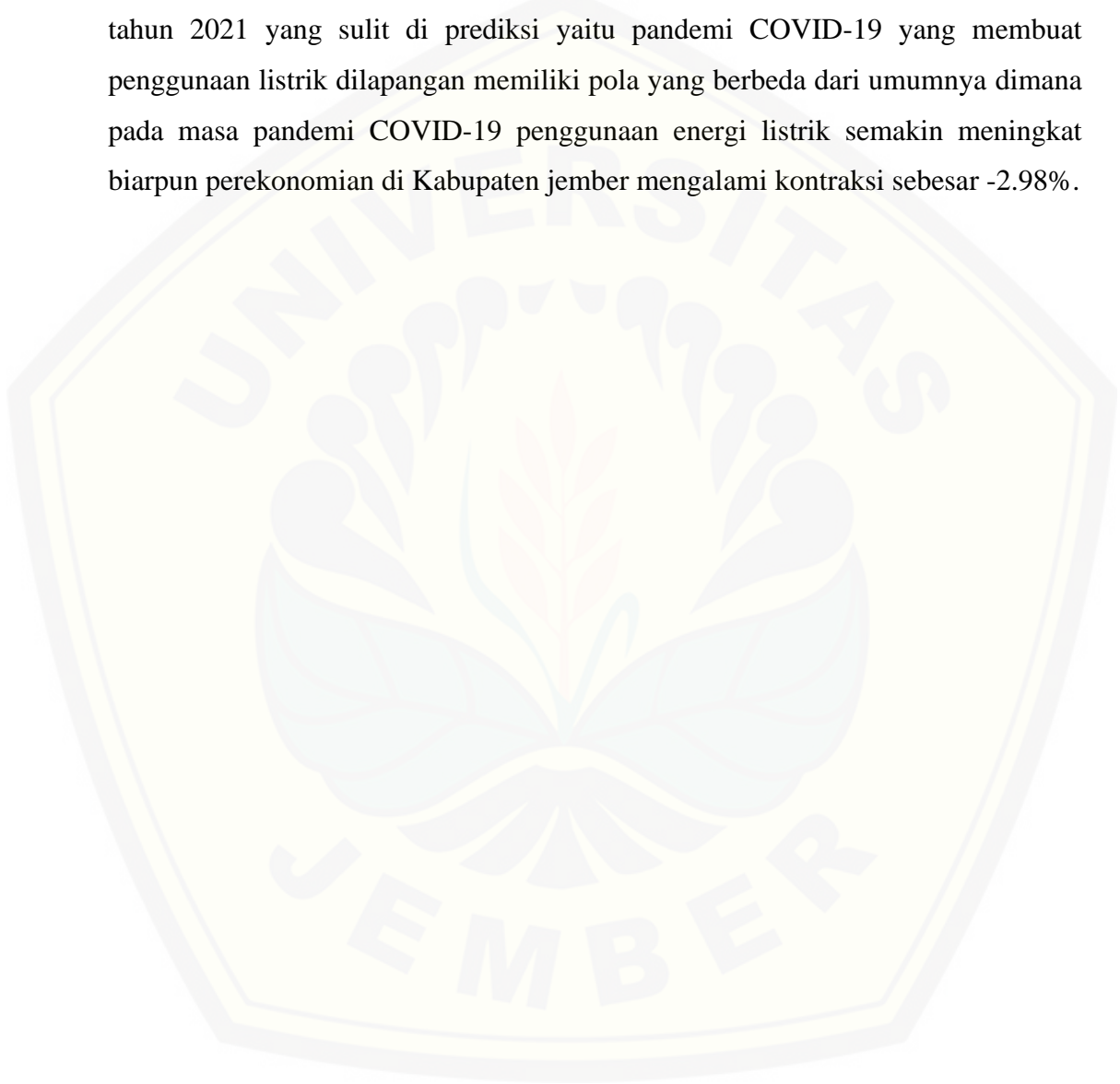
Studi Peramalan Beban PT. PLN (Persero) APJ Jember Dengan Menggunakan Metode *Backward Propagation Neural Network* Dan Teknik *Participatory Prospective Analysis*; Wahyu Septiyan Kurniadi, 141910201055; 2021; 81 halaman; Program Studi Strata 1 (S1) Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Diperlukannya suatu sistem peramalan yang akurat sangat dibutuhkan dalam pembangkitan energi listrik dikarenakan mayoritas pembangkitan energi listrik di Indonesia masih menggunakan energi fosil antara lain batu bara 63,92%, BBM 3,05% dan gas bumi 18,08% dengan total 85,05% dari total energi yang dihasilkan hingga Mei 2020. Sistem peramalan beban listrik juga diperlukan untuk mengetahui kapan kapasitas dari jaringan distribusi dan sistem pembangkitan agar dapat diketahui waktu yang tepat untuk penambahan kapasitas dari sistem distribuis dan pembangkitan listrik. Pertumbuhan penduduk dan ekonomi suatu daerah juga memiliki pengaruh yang besar dalam pertumbuhan penggunaan energi listrik suatu daerah dimana semakin tinggi pertumbuhan penduduk dan ekonomi suatu daerah akan membuat pertumbuhan kebutuhan energi listrik semakin besar.

Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan beban dengan menggunakan data berupa beban historis Kabupaten Jember yang didapat dari PT. PLN(Persero) serta data pertumbuhan penduduk dan ekonomi yang didapat dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember yang bertujuan untuk meramalkan pertumbuhan beban beberapa tahun kedepan. *Neural Network* atau kecerdasan buatan digunakan sebagai salah satu metode untuk peramalan karena sistem dari *neural network* yang mendekati jaringan otak manusia yang mampu mnegolah beberapa variabel dalam satu waktu berdasarkan pola yang ditargetkan. *Participatory Prospective Analysis* merupakan suatu studi tentang kemungkinan – kemungkinan yang terjadi di masa depan. teknik ini digunakan untuk melakukan pengambilan keputusan berdasarkan tren di lapangan dan pendapat para ahli.

Hasil dari penelitian ini didapat bahwa hasil pengujian program mendapatkan data berupa beban pada bulan Mei 2020 dengan nilai error terkecil

sebesar $-0,003717\%$ dan nilai error terbesar sebesar $20,189\%$ pada bulan Oktober 2018 dengan nilai MAPE (*Mean Absolute Percent Error*) dari keseluruhan sistem peramalan $2,649\%$. Hasil dari peramalan pada tahun 2021 memiliki nilai MAPE sebesar $19,2\%$ dengan nilai error terbesar pada bulan Januari 2021 sebesar $42,82\%$ dan error terkecil pada bulan Mei $6,17\%$, nilai error yang besar pada peramalan beban tahun 2021 dikarenakan adanya variabel yang tidak terduga pada tahun 2021 yang sulit di prediksi yaitu pandemi COVID-19 yang membuat penggunaan listrik dilapangan memiliki pola yang berbeda dari umumnya dimana pada masa pandemi COVID-19 penggunaan energi listrik semakin meningkat biarpun perekonomian di Kabupaten Jember mengalami kontraksi sebesar -2.98% .



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang maha kuasa atas segalanya, karena dengan ridho, hidayah dan petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Peramalan Beban PT. PLN (Persero) APJ Jember Dengan Menggunakan Metode *Backward Propagation Neural Network* Dan Teknik *Participatory Prospective Analysis*”. Selama penyusunan skripsi ini penulis telah mendapat berbagai dari banyak pihak telah yang turut memberikan bantuan berupa motivasi, inspirasi, bimbingan, doa, fasilitas dan dukungan lainnya yang telah sangat membantu serta memperlancar dalam pengerjaan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah Azza Wa Jalla yang telah melimpahkan rezeki, rahmat, hidayah dan karunia serta kasih sayang-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Nabi besar Muhammad Shollallahu 'Alaihi Wa Sallam, yang telah menjadi suri tauladan bagi seluruh umat.
3. Bapak Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
5. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Suprihadi Prasetyono, ST., MT., dan Bapak Guido Dias Kalandro, S.ST., M.Eng., selaku dosen penguji yang sudah memberikan saran untuk memperbaiki tugas akhir ini.
7. Pihak PLN APJ Jember yang sudah membantu dalam pengambilan data di lapangan.
8. Para dosen beserta seluruh staf karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember, terima kasih segala bantuan dan dukungannya selama ini.
9. Saudara elektro angkatan 2014 “KETEK UJ”.
10. Sahabat seperjuangan saya Mas jodi Adwitya, Abed Nalendra Satya Widjajanto dan Gustio Riki.

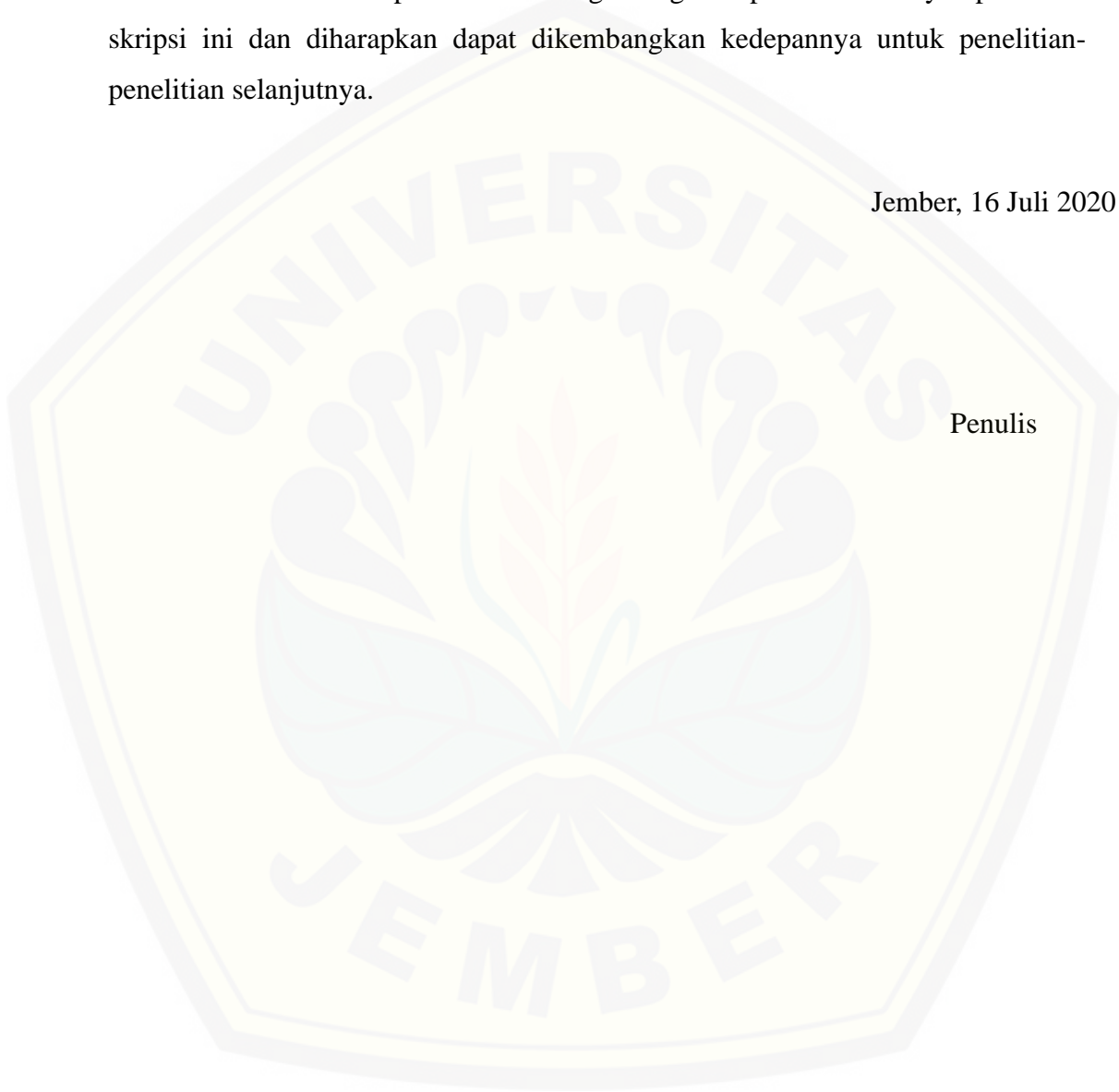
11. Saudara adik-adik elektro angkatan 2015-2018 yang sudah membantu proses skripsi ini.

12. Semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penelitian ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro, kritik dan saran diharapkan terus mengalir agar dapat lebih menyempurnakan skripsi ini dan diharapkan dapat dikembangkan kedepannya untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Jember, 16 Juli 2020

Penulis



DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vi
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalan	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Sistem Tenaga Listrik	5
2.1.1 Sistem Pembangkitan	5
2.1.2 Sistem Pembangkitan	6
2.1.3 Saluran Transmisi	6
2.1.4 Saluran Distribusi	7
2.2 Klasifikasi dan Karakteristik Beban.....	8
2.2.1 Klasifikasi Beban	8
2.2.2 Karakteristik Beban.....	8
2.3 Peramalan Beban	9
2.4 Parameter dalam Peramalan Beban	9
2.5 Metode Peramalan	10
2.6 Participatory Prospective Analysis	10
2.7 Artificial Neural Network (ANN).....	11

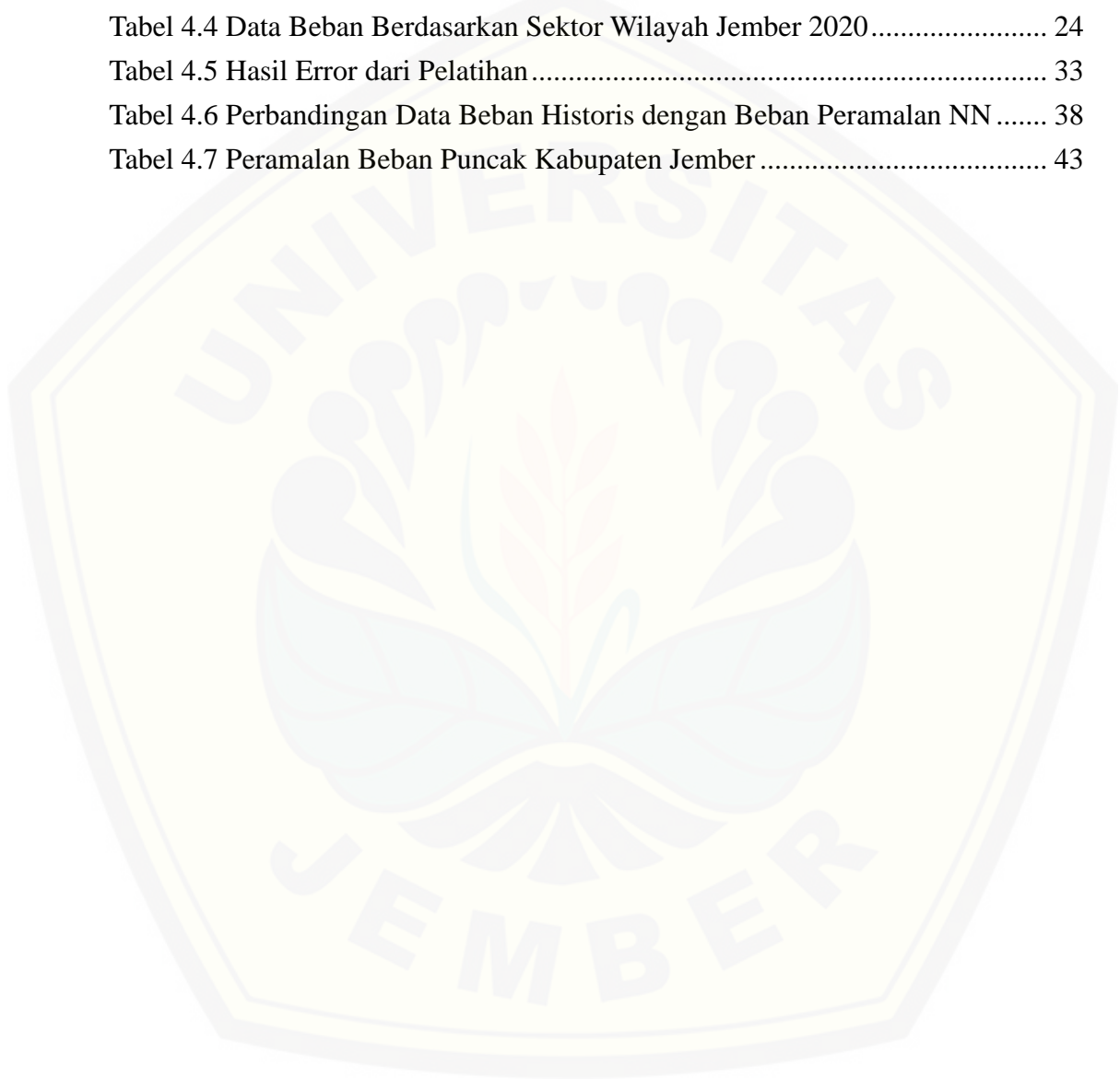
2.7.1	Arsitektur <i>Neural Network</i>	12
BAB 3.	METODE PENELITIAN	15
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2	Prosedur Penelitian.....	15
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	17
3.4	Diagram Alir Peramalan Beban	18
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1	Data Beban Kabupaten Jember	19
4.2	Data Pertumbuhan Penduduk Jember	27
4.3	Data Pertumbuhan Ekonomi	28
4.4	Penentuan Variabel Menggunakan <i>Participatory Prospective Analysis</i>	29
4.5	Data Pelatihan Neural Network	31
4.6	Hasil dan Analisis Pelatihan Beban Menggunakan Neural Network	32
4.7	Hasil dan Analisa Pengujian Dan Peramalan Beban pada Neural Network.....	36
BAB 5.	Penutup	48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	5
Gambar 2.2 Jalur Transmisi 3 Fasa.....	6
Gambar 2.3 Trafo Distribusi Pada Sistem Distribusi.....	7
Gambar 2.4 Arsitektur <i>Single Layer</i>	12
Gambar 2.5 Arsitektur <i>Multi Layer</i>	13
Gambar 2.6 Arsitektur <i>Reccurent</i>	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3.2 Diagram Alir Peramalan Beban.....	18
Gambar 4.1 Grafik Perubahan Data Beban Puncak di Kabupaten Jember dari Tahun 2010 – 2015 (Data PT. PLN (Persero) APJ Jember).....	25
Gambar 4.2 Grafik Perubahan Data Beban Puncak di Kabupaten Jember dari Tahun 2016 – 2020 (Data PT. PLN (Persero) APJ Jember).....	26
Gambar 4.3 Grafik Total Beban Puncak di Kabupaten Jember dari tahun 2010 - 2020.....	26
Gambar 4.4 Grafik Pertumbuhan Penduduk Tiap tahunnya Berdasarkan Data Sensus pada tahun 2010 dan 2020	27
Gambar 4.5 Grafik Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Berdasarkan Data BPS Kabupaten Jember pada tahun 2010 dan 2020.....	28
Gambar 4.6 Grafik Performa Dari <i>Neural Network</i>	34
Gambar 4.7 Grafik <i>Regression</i> Pelatihan <i>Neural Network</i>	35
Gambar 4.8 Grafik Pelatihan <i>Neural Network</i>	36
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Data Beban 2016.....	40
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Data Beban 2017.....	41
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Data Beban 2018.....	41
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Data Beban 2019.....	42
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Data Beban 2020.....	42
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Data Beban 2021.....	45
Gambar 4.15 Grafik Data Beban Hasil Peramalan Tahun 2021 - 2025	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Tugas Akhir	1
Tabel 4.1 Data Beban Puncak Kabupaten Jember 2010- 2020	21
Tabel 4.2 Data Beban Berdasarkan Sektor Wilayah Jember 2018.....	22
Tabel 4.3 Data Beban Berdasarkan Sektor Wilayah Jember 2019.....	23
Tabel 4.4 Data Beban Berdasarkan Sektor Wilayah Jember 2020.....	24
Tabel 4.5 Hasil Error dari Pelatihan.....	33
Tabel 4.6 Perbandingan Data Beban Historis dengan Beban Peramalan NN	38
Tabel 4.7 Peramalan Beban Puncak Kabupaten Jember	43



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin cepat pertumbuhan negara Indonesia dari negara berkembang menuju negara maju maka akan semakin besar juga kebutuhan energi listrik kedepannya baik di sektor rumah tangga, bisnis, pariwisata, industri, pendidikan, dan sektor penunjang lainnya. Kebanyakan energi listrik yang dibutuhkan oleh negara ini sebagian besar masih menggunakan energi fosil berupa batu bara 63,92%, BBM 3,05% dan gas bumi 18,08% dengan total 85,05% dari total energi yang dihasilkan hingga Mei 2020 sedangkan hanya sekitar 14,95% dari total energi tersebut yang berasal dari energi terbarukan seperti surya, air dan angin (Ridwan Nanda Mulyana, 2020). Oleh karena itu diperlukan perencanaan prediksi mengenai kebutuhan listrik yang akan dibutuhkan beberapa tahun mendatang agar suplai listrik tidak terganggu dan tidak terjadi pemborosan sumber daya tidak terbarukan dalam pembangkitan listrik guna memenuhi kebutuhan listrik berbagai sektor di negeri ini.

Semakin tingginya pertumbuhan penduduk di Indonesia akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi yang kemudian akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan energi listrik pada tiap tahunnya. Indonesia mengalami pertumbuhan jumlah pelanggan kebutuhan listrik tiap tahunnya rata-rata sebesar 3 juta tiap tahunnya. Pertumbuhan jumlah pelanggan tersebut terjadi paling besar pada sektor rumah tangga yaitu sekitar 2,8 juta pelanggan per tahun, dengan sektor bisnis sebesar 134 ribu pelanggan per tahun, sektor publik rata-rata 70 ribu pelanggan per tahun dan sektor industri rata-rata 1800 pelanggan rata-rata per tahun (Pamudji, 2014: 28).

Dengan peningkatan jumlah pelanggan yang signifikan pada tiap tahunnya hal tersebut membuat kebutuhan energi listrik yang digunakan untuk menyokong pengguna energi listrik akan meningkat juga, oleh karena itu PT. PLN harus dapat memperkirakan kapan kebutuhan energi listrik akan mencapai batasan kapasitas produksi energi dan transmisi listrik sehingga PT. PLN dapat merencanakan kedepan tentang proyek-proyek penambahan kapasitas pembangkitan energi listrik secara terencana. Karena itu sangat penting dibuat gambaran tentang

kebutuhan energi listrik yang ada di Indonesia untuk masa yang akan datang dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi.

Wilayah Jawa-Bali merupakan wilayah yang mendominasi kebutuhan energi listrik nasional, karena sebagai pusat perekonomian dan pemerintahan. Jawa Timur menduduki urutan kedua setelah Jawa Barat dalam kebutuhan energi listrik tertinggi, dengan energi terjual sebesar 24.018,09 GWh (15,20%) pada tahun 2011. Sektor industri berkontribusi paling besar dalam penjualan energi listrik di Jawa Timur, yaitu sebesar 10.609,40 GWh, disusul oleh sektor rumah tangga sebesar 9.085,38 GWh, sektor bisnis sebesar 2.929,84 GWh, sektor sosial sebesar 622,20 GWh, sektor gedung kantor pemerintahan sebesar 246,92 GWh, dan sektor penerangan jalan umum sebesar 524,96 GWh (Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero), 2011: 7).

Pada dasarnya ramalan merupakan dugaan atau perkiraan mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di waktu yang akan datang. Perkiraan kebutuhan energi listrik tidak saja diperlukan sebagai data masukan bagi proses perencanaan pembangunan suatu sistem kelistrikan, tetapi juga diperlukan untuk pengoperasian sistem tenaga listrik dalam penyediaan energi yang sesuai dengan kebutuhan. Untuk memperkirakan kebutuhan energi listrik jangka panjang dibagi dalam lima sektor, yaitu sosial, rumah tangga, bisnis, industri, dan publik (Hardi, 1998).

Metode *Backward Propagation Neural Network* merupakan salah satu metode machine learning yang sesuai untuk analisis data kualitatif (data biner). *Backward Propagation Neural Network* ini digunakan untuk mendapatkan akurasi yang tinggi dari hasil analisis. Akurasi yang tinggi dapat diperoleh dengan menggunakan algoritma *backward propagation*.

Participatory Prospective Analysis merupakan suatu studi tentang kemungkinan – kemungkinan yang terjadi di masa depan. teknik ini menggunakan partisipasi sebagai langkah untuk merumuskan variabel dan skenario strategis yang bisa ditempuh. PPA ini sifatnya sangat kualitatif serta variabel yang digunakan dalam PPA dibagi menjadi 3 situasi pesimis (A), moderat (B), dan optimis (C).

1.2 Rumusan Masalah

Penyusunan rumusan masalah yang dijadikan sebagai dari fokus penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

- a. Bagaimana cara membuat sistem peramalan dengan menggunakan *Backward Propagation Neural Network* dan teknik *Participatory Prospective Analysis*?
- b. Bagaimana hasil peramalan beban daerah Jember menggunakan metode *Backward Propagation Neural Network* dan perbandingan dengan data beban historis yang di terbitkan oleh PT. PLN?
- c. Berapa besar error dari hasil peramalan dengan beban historis Kabupaten Jember yang dihitung menggunakan Teknik MAPE?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan pada saat penelitian ini, maka ada batasan masalah agar pembahasan pada saat penelitian tidak meluas yang meliputi :

- a. Kabupaten dan kota tidak dibedakan dalam analisis.
- b. Peramalan pada penelitian ini merupakan peramalan konsumsi listrik tiap sektor tanpa membedakan pelanggan berdasarkan tarif listrik.
- c. Data yang digunakan hanyalah data beban historis, kependudukan dan perekonomian tidak menggunakan data sektor beban.
- d. Hasil peramalan adalah beban puncak bulanan yang didapat berdasarkan data *input* berupa beban historis, pertumbuhan penduduk, serta pertumbuhan ekonomi selama 5 tahun yaitu 2015 sampai dengan 2020.
- e. Hasil peramalan pada penelitian ini tidak digunakan sebagai acuan untuk kebutuhan energi listrik pada tahun selanjutnya tanpa penelitian lebih lanjut.
- f. Simulasi peramalan beban dilakukan dengan menggunakan program MATLAB.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui karakteristik kebutuhan energi listrik pada semua sektor di daerah Jember pada tahun 2021 hingga tahun 2025.
- b. Mengetahui hasil peramalan beban daerah Jember menggunakan metode *Backward Propagation Neural Network* dan membandingkannya dengan data yang didapat dari PT. PLN (Persero).
- c. Mengetahui besar error dari hasil peramalan dengan beban historis Kabupaten Jember yang dihitung menggunakan Teknik MAPE
- d. Mengetahui masuk kategori mana hasil peramalan Kabupaten Jember pada tahun 2021 dari bulan Januari sampai dengan Mei berdasarkan *Participatory Prospective Analysis*?

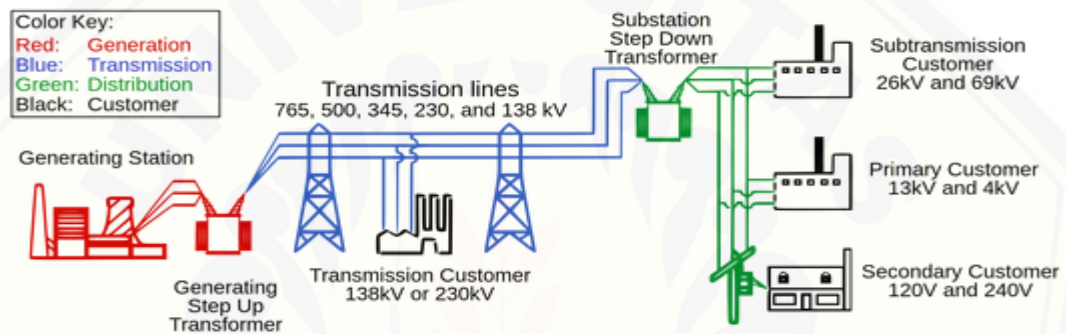
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan oleh peneliti antara lain dapat digunakan sebagai salah satu metode yang digunakan sebagai pertimbangan dalam peramalan beban yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero) dalam meramalkan kebutuhan energi listrik di daerah APJ Jember, serta memberikan wawasan atau pemahaman terhadap peramalan menggunakan metode *Backward Propagation Neural Network* dan teknik *Participatory Prospective Analysis*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sistem Tenaga Listrik

Secara umum, Sistem Tenaga Listrik dapat dianggap sebagai sebuah perkumpulan dimana Pusat Listrik dan Gardu Induk (Pusat Beban) yang satu sama lain terhubung oleh sistem penyaluran (transmisi dan distribusi) sehingga menjadi satu kesatuan sistem. Karena itu umumnya batasan terhadap suatu sistem tenaga listrik yang lengkap mengandung 3 unsur antara lain Sistem Pembangkitan, Sistem Penyaluran dan Sistem Distribusi.



Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik

(Diakses 20 Juni 2020)

2.1.1 Sistem Pembangkitan

Sistem Pembangkitan adalah salah satu bagian utama dalam struktur sistem tenaga listrik, sistem pembangkitan memiliki fungsi menghasilkan energi listrik dengan menggunakan berbagai metode dan berbagai bahan primer seperti tenaga air, angin, surya, batubara, menggunakan generator sebagai media utama pembangkitan energi listrik. Generator termasuk bagian yang penting dalam sistem pembangkitan, pada generator akan mengkonversikan energi listrik menjadi energi listrik melalui porosnya. Secara umum pembangkit tenaga listrik ditunjang oleh beberapa fasilitas yang terpadu dan saling berinteraksi, yaitu instalasi listrik, sistem pemakaian sendiri, sistem mekanik, bangunan sipil, fasilitas pelengkap, peralatan kontrol, dan komponen bantu lainnya.

Pada sistem pembangkitan, tenaga listrik yang dihasilkan pada umumnya adalah tegangan menengah. Selanjutnya dinaikkan tegangannya menjadi tegangan ekstra

tinggi kemudian disalurkan pada sistem penyaluran transmisi. Selain itu tenaga listrik yang dihasilkan diturunkan tegangannya untuk digunakan pada sistem kelistrikan pemakaian sendiri pada pembangkit tersebut.

2.1.2 Sistem Penyaluran

Sistem Penyaluran adalah salah satu bagian utama dalam struktur sistem tenaga listrik yang berperan untuk mengirimkan daya listrik mulai dari pembangkitan kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi, dan disalurkan ke instalasi pengguna tenaga listrik dengan menggunakan saluran distribusi.

Sistem Penyaluran terbagi dua yaitu :

1. Saluran Transmisi
2. Saluran Distribusi

2.1.3 Saluran Transmisi

Saluran Transmisi adalah sistem penyaluran tenaga listrik yang beroperasi pada Tegangan Tinggi (TT) dan Tegangan Ekstra Tinggi (TET). Kemampuan sistem transmisi dengan tegangan lebih akan menjadi jelas jika dilihat pada kemampuan transmisi dari suatu saluran transmisi, kemampuan ini biasanya dinyatakan dalam satuan MVA (Mega Volt Ampere). Transmisi dapat menyalurkan tenaga listrik dari GI Pembangkitan ke GI Tegangan Tinggi dan dari GI Tegangan Tinggi ke GI Distribusi.



Gambar 2.2 Jalur Transmisi 3 Fasa
(Diakses 20 juni 2020)

2.1.4 Saluran Distribusi

Saluran Distribusi adalah sistem penyaluran tenaga listrik yang beroperasi pada tegangan Tegangan Menengah (TM) dan Tegangan Rendah (TR).

a. Jaringan Distribusi Primer

Sistem Distribusi Primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat kehandalan yang diinginkan dan kondisi serta kondisi serta situasi lingkungan. Sistem distribusi primer dibatasi dari sisi sekunder trafo *step down* TT/TM di gardu induk sampai ke sisi primer trafo distribusi (trafo *step down* TM/TR).

b. Jaringan Distribusi Sekunder

Sistem Distribusi Sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke instalasi pengguna tenaga listrik. Sistem ini biasanya disebut tegangan rendah yang langsung dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik. Sistem distribusi sekunder dibatasi dari sisi sekunder trafo distribusi (trafo *stepdown* TM/TR) sampai titik Sambungan Luar Pelayanan (SLP) atau konsumen. Saluran distribusi ini menggunakan tegangan rendah yaitu 220/380 volt.



Gambar 2.3 Trafo Distribusi Pada Sistem Distribusi
(Diakses 20 Juni 2020)

2.2 Klasifikasi dan Karakteristik Beban

2.2.1 Klasifikasi Beban

Berdasarkan jenis penggunaannya beban listrik dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis beban antara lain :

1. Beban Rumah Tangga

Beban Rumah Tangga adalah beban yang dihasilkan oleh masyarakat umum dalam keperluan sehari-hari seperti penggunaan TV, mesin cuci, pemanas nasi serta beban lainnya.

2. Beban Komersial

Beban Komersial adalah beban yang dihasilkan oleh peralatan-peralatan listrik yang digunakan pada tempat tempat bisnis skala menengah sampai besar seperti *Café*, Hotel, Mall, Toko dan bisnis-bisnis lainnya.

3. Beban Umum

Beban Umum adalah beban yang dihasilkan oleh fasilitas fasilitas public tau fasilitas umum seperti fasilitas milik Pemerintah, Rumah sakit Umum, dan instansi sosial.

4. Beban Industri

Beban Industri adalah beban yang dihasilkan oleh peralatan peralatan berat yang digunakan dalam industry seperti tungku pembakaran logam, mesin press kala besar serta mesin industry lainnya.

2.2.2 Karakteristik Beban

Dalam beban listrik ada tiga karakteristik beban yaitu beban Jangka Pendek, Jangka Menengah, dan Jangka Panjang. Ketiga karakteristik tersebut dibedakan berdasarkan periode jangka waktu penggunaan energi listrik

1. Beban Jangka Pendek

Beban Jangka Pendek adalah beban dihasilkan pada penggunaan energi listrik pada jangka waktu yang pendek yaitu penggunaan listrik

harian. Beban Jangka Pendek sangat mudah terpengaruhi oleh kondisi daerah dan lingkungan seperti suhu, cuaca dan karakteristik lainnya.

2. Beban Jangka Menengah

Beban Jangka Menengah didapatkan berdasarkan penghitungan total Beban Puncak Jangka Pendek (harian) pada satu bulan.

3. Beban Jangka Panjang

Beban Jangka Panjang didapatkan berdasarkan penghitungan total Beban Puncak Jangka Menengah (bulanan) pada satu bulan.

2.3 Peramalan Beban

Peramalan adalah sebuah proses pengambilan keputusan berdasarkan data yang ada di masa lalu dan masa sekarang dan umumnya berdasarkan analisis trend yang terjadi di masa lalu dan masa sekarang. Pada Peramalan beban dilakukan dengan menggunakan data beban listrik historis atau beban listrik pada masa lalu hingga masa sekarang dan menggunakan suatu metode untuk menghasilkan data beban listrik yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi beban pada masa yang akan datang. Peramalan Beban sangat penting untuk dilakukan karena hasil peramalan beban akan digunakan dalam pengambilan keputusan seperti keputusan untuk melakukan penambahan kapasitas transmisi berdasarkan pertumbuhan beban listrik pada suatu daerah.

Berdasarkan jangka waktunya peramalan dibagi menjadi 3 macam antara lain, Peramalan Jangka Pendek, Peramalan Jangka Menengah dan Peramalan Jangka Panjang.

2.4 Parameter Dalam Peramalan Beban

Parameter-parameter yang digunakan dalam peramalan beban listrik didapat dari beberapa factor yang dapat mempengaruhi tingkat kebutuhan beban tiap daerah dimana variable tersebut bergerak linear terhadap pertumbuhan kebutuhan beban listrik. Beberapa factor tersebut antara lain:

a. Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk mempengaruhi pertumbuhan beban secara linear dimana semakin besar pertumbuhan penduduk suatu daerah maka semakin besar daya listrik yang dibutuhkan pada daerah tersebut.

b. Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi mempengaruhi pertumbuhan beban secara linear dimana semakin besar pertumbuhan ekonomi suatu daerah maka semakin besar daya listrik yang dibutuhkan pada daerah tersebut.

2.5 Metode Peramalan

Metode peramalan dibagi menjadi dua, yakni peramalan secara kualitatif dan peramalan secara kuantitatif. Peramalan secara kualitatif maksudnya adalah peramalan yang menggunakan pendapat dan analisis yang deskriptif. Sementara peramalan kuantitatif yaitu peramalan yang berkaitan dengan hitungan matematis.

2.6 *Participatory Prospective Analysis*

Participatory Prospective Analysis merupakan suatu studi tentang kemungkinan – kemungkinan yang terjadi di masa depan. Sesuai dengan namanya, tehnik ini menggunakan partisipasi sebagai langkah untuk merumuskan variabel dan skenario strategis yang bisa ditempuh.

Prospektif tidak sama dengan peramalan kuantitatif. Peramalan kuantitatif menghasilkan kemungkinan berdasarkan kejadian atau data sebelumnya, tidak mencakup tindakan strategis yang dapat dilakukan untuk menghindari atau menuju suatu kondisi tertentu. Sedangkan PPA meramalkan kemungkinan masa depan sekaligus mempersiapkan tindakan strategis dan melihat apakah tindakan strategis itu merupakan suatu kebutuhan untuk perubahan di masa depan.

Dalam *Participatory Prospective Analysis* harus dilakukan beberapa tahapan terlebih dahulu sebelum melaksanakan peramalan, beberapa tahapan tersebut antara lain :

a. Menentukan Variabel Sistem

Variabel sistem harus ditentukan terlebih dahulu agar data dapat diolah menjadi akurat

b. Analisa Pengaruh Variabel

Pada tahap ini dilakukan Analisa pengaruh variabel yang sudah ditetapkan terhadap data yang dikumpulkan

c. Penyusunan Skenario

Pada tahap ini dilakukan penyusunan skenario berdasarkan variabel-variabel. Variabel-variabel tersebut dipilah menjadi tiga situasi pesimis (A), moderat (B), dan optimis (C).

Skenario dibentuk berdasarkan kondisi yang memungkinkan terjadi di lapangan.

2.7 *Artificial Neural Network* (ANN)

Artificial Neural Network (ANN) atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan sebuah teknik atau pendekatan pengolahan informasi yang terinspirasi oleh cara kerja sistem saraf biologis, khususnya pada sel otak manusia dalam memproses informasi. Elemen kunci dari teknik ini adalah struktur sistem pengolahan informasi yang bersifat unik dan beragam untuk tiap aplikasi. *Neural Network* terdiri dari sejumlah besar elemen pemrosesan informasi (neuron) yang saling terhubung dan bekerja bersama-sama untuk menyelesaikan sebuah masalah tertentu, yang pada umumnya dalam masalah klasifikasi ataupun prediksi.

Cara kerja *Neural Network* dapat dianalogikan sebagaimana halnya manusia belajar dengan menggunakan contoh atau yang disebut sebagai *supervised learning*. Sebuah *Neural Network* dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi data, dan kemudian disempurnakan melalui proses pembelajaran. Proses belajar yang terjadi dalam sistem biologis melibatkan penyesuaian koneksi sinaptik yang ada antara neuron, dalam halnya pada *Neural Network* penyesuaian koneksi sinaptik antar neuron dilakukan dengan

menyesuaikan nilai bobot yang ada pada tiap konektivitas baik dari *input*, neuron maupun *output*. (Harya Damar, 2016).

Keuntungan lainnya dari penggunaan *Neural Network* termasuk:

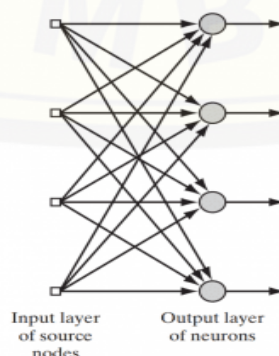
- Pembelajaran adaptif: Kemampuan untuk belajar dalam melakukan tugas-tugas berdasarkan data yang diberikan
- Self-Organization*: Sebuah *Neural Network* dapat membangun representasi dari informasi yang diterimanya selama proses pembelajaran secara mandiri
- Operasi *Real-Time*: Penghitungan *Neural Network* dapat dilakukan secara paralel, sehingga proses komputasi menjadi lebih cepat.

2.7.1 Arsitektur *Neural Network*

Arsitektur yang umum digunakan dalam pembuatan sebuah *neural network* antara lain :

a. *Single Layer*

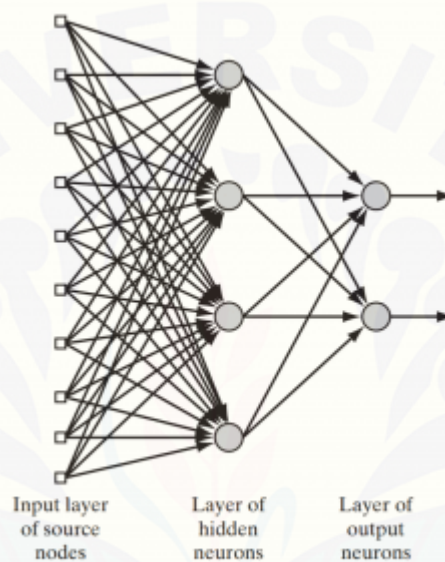
Dalam ANN, neuron disusun dalam bentuk lapisan (*layer*). Pembentukan ANN yang paling sederhana yaitu *single layer*. Cara kerja dari *single layer*, *input layer* yang berasal dari sumber node di proyeksikan langsung ke *output layer* dari neuron (node komputasi), tetapi tidak berlaku sebaliknya. Permodelan ini merupakan jenis jaringan *feedforward*. Pada gambar tersebut *input* dan *output* memiliki 4 node, namun yang dimaksud dengan *single layer* yaitu output dari jaringan, sedangkan inputnya tidak memiliki pengaruh karena pada saat melakukan input tidak terjadi proses komputasi



Gambar 2.4 Arsitektur Single Layer (Aditya, 2018)

b. *Multi Layer*

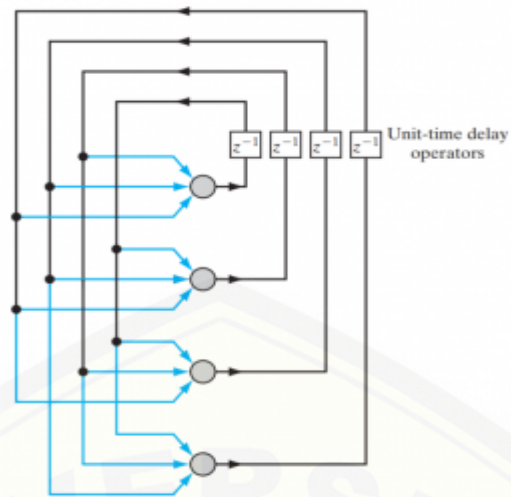
Pada *single layer* apabila terdapat tambahan satu atau dua *hidden layer* maka jaringan akan terganggu karena *input* dan *output* dari jaringan tidak dapat melihat *hidden layer* yang di masukkan. Sehingga memerlukan jaringan yang bisa menampung nya yaitu bernama *multi layer*. Cara kerja *multi layer* adalah *input layer* menyuplai *input vektor* pada jaringan, kemudian *input* yang dimasukkan melakukan komputasi pada layer yang kedua, lalu *output* dari layer yang kedua digunakan sebagai *input* dari layer yang ketiga dan seterusnya.



Gambar 2.5 Arsitektur *Multi Layer* (Aditya, 2018)

c. *Reccurent*

Reccurent network terbentuk karena pada jaringan *single layer* dan *multi layer* harus memiliki *feedback* untuk dirinya sendiri pada setiap loop jaringan nya, pada *reccurent network* jaringan tidak memerlukan *feedback* untuk dirinya sendiri melainkan *feedback* dari input yang digunakan.



Gambar 2.6 Arsitektur *Reccurent* (Aditya, 2018)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Skripsi yang berjudul tentang “Studi Peramalan Beban PT. PLN (Persero) Apj Jember Dengan Menggunakan Metode *Backward Propagation Neural Network* Dan Teknik *Participatory Prospective Analysis*”. Pelaksanaan pembuatan peramalan akan dilaksanakan di Laboratorium Patrang, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang beralamat Jln. Slamet Riyadi no. 62 Patrang Jember.

Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Tugas Akhir

No.	Kegiatan	Bulan ke-									
		I			II			III			
1	Studi literatur dan Pembuatan laporan Bab 1 sampai Bab 3	■	■								
2	Pengambilan Data dan Konsultasi Dosen		■	■	■						
3	Pembuatan Program Peramalan dan Konsultasi					■	■	■			
4	Testing Program dan Konsultasi							■	■		
5	Menganalisa data hasil peramalan dan Konsultasi								■		
6	Pembuatan Laporan									■	■

Keterangan:



: Kegiatan dilaksanakan

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur yang akan dilaksanakan dalam penelitian “Peramalan Beban PT. PLN (Persero) Apj Jember Dengan Menggunakan Metode *Backward Propagation Neural Network* Dan Teknik *Participatory Prospective Analysis*” antara lain:

a. Studi Literatur

Tahap pertama yang akan dilakukan adalah penelusuran sumber referensi yang berhubungan dengan topik penelitian yang akan dilakukan dalam bentuk artikel, buku, jurnal, serta skripsi terdahulu.

b. Pengambilan dan Pemilahan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengambilan data berupa beban listrik terdahulu pada PT. PLN (Persero) APJ Jember serta data terkait pertumbuhan penduduk dan ekonomi daerah Jember dari Badan Pusat Statistik Jember. Data yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- a) Data beban listrik tahun 2010 sampai 2020
- b) Data pertumbuhan penduduk
- c) Data pertumbuhan ekonomi

c. Pembuatan *Neural Network*

Pada tahap ini *neural network* yang akan digunakan untuk melakukan peramalan beban akan dibentuk serta dilakukan klasifikasi data yang didapat menjadi beberapa variabel berdasarkan faktor-faktor yang sudah ditentukan.

d. *Training Neural Network*

Pada tahap ini *neural network* yang sudah dibentuk akan konfigurasi serta dilakukan *training* terhadap data historis beban listrik menggunakan variabel yang sudah ditemukan sebelumnya hingga didapat hasil *training* yang optimal.

e. *Testing Neural Network*

Pada tahap ini *neural network* yang sudah di *training* akan digunakan untuk melakukan peramalan beban listrik berdasarkan data yang sudah didapat sebelumnya. Akan dicari hasil yang paling optimal dalam peramalan tersebut.

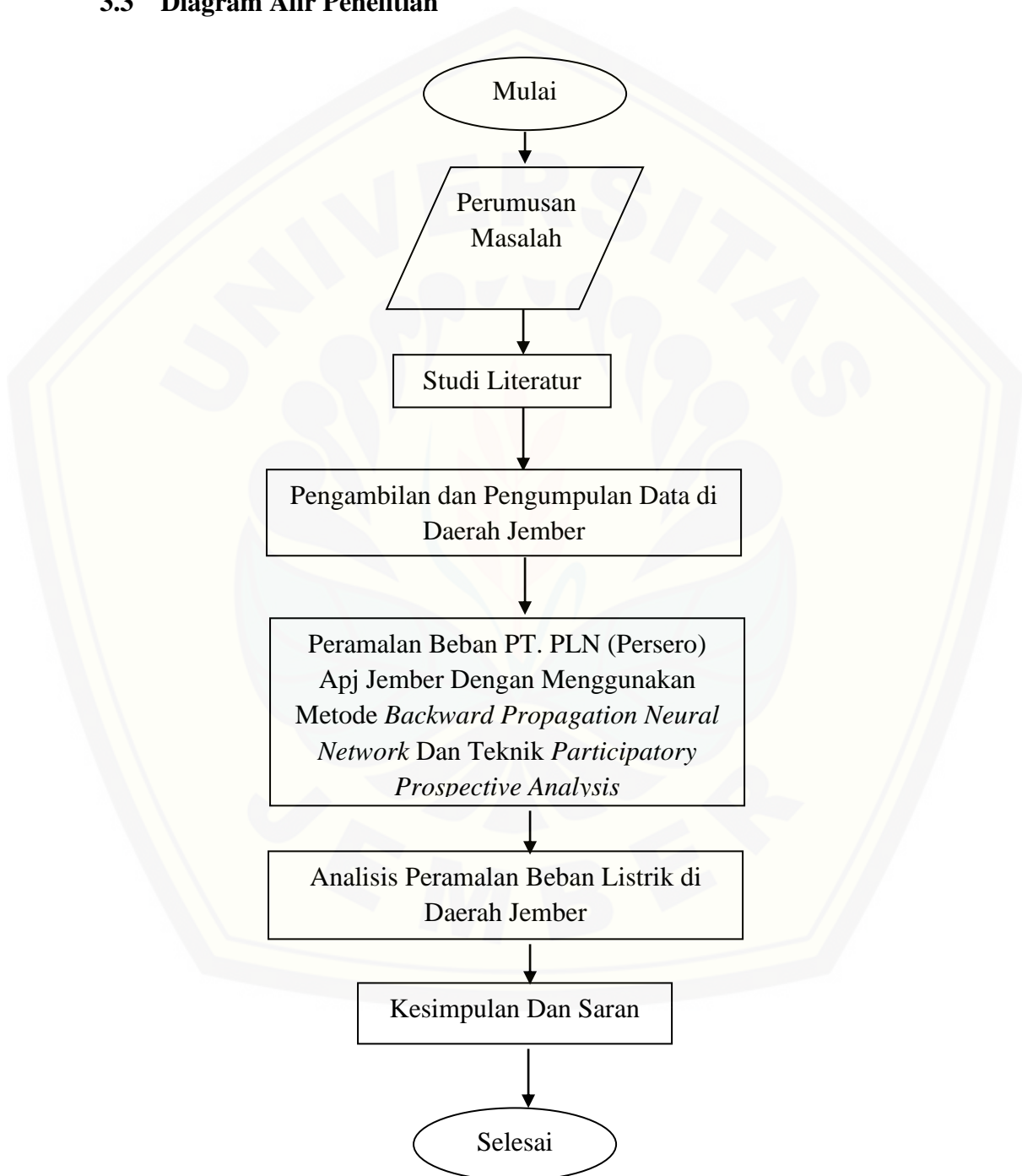
f. Analisa Data dan Pembuatan Laporan

Pada tahap ini akan dilakukan analisa data yang didapatkan dari tahap sebelumnya dan laporan untuk evaluasi dosen dibuat.

g. Kesimpulan dan Saran

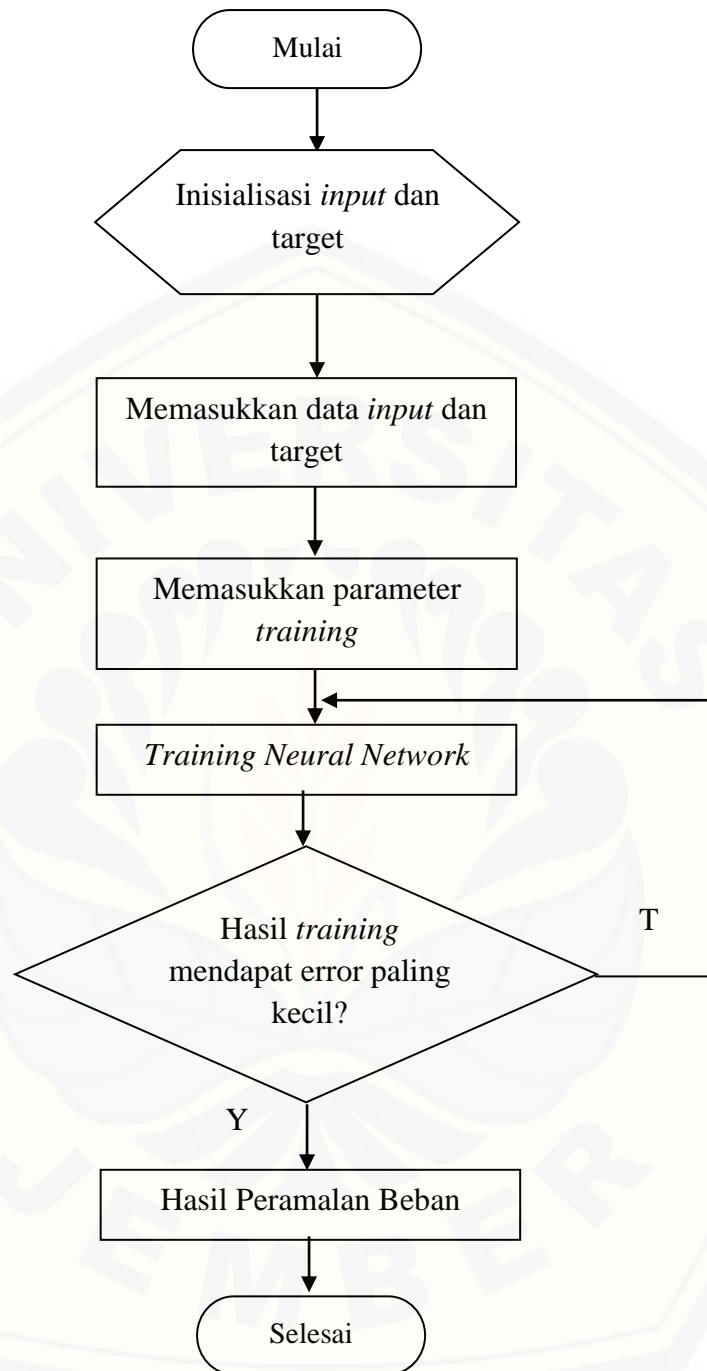
Pada tahap ini kesimpulan akan dibuat berdasarkan analisa data yang sudah didapatkan dari hasil peramalan dan pemberian saran untuk pertimbangan guna pengembangan penelitian kedepannya.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Diagram Alir Peramalan Beban



Gambar 3.2 Diagram Alir Peramalan Beban

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Beban Kabupaten Jember

Dengan tingkat modernisasi dan perkembangan era Digital yang semakin cepat memberikan dampak yang sangat nyata terhadap pertumbuhan penggunaan energi listrik oleh penduduk Kabupaten Jember, dimana pertumbuhan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat hingga 2 kali lipat dalam waktu 1 dekade dikarenakan pada semakin modern dan terintegrasinya Kabupaten Jember pada era Digital ini membuat hampir semua penduduk Jember memiliki alat elektronik terutama Smartphone yang meningkatkan konsumsi daya listrik Kabupaten Jember. Masyarakat Jember umumnya peralatan elektronik berupa kulkas, TV, Smartphone, tingkat penggunaan Smartphone dan Laptop yang semakin meningkat dari tahun ke tahun seiring perkembangan zaman membuat peningkatan kebutuhan energi listrik yang cukup signifikan dikarenakan pada masa sekarang hampir semua orang memiliki Smartphone atau Handphone tidak seperti beberapa tahun sebelumnya dimana hanya orang-orang kalangan tertentu yang memiliki Smartphone bahkan jika dilihat di masyarakat Jember sekarang ini anak SD pun ada yang sudah memiliki Smartphone.

Pertumbuhan ekonomi Jember juga menjadi salah satu faktor dari peningkatan konsumsi energi listrik Kabupaten Jember, dimana beberapa tahun ini Kabupaten Jember mengalami pertumbuhan ekonomi yang cukup pesat. Salah satu contohnya adalah semakin banyaknya bisnis yang muncul serta didirikannya Mall baru seperti TransMart dan Lippo Plaza dalam beberapa tahun kebelakangan yang menjadi indikator pertumbuhan ekonomi Jember yang pesat. Pertumbuhan industri di Kabupaten Jember juga menjadi salah satu faktor penting terhadap pertumbuhan ekonomi dan kebutuhan energi kabupaten Jember.

Ada juga faktor yang tidak terduga dalam pertumbuhan kebutuhan energi Kabupaten Jember yang sebelumnya tidak ada yaitu peraturan Pemerintah untuk melakukan kegiatan kerja dirumah yang disebabkan oleh pandemi COVID-19 yang sudah terjadi cukup lama memasuki 2 tahun. Karena mayoritas dari pekerja kantor di haruskan untuk kerja dirumah hal ini membuat penggunaan energi listrik

di rumah semakin besar pada tahun 2019 dan 2020. Serta banyaknya anak-anak yang harus melakukan sekolah daring dimana anak-anak tersebut menggunakan alat elektronik seperti laptop maupun smartphone untuk kegiatan pembelajaran yang juga meningkatkan penggunaan energi listrik di rumah.

Berikut ini merupakan tabel data beban puncak wilayah Jember dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020 serta tabel penggunaan energi listrik berdasarkan sektor dari tahun 2018- 2020.



Tabel 4.1 Data Beban Puncak Wilayah Jember 2010- 2020

No	Bulan	Beban (Watt)										
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Januari	42024000	50303000	46784000	51799000	58888000	64073000	64243000	66011000	76307142	82717384	88588862
2	Februari	40477000	41429000	48178000	54842000	55930000	56236000	59772000	62305000	70022271	74539705	84834552
3	Maret	42007000	50303000	59517000	56304000	55947000	64413000	63852000	63325000	79399382	83512327	93236241
4	April	42058000	44982000	46291000	57562000	55318000	60469000	65943000	61030000	78765201	82858302	96265314
5	Mei	44336000	44387000	58718000	52411000	67065000	70210000	64090000	65841000	81913299	87867877	92629418
6	Juni	42806000	49776000	47192000	50796000	59245000	56916000	62900000	61999000	77403136	82093733	96788412
7	Juli	41310000	56780000	48552000	66997000	57834000	57035000	61319000	58055000	79977812	82625138	92797680
8	Agustus	40817000	45288000	54179000	52751000	55080000	61523000	64991000	63665000	78627193	83064445	93574498
9	September	48416000	60384000	51612000	56049000	58633000	70380000	76959000	65178000	77691092	81002411	102142919
10	Oktober	48909000	48365000	57001000	61098000	59619000	71791000	65076000	60112000	85125133	87764446	97111532
11	November	41922000	50388000	51612000	52819000	62798000	61914000	66215000	65025000	83550006	88386393	107033194
12	Desember	41293000	50847000	57919000	62237000	62798000	68476000	77843000	70975000	82563346	88814288	98074350
Kumulatif		516375000	593232000	627555000	675665000	709155000	763436000	793203000	763521000	951345013	1005246449	1143076972

Tabel 4.2 Data Beban Berdasarkan Sektor Wilayah Jember 2018

TARIF	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
PEMKAB JEMBER						
SOSIAL	4,631,606	4,340,649	5,029,307	5,007,809	5,033,856	4,371,307
RUMAH TANGGA	50,166,492	45,613,516	51,108,721	50,866,434	53,948,443	53,085,992
BISNIS	10,417,118	9,807,047	11,195,560	11,036,749	11,274,291	10,484,900
INDUSTRI	6,933,691	6,271,352	7,968,027	7,740,371	7,526,741	5,553,411
PUBLIK	4,138,349	3,962,657	4,068,268	4,083,746	4,103,489	3,872,295
LAYANAN KHUSUS	19,886	27,050	29,499	30,092	26,479	35,231
TOTAL	76,307,142	70,022,271	79,399,382	78,765,201	81,913,299	77,403,136
JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	KUMULATIF
4,495,890	4,667,898	4,912,345	5,690,002	5,407,650	5,168,973	58,757,292
51,673,734	51,058,053	49,695,818	54,603,717	55,030,173	54,744,977	621,596,070
10,823,592	10,618,395	10,619,778	11,934,384	11,549,592	12,302,118	132,063,524
8,906,314	8,218,843	8,436,206	8,901,684	7,676,153	6,243,405	90,376,198
4,052,930	4,027,427	4,001,051	3,970,027	3,854,091	4,060,578	48,194,908
25,352	36,577	25,894	25,319	32,347	43,295	357,021
79,977,812	78,627,193	77,691,092	85,125,133	83,550,006	82,563,346	951,345,013

Tabel 4.3 Data Beban Berdasarkan Sektor Wilayah Jember 2019

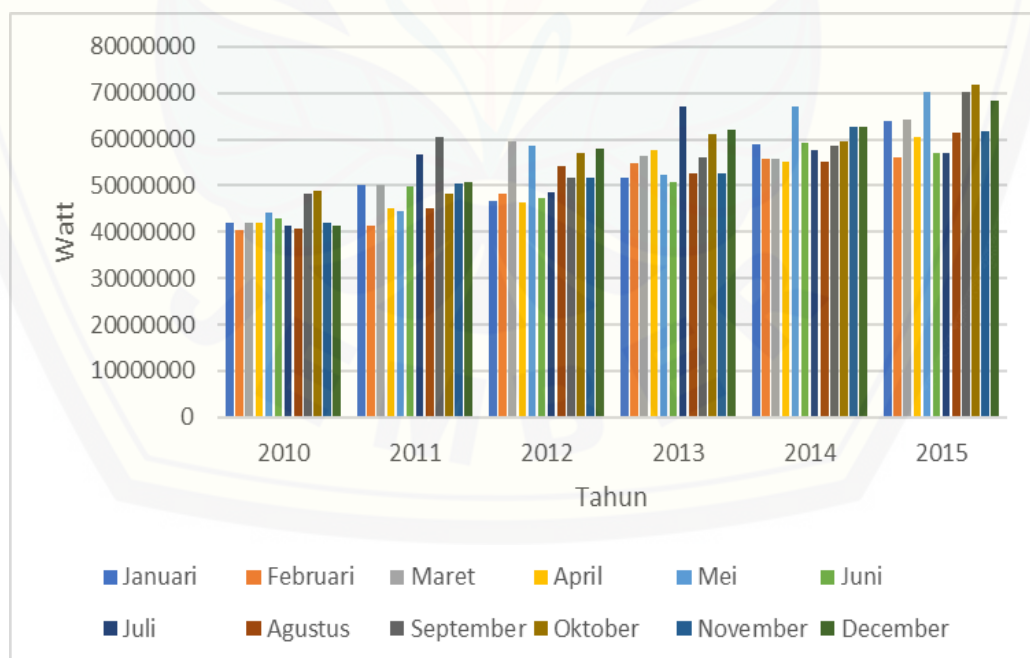
TARIF	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
PEMKAB JEMBER						
SOSIAL	5,335,541	4,901,745	5,625,272	5,757,546	5,709,267	4,861,083
RUMAH TANGGA	53,663,624	48,137,462	53,171,191	53,425,181	57,728,764	55,129,970
BISNIS	12,008,740	11,033,960	12,048,966	11,868,715	12,412,536	11,230,721
INDUSTRI	7,817,454	6,835,636	8,798,329	7,941,353	8,169,715	7,191,648
PUBLIK	3,854,600	3,613,274	3,843,124	3,840,400	3,822,222	3,653,667
LAYANAN KHUSUS	37,425	17,628	25,445	25,107	25,373	26,644
TOTAL	82,717,384	74,539,705	83,512,327	82,858,302	87,867,877	82,093,733
JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	KUMULATIF
5,322,932	5,407,588	5,806,173	6,515,875	5,901,086	5,600,133	66,744,241
52,718,341	53,056,776	52,107,457	56,287,387	57,185,906	58,802,256	651,414,315
11,712,680	11,576,987	11,533,739	12,803,544	12,909,542	12,967,679	144,107,809
9,050,781	9,186,502	7,762,013	8,123,524	8,451,813	7,452,193	96,780,961
3,793,348	3,777,510	3,760,886	3,987,300	3,893,244	3,936,505	45,776,080
27,056	59,082	32,143	46,816	44,802	55,522	423,043
82,625,138	83,064,445	81,002,411	87,764,446	88,386,393	88,814,288	1,005,246,449

Tabel 4.4 Data Beban Berdasarkan Sektor Wilayah Jember 2020

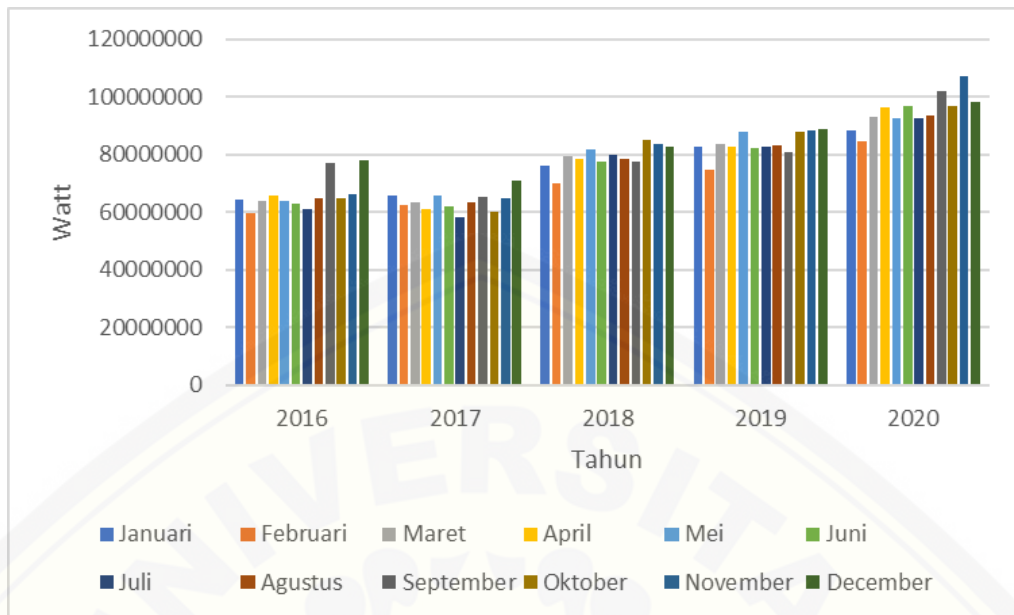
TARIF	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
PEMKAB JEMBER						
SOSIAL	5,486,277	5,355,398	5,183,779	4,449,403	4,902,115	4,545,386
RUMAH TANGGA	58,589,555	55,937,850	61,869,948	67,113,951	63,051,057	64,572,409
BISNIS	12,579,392	12,111,146	12,560,257	10,688,991	10,752,318	10,845,144
INDUSTRI	7,955,183	7,572,233	9,550,407	10,191,184	10,295,438	12,957,172
PUBLIK	3,938,004	3,827,679	4,041,016	3,787,773	3,611,345	3,848,180
LAYANAN KHUSUS	40,451	30,246	30,834	34,012	17,145	20,121
TOTAL	88,588,862	84,834,552	93,236,241	96,265,314	92,629,418	96,788,412
JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	KUMULATIF
4,635,559	4,661,331	4,861,081	4,994,458	4,962,749	4,871,401	58,908,937
63,720,924	63,351,493	63,542,440	65,864,644	65,093,839	65,524,151	758,232,261
11,054,346	10,975,465	11,133,070	11,791,908	11,408,029	11,829,459	137,729,525
9,513,913	10,685,076	18,719,824	10,508,044	21,669,597	12,025,203	141,643,274
3,851,686	3,860,918	3,864,832	3,895,191	3,851,700	3,764,700	46,143,024
21,252	40,215	21,672	57,287	47,280	59,436	419,951
92,797,680	93,574,498	102,142,919	97,111,532	107,033,194	98,074,350	1,143,076,972

Pada tabel 4.1 adalah data heban historis Kabupaten Jember dari tahun 2010 sampai dengan 2020 yang berupa beban puncak bulanan selama satu tahun. Dari data-data pada tabel 4.1 di atas data tahun 2014 sampai dengan tahun 2020 akan digunakan sebagai data pelatihan dan pengujian pada *neural network*.

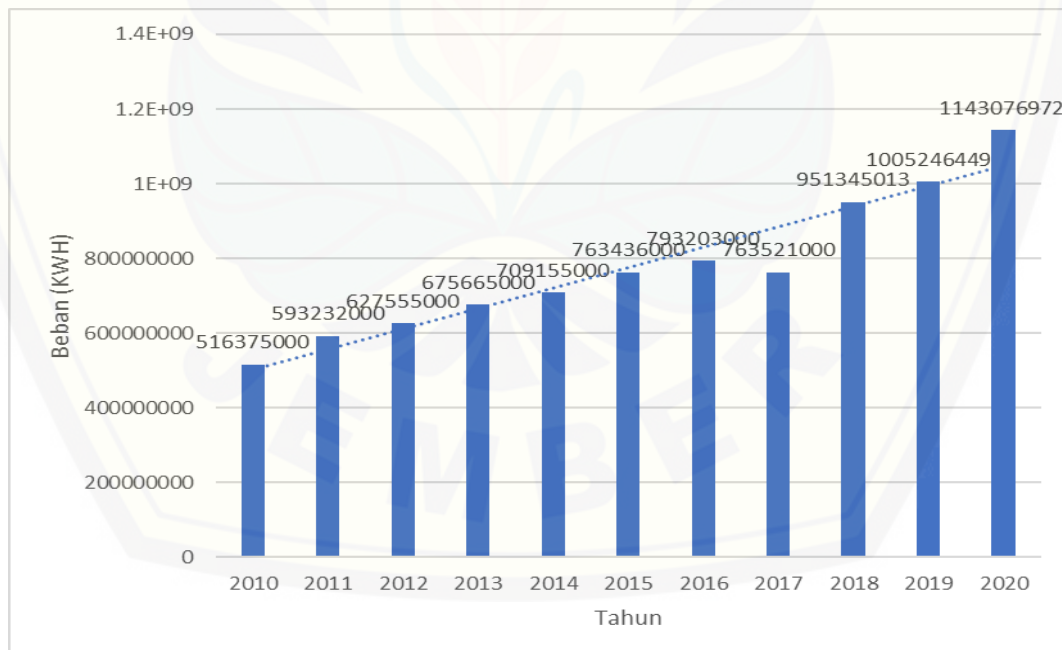
Dari data pada tabel 4.1 diketahui bahwa karakteristik data beban puncak wilayah Jember tersebut mengalami peningkatan tiap tahunnya, terutama saat memasuki waktu liburan yaitu pada bulan akhir tahun dan awal tahun selanjutnya, adapula bulang yang mengalami naik turun pada tiap tahunnya, hal ini terjadi karena kondisi lapangan yang berbeda-beda tiap tahunnya. Pertumbuhan ekonomi juga memiliki pengaruh yang cukup besar dimana ketika pertumbuhan ekonomi Jember semakin besar maka pertumbuhan kebutuhan energi listrik juga akan semakin besar. Dari data tabel 4.1 diketahui juga bahwa lonjakan paling besar sering terjadi pada bulan Desember, hal ini terjadi karena pada bulan desember banyak kegiatan yang menggunakan energi listrik seperti perayaan natal dan tahun baru serta Desember merupakan awal libur panjang.



Gambar 4.1 Grafik Perubahan Data Beban Puncak di Kabupaten Jember dari Tahun 2010 – 2015 (Data PT. PLN (Persero) APJ Jember)



Gambar 4.2 Grafik Perubahan Data Beban Puncak di Kabupaten Jember dari Tahun 2016 – 2020 (Data PT. PLN (Persero) APJ Jember)



Gambar 4.3 Grafik Total Beban Puncak di Kabupaten Jember dari tahun 2010 - 2020

Dari gambar 4.1 dan 4.2 dapat diketahui bahwa perubahan data beban puncak terjadi fluktuatif, dimana pada beberapa bulan tertentu terjadi peningkatan

beban yang signifikan namun pada tahun selanjutnya terjadi penurunan dan bulan lainnya terjadi kenaikan. Hal ini terjadi karena penggunaan di konsumen yang selalu berbeda- tergantung dari kebutuhan serta kegiatan pada bulan tersebut.

Dari gambar 4.3 juga dapat diketahui bahwa dalam jangka waktu 2010 sampai dengan 2020 telah terjadi peningkatan penggunaan daya listrik yang signifikan dimana beban pada tahun 2020 adalah 2 kali dari daya tahun 2010 yang menunjukkan pertumbuhan yang besar dari total beban pada tahun 2010 sebesar 516.375.000 WATT menjadi 1.143.076.972 WATT pada tahun 2020.

4.2 Data Pertumbuhan Penduduk Jember



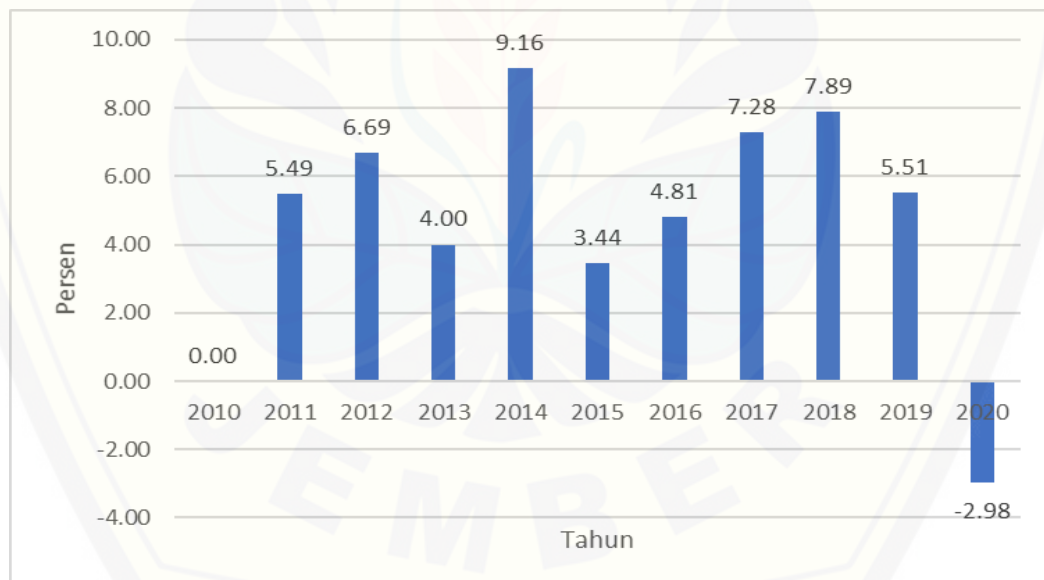
Gambar 4.4 Grafik Pertumbuhan Penduduk Tiap Tahunnya Berdasarkan Data Sensus Pada Tahun 2010 dan 2020

Data pertumbuhan penduduk di Kabupaten Jember didapat dari sensus penduduk Jember yang dilakukan pada tahun 2010 dan 2020. Kabupaten Jember mengalami pertumbuhan penduduk sebesar 8,75% dari jumlah penduduk

sebanyak 2.332.726 jiwa pada tahun 2010 menjadi 2.536.729 jiwa pada tahun 2020 dengan total kenaikan jumlah penduduk sebanyak 204.003 jiwa. Data ini didapat dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember

Pada gambar 4.4 data dari BPD Kabupaten Jember dilakukan pengolahan data dengan cara asumsi dengan membagi 204.003 dengan 10 untuk mendapatkan nilai pertambahan penduduk tiap tahunnya, dimana didapat pertumbuhan penduduk sebanyak 20.400,3 tiap tahunnya. Hal ini dilakukan karena tidak adanya data pertumbuhan tiap tahunnya yang akurat karena sensus di Kabupaten jember dilaksanakan pada tahun 2010 dan 2020 saja serta untuk mempermudah program mengolah data untuk melakukan peramalan, tanpa dilakukannya hal ini program tidak dapat meramal pertumbuhan beban secara akurat.

4.3 Data Pertumbuhan Ekonomi



Gambar 4.5 Grafik Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Berdasarkan Data BPS Kabupaten Jember pada tahun 2010 dan 2020

Data pertumbuhan ekonomi pada gambar 4.5 Kabupaten Jember didapat dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. Pada data tersebut data tahun 2010 digunakan sebagai patokan awal karena itu nilai pertumbuhannya 0%. Kabupaten

Jember mengalami pertumbuhan ekonomi terbesar pada tahun 2014 sebesar 9,16% dan terendah pada tahun 2020 dimana terjadi kontraksi sebesar -2,98%. data ini hanya menunjukkan besar persentase dari pertumbuhan ekonomi dari Kabupaten Jember dikarenakan dija menggunakan data aslinya maka program akan kesulitan dalam mengolah data tersebut.

Data pertumbuhan ekonomi ini selanjutnya akan diolah kembali untuk mempermudah program *Neural Network* dalam melakukan pelatihan dan pengujian dari *Neural Network*.

4.4 Penentuan Variabel Menggunakan *Participatory Prospective Analysis*

Dalam penelitian ini untuk melakukan peramalan beban harus ditentukan variabel yang memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan beban dia daerah Kabupaten Jember. Dua variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi dari Kabupaten Jember dimana kedua variabel tersebut memiliki dampak terhadap pertumbuhan beban. Pengaruh pertumbuhan penduduk bergerak linear terhadap pertumbuhan beban dimana semakin banyak jumlah penduduk maka akan semakin besar penggunaan listrik. Pengaruh pertumbuhan ekonomi juga bergerak linear terhadap pertumbuhan beban dimana semakin besar pertumbuhan ekonomi suatu daerah maka kualitas hidup juga akan semakin meningkat, peningkatan kualitas hidup ini juga berpengaruh terhadap daya beli dari masyarakat dimana pada era digital terinterkoneksi ini semakin banyak masyarakat yang memiliki peralatan elektronik seperti smartphone dan laptop yang membuat terjadinya peningkatan penggunaan energi listrik.

Selanjutnya menentukan nilai dari variabel untuk beberapa tahun kedepan. Untuk variabel pertumbuhan ekonomi dapat ditentukan dengan melakukan observasi tren yang terjadi di lapangan, dimana pada tahun 2020 Kabupaten jember mengalami kontraksi di sektor ekonomi sebesar -2,98% dan berdasarkan pengamatan di lapangan kemungkinan terjadinya kontraksi di sektor ekonomi bisa terjadi lagi karena masih adanya pandemi COVID-19 yang masih menyerang negara Indonesia serta kembali diadakannya PPKM di daerah jawa-bali akibat

peningkatan kasus COVID biarpun sudah diadakannya program vaksinasi yang akan menurunkan kinerja perekonomian daerah Jawa-Bali sehingga dapat diasumsikan bahwa skenario pesimis adalah pertumbuhan -2,89% sama seperti tahun 2020, skenario moderat dimana pertumbuhan ekonomi adalah setengah dari rata-rata pertumbuhan ekonomi tahun-tahun sebelumnya yaitu 2,33%, dan skenario optimis dimana pertumbuhan adalah rata-rata pertumbuhan ekonomi tahun-tahun sebelumnya yaitu 4,66%.

Untuk pertumbuhan penduduk dapat ditentukan dengan mengambil rata-rata pertumbuhan penduduk berdasarkan data sensus penduduk 2010 dan 2020 dimana terjadi pertumbuhan sebesar 8,75% dari tahun 2010 dimana penduduk berjumlah 2.332.726 jiwa menjadi 2.536.729 jiwa pada tahun 2020 dengan rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 20.400,3. Dari data ini dapat diasumsikan bahwa pertumbuhan kedepannya akan memiliki besaran rata-rata yang sama untuk 5 tahun kedepan yang membuat perkiraan penduduk Kabupaten Jember pada tahun 2025 menjadi 2.638.731 jiwa dimana diketahui bahwa biarpun perekonomian menurun pertumbuhan penduduk suatu daerah akan terus dan tidak akan mengalami penurunan kecuali jika daerah tersebut mengalami bencana luar biasa yang memakan banyak korban, terjadinya migrasi penduduk secara besar-besaran. Oleh karena itu pada skenario pesimis, moderat dan optimis memiliki nilai yang sama yaitu pertumbuhan 20.400,3 jiwa pertahun.

Lalu menentukan skenario mana yang paling memungkinkan berdasarkan tren yang terjadi dilapangan, karena variabel yang memiliki variasi adalah pertumbuhan ekonomi maka akan dilakukan asumsi kedepannya terhadap pertumbuhan ekonomi dari tahun 2021 sampai dengan 2025. Diasumsikan bahwa tahun 2021 akan mengalami skenario pesimis dikarenakan masih terjadinya pandemi COVID-19 yang membuat perekonomian mengalami kontraksi serta dilaksanakan kembali PPKM di daerah Jawa-Bali yang akan kembali menurunkan perekonomian negara Indonesia termasuk perekonomian Kabupaten Jember biarpun sudah dilaksanakannya program vaksinasi Nasional COVID-19. Untuk tahun 2022 diasumsikan bahwa pada tahun pandemi COVID-19 sudah dapat diatasi karena pada tahun ini mayoritas penduduk Indonesia sudah mendapatkan

vaksin berdasarkan program vaksinasi pemerintah yang akan selesai pada bulan Mei 2022 sehingga dapat diasumsikan perekonomian akan mengalami peningkatan kembali biarpun tidak sebesar tahun-tahun sebelumnya. Untuk tahun 2023 sampai tahun 2024 diasumsikan perekonomian kabupaten Jember sudah kembali mencapai pertumbuhan normal dimana nilai pertumbuhan yang diambil adalah pertumbuhan rata-rata tahun 2010 sampai tahun 2020 sebesar 4,66%.

4.5 Data Pelatihan *Neural Network*

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data beban 2015 sampai dengan tahun 2020, data pertumbuhan ekonomi 2015 sampai dengan 2020, dan data kependudukan dari tahun 2015 sampai dengan 2020. Data - data tersebut kemudian akan dilakukan pengolahan lebih lanjut untuk dijadikan sebagai data *input* dan data *output* untuk pelatihan *neural network* dimana dari data-data tersebut akan dibagi menjadi data sebagai berikut:

1. Data beban tiap bulannya dari tahun 2010 sampai dengan 2020 akan dilakukan pembagian terhadap jumlah penduduk tiap bulannya dari tahun 2010 sampai dengan 2020 untuk didapat rata rata penggunaan Watt per bulan untuk tiap orang. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pemrosesan data dan training yang akan dilakukan pada *neural network*.
2. Data ekonomi dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2020 dibagi 12 berdasarkan bulannya untuk didapatkan data pertumbuhan ekonomi rata rata tiap bulannya.
3. Data ekonomi pada tahun 2010 yang bernilai 0 akan dimasukkan ganti dengan nilai tertentu untuk menjadi nilai patokan yang akan digunakan selanjutnya.
4. Mengalikan data tahun 2010 dengan hasil pertumbuhan ekonomi rata rata per bulannya untuk tahun 2011 sampai dengan tahun 2020 untuk didapatkan data rata - rata ekonomi tiap bulannya.
5. Melakukan penyusunan data *input* dan *output* menggunakan kedua data yang sudah didapatkan.

6. Data yang digunakan sebagai data pelatihan terdiri atas data *input* dengan ukuran matrix 12 x 10 dan output dengan ukuran matrix 12 x 5. Data *input* tersebut adalah data dalam periode 5 tahun dan data target adalah data selama 1 tahun.
7. Untuk pelatihan neural network akan dilakukan penggeseran data *input* dan *output* berdasarkan tahunnya dimana data *input* tahun 2010 akan digunakan untuk untuk mendapatkan data *output* tahun 2011 dan seterusnya . hingga mencapai data *input* tahun 2019 dan data *output* tahun 2020.
8. Pengujian dilakukan untuk menemukan tingkat keandalan dari *neural network* yang sudah dibuat.
9. Untuk data tahun ekonomi 2021 dan seterusnya didapatkan dengan melakukan observasi lapangan dan data - data sebelumnya untuk melakukan pengambilan keputusan menggunakan teknik *Participatory Prospective Analysis* berdasarkan tren yang terjadi.

4.6 Hasil dan Analisis Pelatihan Beban Menggunakan Neural Network

Hasil dan analisis data pada peramalan beban ini terdiri atas hasil pelatihan (*training*) yang dilakukan kepada *neural network* dengan menggunakan optimasi *backward propagation* dalam pelatihannya, hasil pengujian yang berupa ramalan data *input* terhadap *output* dan membandingkan data *output* beban terhadap data historis PLN, dan hasil peramalan beban listrik yang menggunakan teknik *Participatory Propective Analysis* untuk mengambil keputusan kedepannya tentang variabel yang sudah ditentukan berdasarkan tren yang ada di lapangan.

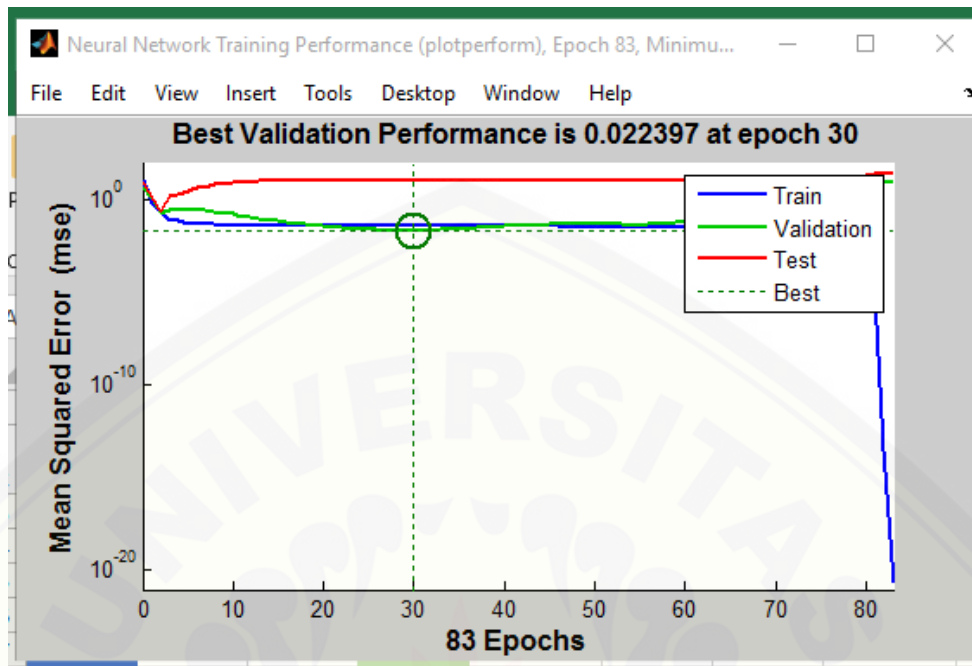
Pelatihan *neural network* dengan optimasi *backward propagation* menggunakan data beban tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 serta data kependudukan dan perekonomian tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 yang telah dikonversi menjadi data *input* data yang berisi matrix 10 x 12 yang merupakan data selama 60 bulan yang digunakan untuk meramal data *output* yang berupa matrix 5 x 12 yang berisi data beban dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2020.

Dalam proses pelatihan harus ditentukan parameter pelatihan untuk meningkatkan akurasi dan performa dari *neural network* berupa parameter seperti jumlah *hidden layer*, nilai *error* maksimal dan minimal, dan *epoch*, maka pelatihan akan berhenti jika salah satu parameter tersebut telah tercapai. Tabel error yang menunjukkan nilai error antara error terbaik dan error terakhir dalam melakukan beberapa percobaan saat proses pelatihan jaringan yaitu seperti berikut:

Tabel 4.5 Hasil *Error* dari Pelatihan

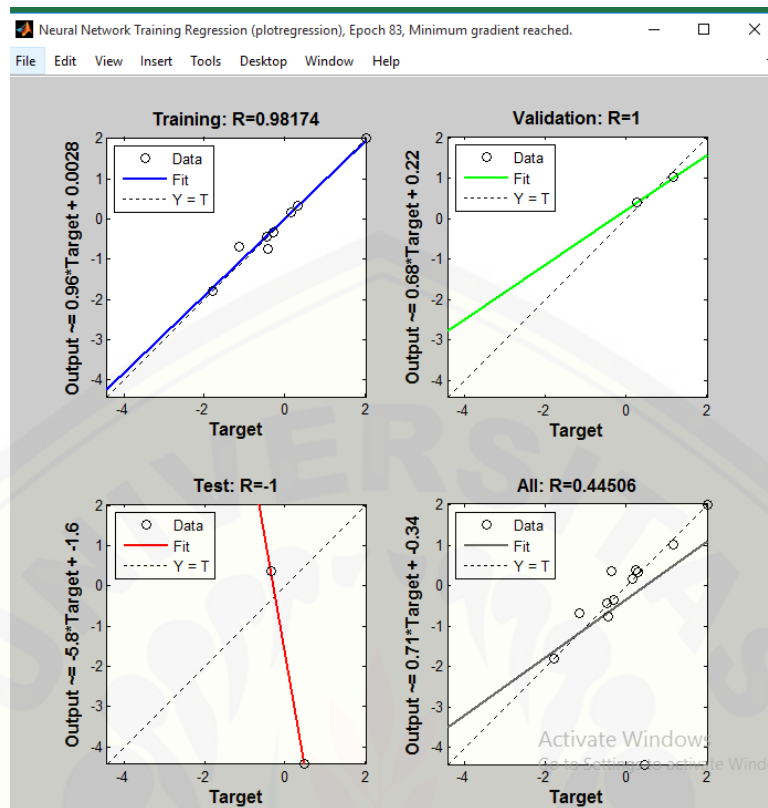
Percobaan	<i>Error</i> Terbaik	Struktur Terbaik
1	0.0075627	Hidden layer ke 3, Neuron = 1
2	0.099742	Hidden layer ke 1, Neuron = 3
3	0.29528	Hidden layer ke 2, Neuron = 12
4	0.0098012	Hidden layer ke 3, Neuron = 5
5	0.097281	Hidden layer ke 1, Neuron = 4

Berdasarkan tabel 4.4 yang merupakan tabel hasil *error* dari pelatihan, maka struktur jaringan yang digunakan untuk jaringan peramalan yaitu struktur jaringan pada percobaan ke-1, dan ke-4 dengan melihat kecilnya konstanta *error* terbaik selama pelatihan. Dari sini dilakukan pengujian terhadap *neural network*. Dari pengujian didapat bahwa percobaan ke 4 yang memiliki tingkat error terendah antara hasil simulasi dengan data beban historis PLN



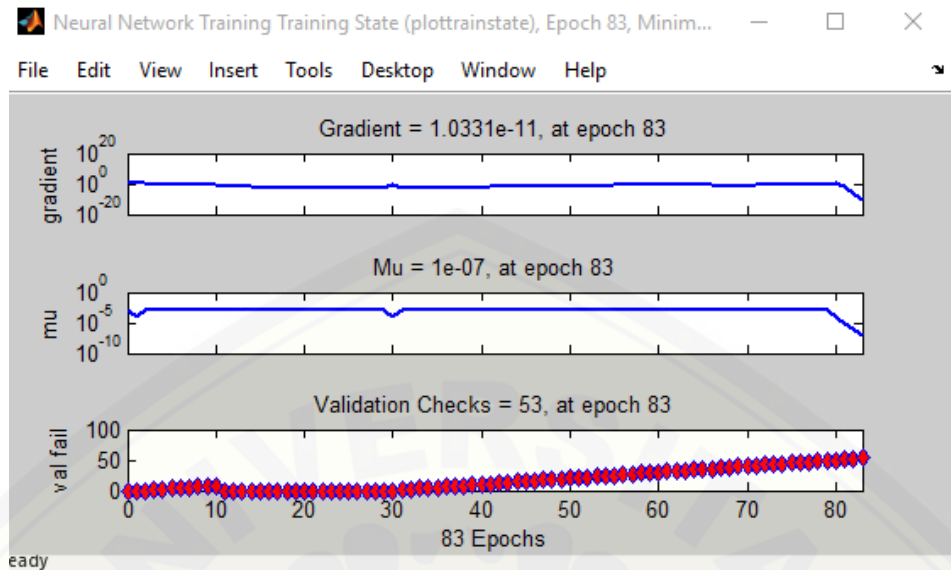
Gambar 4.6 Grafik Performa Dari *Neural Network*

Pada gambar 4.6 berikut merupakan grafik *performance* yang didapat dari pelatihan terakhir jaringan. Dapat dilihat bahwa hubungan antara *validation* terhadap *train* hal ini menunjukkan bahwa neural network telah mencapai gradien *output* yang cukup memuaskan pada *epoch* 30 dimana performa mendekati nol. Pelatihan berhenti pada *epoch* atau iterasi ke 83 karena nilai gradien telah mencapai batas minimum yang sudah ditentukan, dimana ketika nilai minimum gradien tersebut dicapai maka neural network akan secara otomatis berhenti melakukan pembelajaran data. Adapula kurva validasi yang dimana nilai validasi digunakan untuk melakukan pengecekan terhadap data set yang digunakan pada training.



Gambar 4.7 Grafik *Regression* Pelatihan *Neural Network*

Pada gambar 4.7 berikut merupakan gambar grafik dari *regression neural network*, dimana terdapat 4 grafik yang muncul dikarenakan penggunaan data input yang berupa matrix 2×12 dengan output 1×12 yang digunakan sebagai data training. Dimana grafik regresi *training* memiliki nilai r mendekati $r=1$, grafik regresi *validasi* yang memiliki nilai $r=1$, grafik regresi dari *test* yang memiliki nilai $r=-1$ dan grafik regresi keseluruhan sistem yang memiliki nilai $r=-0.44506$.



Gambar 4.8 Grafik Pelatihan *Neural Network*

Pada gambar 4.8 didapatkan grafik pelatihan *neural network* yang berupa grafik toleransi gradien terhadap μ serta *validation check* terhadap data hasil pelatihan terhadap data *target*. Dimana ketika *neural network* telah mencapai nilai gradien minimum maka nilai dari μ atau momentum juga akan mengalami penurunan sedangkan *validation check* mengalami peningkatan karena pada *epoch* setelah 30 didapatkan nilai validasi yang tidak sesuai. Ketidaksiesuaian ini maksudnya adalah nilai terbaik dimana setelah *epoch* 30 tidak terjadi perubahan yang signifikan dalam pelatihan.

4.7 Hasil dan Analisa Pengujian Data Peramalan Beban pada *Neural Network*

Pengujian data peramalan beban menggunakan *neural network* dengan optimasi *backward propagation* menggunakan data beban tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 serta data kependudukan dan perekonomian tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 yang telah dikonversi menjadi data *input* data yang berisi matrix 10 x 12 yang merupakan data selama 60 bulan yang digunakan untuk meramal data *output* yang berupa data beban listrik

Yang pertama dilakukan yaitu memasukkan data *input* dan *output* yang telah dikumpulkan kedalam dua *workspace* di MATLAB. *Workspace 2015* diisi oleh

data yang didapat dari konversi data beban, ekonomi dan penduduk dari tahun 2014, *workspace* 2016 dengan data tahun 2019 dan seterusnya hingga *workspace* 2020 dimana tiap *workspace* memiliki ukuran matrix 2×12 .

Kemudian data tersebut akan dinormalisasikan agar dapat diolah lebih mudah oleh jaringan neural network yang sudah dibuat dengan menggunakan fungsi $an = \text{trastd}(U_{jil}, \text{meanp}, \text{stdp})$; . Lalu data yang telah dinormalisasi akan dilakukan pengujian dengan menggunakan fungsi $cn = \text{sim}(\text{netWr}, an)$; terhadap *neural network* yang sudah dilatih sebelumnya untuk mendapatkan data beban pengujian yang ternormalisasi.

Selanjutnya data yang sudah didapat akan dilakukan denormalisasi dengan menggunakan fungsi $c1 = \text{poststd}(cn, \text{meant}, \text{stdt})$; untuk mendapatkan data dalam bentuk satuan Watt. Lakukan seluruh pengujian *workspace* 2015 sampai dengan 2020 untuk mendapatkan MAPE dari *neural network* secara keseluruhan dengan membandingkan antara data historis baban dengan data hasil pengujian.

Setelah mendapatkan nilai MAPE dilanjutkan dengan melakukan peramalan menggunakan *neural network* yang sudah dilatih dan diuji sebelumnya. Masukkan data tahun 2020 ke *workspace* 2021 seperti sebelumnya yang sudah dilakukan sebelumnya pada pengujian, dari *workspace* akan didapat nilai beban 2021 hasil ramalan dari *neural network*. Selanjutnya data hasil peramalan 2021 yang didapat dikonversi untuk mendapatkan data input untuk *workspace* 2022 untuk menghasilkan data beban 2022 dan langkah tersebut dilakukan berulang hingga didapat data *workspace* 2024 yang akan menghasilkan data beban 2025.

Tabel data perbandingan beban puncak historis yang didapat dari PT. PLN (Persero) APJ Jember dengan data hasil peramalan beban menggunakan *neural network* dengan optimasi *levenberg marquardt* disajikan seperti berikut:

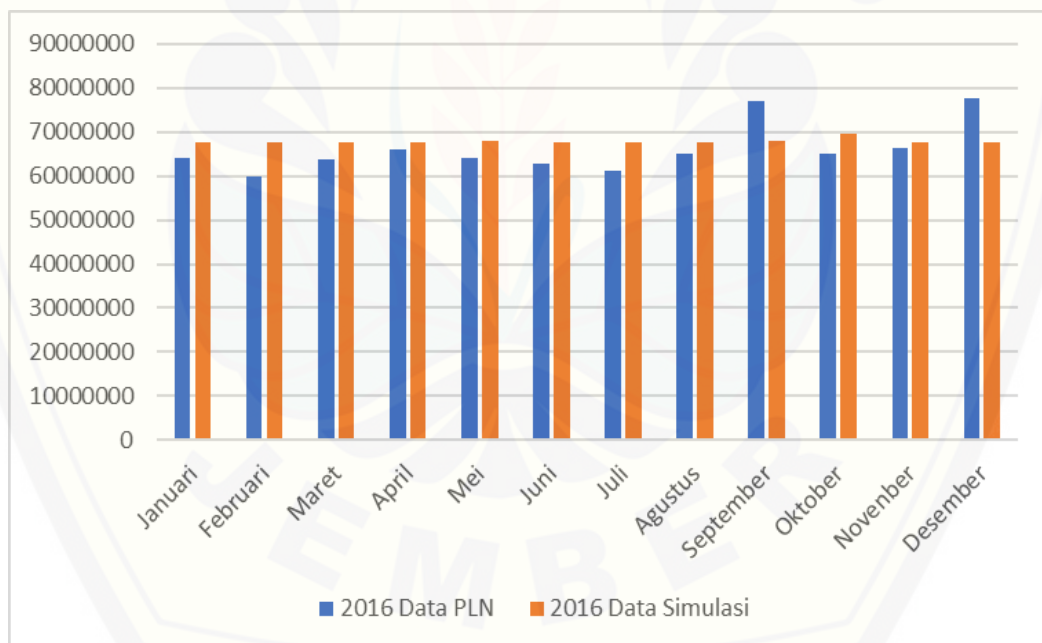
Tabel 4.6 Perbandingan Data Beban Historis dengan Beban Peramalan NN

No	Tahun	Bulan	Beban Puncak PLN	Beban Puncak Peramalan	Perbedaan Watt	Error %
1	2016	Januari	64243000	67787469.7	-3544469.67	-5.51729
2		Februari	59772000	67787459.9	-8015459.88	-13.4101
3		Maret	63852000	67787475.4	-3935475.37	-6.16343
4		April	65943000	67787459.9	-1844459.9	-2.79705
5		Mei	64090000	67881922.2	-3791922.22	-5.91656
6		Juni	62900000	67787459.9	-4887459.92	-7.77021
7		Juli	61319000	67787460.1	-6468460.12	-10.5489
8		Agustus	64991000	67787460.1	-2796460.14	-4.30284
9		September	76959000	67941148.8	9017851.21	11.71773
10		Oktober	65076000	69478847.5	-4402847.52	-6.7657
11		November	66215000	67787460.4	-1572460.41	-2.37478
12		Desember	77843000	67791718.5	10051281.5	12.91225
13	2017	Januari	66011000	67787463.9	-1776463.93	-2.69116
14		Februari	62305000	67787460	-5482459.99	-8.79939
15		Maret	63325000	67787462.3	-4462462.3	-7.04692
16		April	61030000	67787504.4	-6757504.39	-11.0724
17		Mei	65841000	67787463.2	-1946463.19	-2.95631
18		Juni	61999000	67787460.6	-5788460.63	-9.33638
19		Juli	58055000	67787460.8	-9732460.82	-16.7642
20		Agustus	63665000	67787470.8	-4122470.83	-6.47525
21		September	65178000	74846400.7	-9668400.72	-14.8338
22		Oktober	60112000	67787472.1	-7675472.14	-12.7686
23		November	65025000	67787523.9	-2762523.89	-4.2484
24		Desember	70975000	74892579.5	-3917579.51	-5.51966
25	2018	Januari	76307142	67787924.8	8519217.2	11.16438
26		Februari	70022271	67787554.5	2234716.49	3.191437
27		Maret	79399382	67793727.7	11605654.3	14.61681
28		April	78765201	67791848.2	10973352.8	13.93173
29		Mei	81913299	67788005.2	14125293.8	17.2442
30		Juni	77403136	67789164.4	9613971.56	12.42065
31		Juli	79977812	69161733.9	10816078.1	13.52385
32		Agustus	78627193	67791956.4	10835236.6	13.78052
33		September	77691092	67787540.3	9903551.67	12.74735
34		Oktober	85125133	67939211.5	17185921.5	20.18901
35		November	83550006	67787552	15762454	18.86589

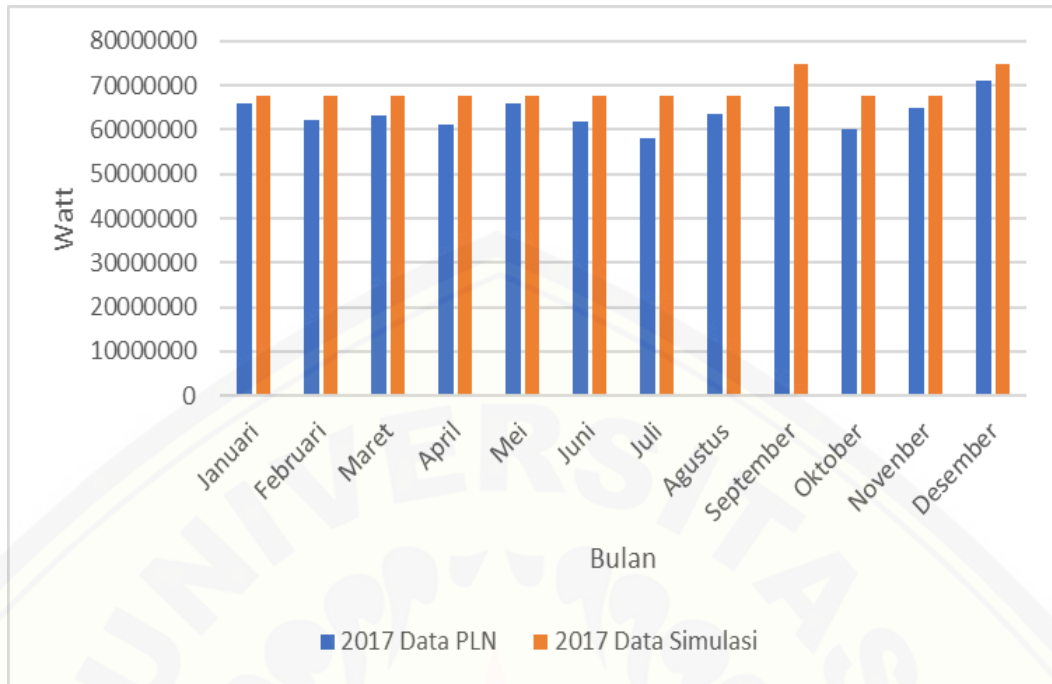
36		Desember	82563346	67795525.4	14767820.6	17.88665
37	2019	Januari	82717384	77067405.6	5649978.37	6.830461
38		Februari	74539705	67976357.1	6563347.89	8.80517
39		Maret	83512327	75231275.5	8281051.48	9.915963
40		April	82858302	74714711.3	8143590.66	9.828334
41		Mei	87867877	74952564	12915313	14.69856
42		Juni	82093733	73946724.5	8147008.47	9.924032
43		Juli	82625138	75096201.2	7528936.83	9.112162
44		Agustus	83064445	75531715.9	7532729.13	9.068536
45		September	81002411	74220960.4	6781450.64	8.371912
46		Oktober	87764446	77838366.8	9926079.21	11.30991
47		November	88386393	75742790.9	12643602.1	14.30492
48		Desember	88814288	74987795.3	13826492.7	15.56787
49	2020	Januari	88588862	90909191.2	-2320329.24	-2.61921
50		Februari	84834552	86201707.8	-1367155.76	-1.61156
51		Maret	93236241	93002185.5	234055.464	0.251035
52		April	96265314	95942240.9	323073.062	0.335607
53		Mei	92629418	92632861.2	-3443.21601	-0.00372
54		Juni	96788412	97054595.5	-266183.506	-0.27502
55		Juli	92797680	90724722.3	2072957.7	2.233846
56		Agustus	93574498	91714968.3	1859529.66	1.987218
57		September	102142919	101950686	192232.619	0.1882
58		Oktober	97111532	92633817.6	4477714.42	4.610899
59		November	107033194	107047113	-13918.6389	-0.013
60		Desember	98074350	98081528.2	-7178.15279	-0.00732
MAPE (Mean Absolute Percent Error) (%)						2.649

Dapat diamati dari tabel 4.6 di atas bahwa nilai *error* terkecil pada perbandingan antara data beban historis dengan data hasil peramalan beban menggunakan metode *neural network* dengan optimasi *backward propagation* yaitu sebesar -0.00372% pada bulan Mei 2020 dengan selisih data beban sebesar -3.443,21601 Watt dan nilai *error* terbesar yaitu sebesar 20.189% pada bulan Oktober 2018 dengan selisih data beban sebesar 17.185.921,5 Watt. Serta nilai MAPE (*Mean Absolute Percent Error*) yang didapatkan dari 60 data beban tersebut yaitu sebesar 2,649%, didapat juga nilai rata-rata selisih antara hasil peramalan dengan data yang didapat dari PT. PLN secara keseluruhan 60 bulan sebesar -2.719.685,646 Watt.

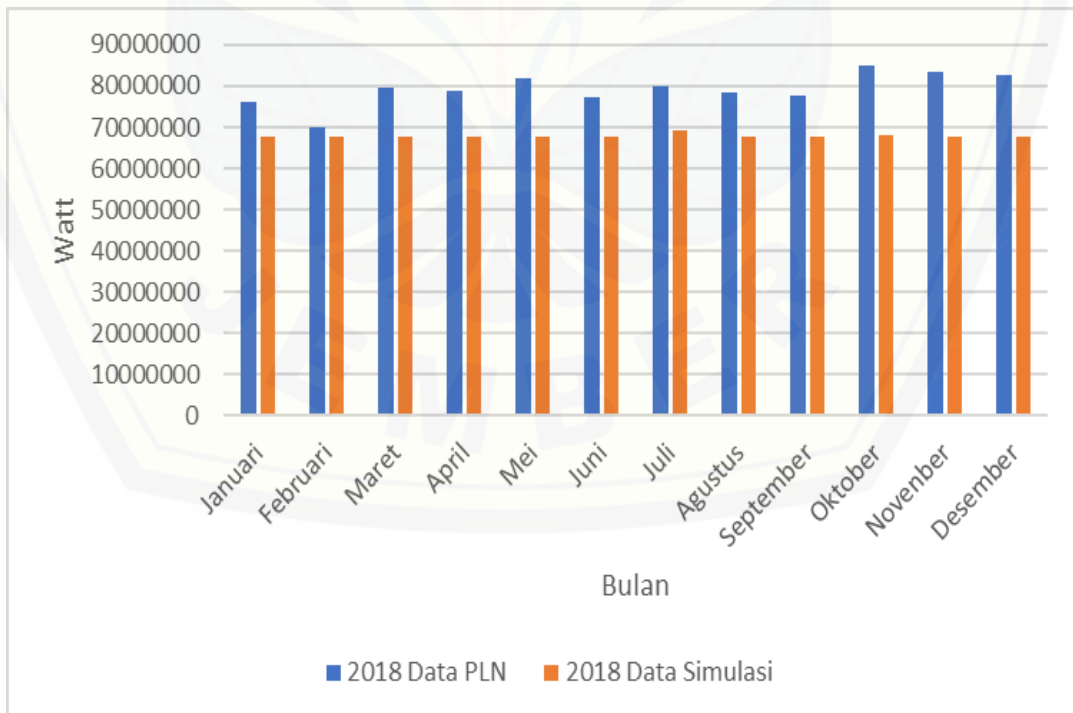
Nilai *error* terbesar dapat terjadi karena adanya perubahan nilai rata-rata beban dan nilai rata rate ekonomi serta perubahan yang tidak dapat di prediksi di lapangan. Beban dapat meningkat dan menurun dapat disebabkan oleh banyak hal seperti adanya kegiatan nasional, hari libur nasional, hari besar seperti lebaran, natal dan tahun baru yang menyebabkan permintaan beban meningkat. Sedangkan ekonomi dapat mengalami peningkatan dan penurunan berdasarkan keadaan di lapangan seperti pada tahun 2020 dimana terjadi penurunan perekonomian akibat pandemi COVID-19. Nilai selisih terkecil yaitu sebesar -3.443,21601 Watt dan selisih terbesar yaitu 17.185.921,5 Watt. Di bawah ini merupakan grafik-grafik yang menunjukkan hubungan antara beban historis dan hasil peramalan beban menggunakan metode *neural network* dengan optimasi *backward propagation*.



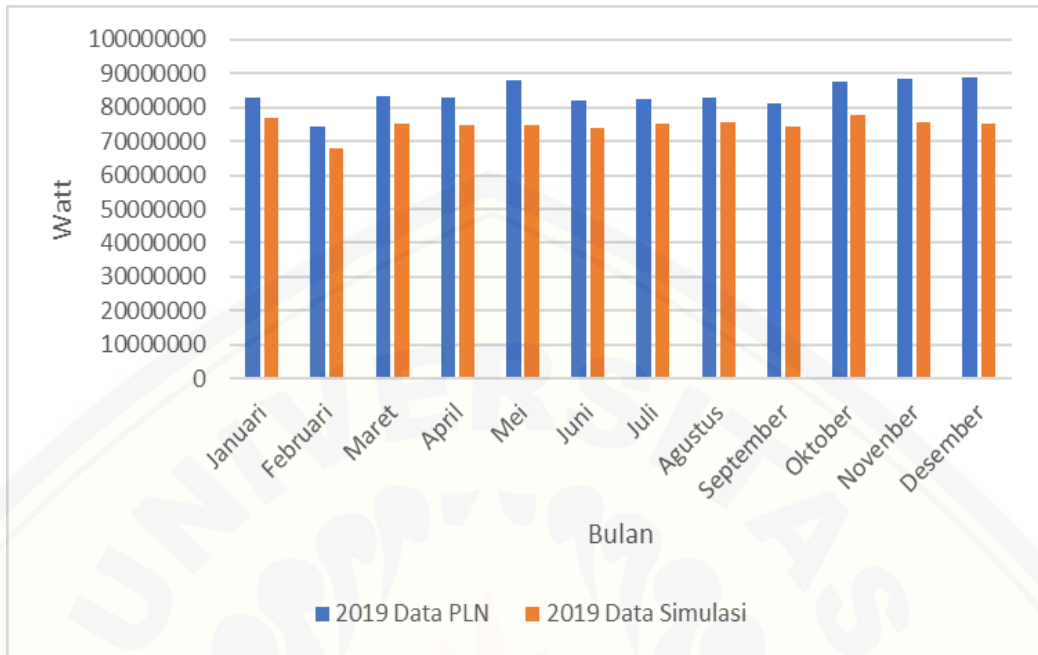
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Data Beban 2016



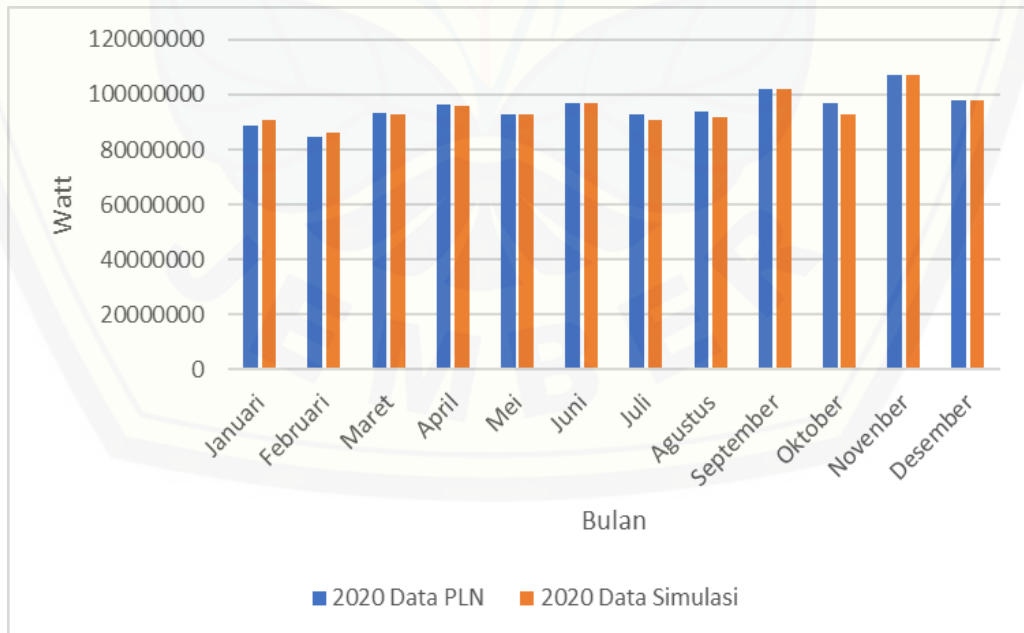
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Data Beban 2017



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Data Beban 2018



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Data Beban 2019



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Data Beban 2020

Untuk hasil peramalan didapatkan data beban dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2025 yang dijabarkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Peramalan Beban Puncak Wilayah Jember

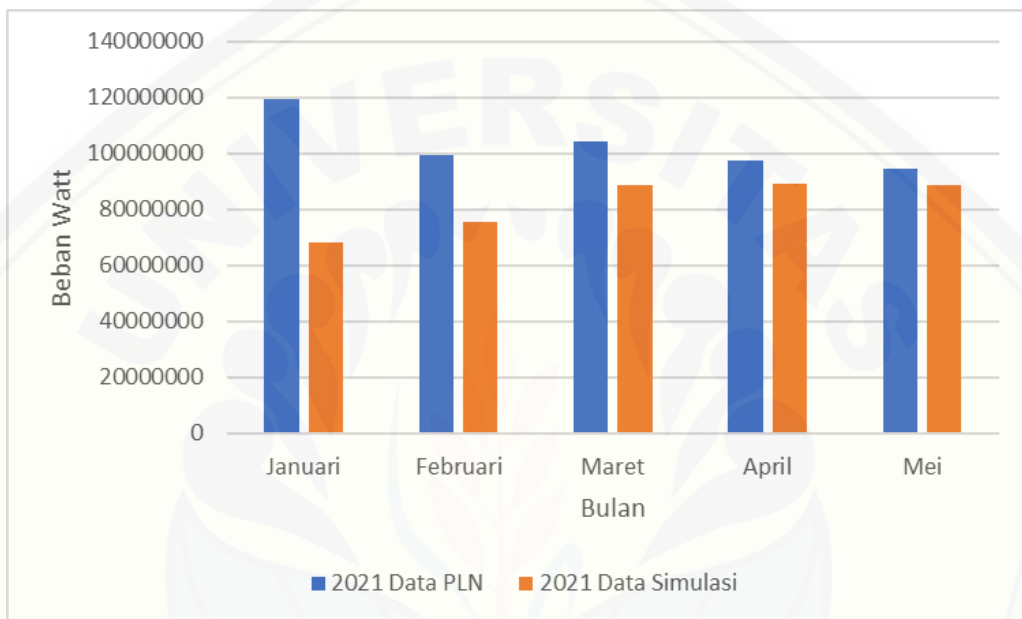
No	Tahun	Bulan	Beban Peramalan Watt
1	2021	Januari	68285145
2		Februari	75721660
3		Maret	88886485
4		April	89296390
5		Mei	88630297
6		Juni	89261308
7		Juli	88681270
8		Agustus	89161837
9		September	92373045
10		Oktober	93592644
11		November	94254578
12		Desember	93966513
13	2022	Januari	74322515.86
14		Februari	69018510.82
15		Maret	110816564.5
16		April	112428409.8
17		Mei	109753020.3
18		Juni	112377046.9
19		Juli	109993791.8
20		Agustus	111622784.5
21		September	113424394.9
22		Oktober	108811687.7
23		November	112780999.1
24		Desember	106524806.4
25	2023	Januari	81827419.71
26		Februari	69508047.76
27		Maret	94290766.07
28		April	94123442.54
29		Mei	94282856.4
30		Juni	94116155.33
31		Juli	94285286.72
32		Agustus	94293529.5
33		September	94219042.07
34		Oktober	94267139.92

35		November	94166201.29
36		Desember	94109540.36
37	2024	Januari	126736375.1
38		Februari	90409561.06
39		Maret	112829497.1
40		April	95815107.78
41		Mei	112826856.2
42		Juni	95811978.1
43		Juli	112827665.5
44		Agustus	112830424.5
45		September	95854372.17
46		Oktober	112821666.8
47		November	95833070.7
48		Desember	112773816.7
49	2025	Januari	108140464.5
50		Februari	100479121.1
51		Maret	131882019.6
52		April	131812085.1
53		Mei	131882183.4
54		Juni	131811512.9
55		Juli	131882133.2
56		Agustus	131881962
57		September	131819073.9
58		Oktober	131882504.1
59		November	131815325.5
60		Desember	131885397.5

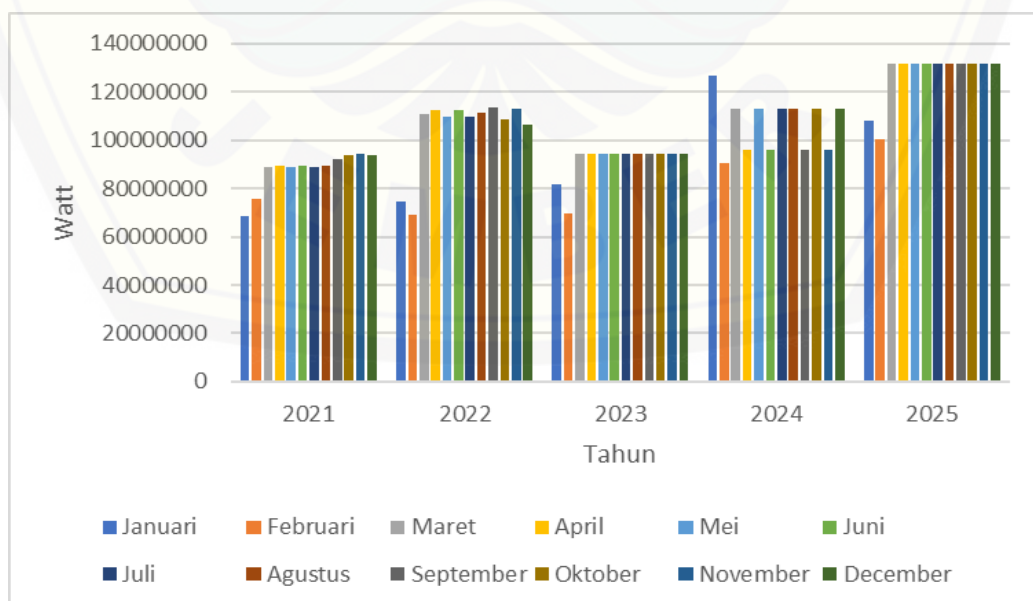
Tabel 4.7 di atas adalah tabel dari hasil peramalan beban puncak yang akan terjadi di wilayah Jember mengalami nilai fluktuasi yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan data pada tahun sebelumnya terutama pada data tahun 2021. Hal ini terjadi karena pada tahun 2020 terjadi kontraksi di sektor ekonomi sebesar -2.98% yang membuat nilai ekonomi yang menjadi *input* dari neural network mengalami penurunan. Hal ini menyebabkan neural network melakukan perhitungan yang menyebabkan terjadinya penurunan hasil peramalan beban dibandingkan tahun sebelumnya dan terhadap data PLN tahun 2021.

Jika dibandingkan dengan data dari PLN pada tahun 2021 untuk bulan Januari sampai dengan Mei yang malah mengalami peningkatan yang signifikan

dibanding tahun sebelumnya biarpun telah terjadi kontraksi di sektor ekonomi. Dimana hasil perbandingan memiliki nilai error total sebesar 19.2% dengan selisih beban terbesar pada bulan Januari sebesar 51.177.681,23 Watt dan terkecil pada bulan Mei sebesar 5.832.254,501 Watt. Untuk perbandingan antara data beban PLN tahun 2021 dengan data hasil peramalan dapat diketahui melalui grafik 4.14 dibawah.



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Data Beban 2021



Gambar 4.15 Grafik Data Beban Hasil Peramalan Tahun 2021 - 2025

Ada juga faktor lain dalam peramalan ini yaitu dalam pengambilan keputusan untuk menentukan nilai ekonomi kedepannya. Diketahui bahwa pada tahun 2020 Kabupaten Jember mengalami kontraksi dalam sektor ekonomi yang diakibatkan oleh Pandemi COVID-19 berdasarkan kondisi di lapangan pada tahun 2021 yang sampai saat ini kondisi COVID-19 belum mereda maka diambil keputusan untuk menggunakan data ekonomi tahun 2020 di tahun 2021 karena berdasarkan pengamatan kondisi ekonomi Kabupaten Jember tidak akan membaik sampai pandemi COVID-19 ini benar benar selesai. Maka dari pada itu dapat diambil asumsi bahwa perokonomian di tahun 2021 ini akan kembali mengalami kontraksi.

Dari grafik 4.14 diatas diketahui bahwa nilai hasil peramalan menggunakan parameter skenario pesimis berdasarkan kejadian yang sedang terjadi di lapangan seperti yang sudah dijelaskan tidak sesuai dengan hasil di lapangan dimana biarpun mengalami kontraksi di sektor ekonomi penggunaan energi listrik malah semakin meningkat tidak mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh faktor tidak terduga di lapangan yang membuat terjadi peningkatan penggunaan energi listrik yang cukup signifikan.

Faktor yang membuat penggunaan daya pada tahun 2021 bulan Januari 2021 sampai dengan Bulan Mei meningkat adalah masih belum selesainya pandemi COVID-19 yang membuat banyak pekerja melakukan *work from home* atau kerja dari rumah dan siswa masih melakukan sekolah daring yang membuat penggunaan daya di sektor rumahan mengalami peningkatan yang drastis. Berdasarkan sumber dari pihak PLN UPT Jember terjadi peningkatan penggunaan daya listrik pad sektor rumah yang cukup signifikan terutama ketika pertama kali pihak PLN memberikan subsidi pada pelanggan 450 W yang membuat para pelanggan yang asalnya tiddak menggunakan daya terlalu banyak karena takut terhadap tagihan listrik mersakan penggunaan listrik yang lebih. Dan ketika subsidi sudah dicabut penggunaan listrik di kalangan pelanggan rumahan tetap tinggi karena pandemi COVID-19 yang masih belum selesai ini.

Dengan adanya pandemi COVID-19 membuat penggunaan listrik di kalangan pelanggan rumahan mengalami peningkatan yang signifikan yang diperkirakan akan kembali normal jika pandemi COVID-19 ini telah selesai dan kondisi Kabupaten Jember telah kembali menjadi normal seperti sebelum COVID-19 yang diperkirakan akan selesai pada tahun 2022-2023 bergantung pada ketegasan Pemerintah peran masyarakat Indonesia dalam menangani COVID-19 ini.

Program ini memiliki keunggulan dan kelemahan pada variabelnya dimana semakin banyak variabel yang digunakan maka tingkat keakuratan dapat ditingkatkan serta banyaknya variabel juga menjadi sebuah kelemahan dari program ini dimana semakin banyak variabel dapat membuat pelatihan dari *neural network* menjadi terbebani hingga membuat *neural network* tidak dapat mencapai target serta adanya variabel yang tidak terduga dapat membuat hasil peramalan berbeda dengan hasil nyata di lapangan, sehingga diperlukan penentuan variabel secara matang agar dapat digunakan dalam peramalan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis data pada bab sebelumnya maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Konfigurasi pelatihan *neural network* terkecil yang digunakan sebagai jaringan peramalan beban menggunakan fungsi pelatihan *trainlm*, fungsi aktivasi *tansig* untuk *layer input* dan *purelin* untuk *layer output*, serta berhenti saat *hidden layer* ke 3, neuron = 5 serta *error* sebesar 0.0098012.
2. Pada bulan Mei 2020 dengan selisih data beban terkecil sebesar -3.443,22 Watt dan pada bulan Oktober 2018 didapat selisih data beban terbesar sebesar 17.185.921,5 Watt dengan nilai rata-rata selisih antara hasil peramalan dengan data yang didapat dari PT. PLN secara keseluruhan 60 bulan sebesar -2.719.685,65 Watt.
3. Peramalan beban jangka panjang dengan menggunakan metode *neural network* dengan optimasi *backward propagation* pada saat dilakukan pengujian data *input* tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 memiliki nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 2.649 % dengan *error* terkecil yaitu -0.003717% pada bulan Mei 2020 dengan selisih data beban dan *error* terbesar yaitu 20.189% yang didapat pada bulan Oktober 2018.

5.2 Saran

Saran yang dianjurkan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut dengan harapan mampu memperbaiki kekurangan dan mendapatkan hasil yang lebih maksimal yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini masih memiliki banyak variabel yang belum bisa diukur terutama pada kondisi di lapangan akan lebih baik lagi jika variabel-variabel tersebut dapat ditemukan untuk meningkatkan keakurasian program ini.
2. Sebagai referensi pembandingan yang dapat digunakan pada metode lain dalam peramalan beban.
3. Dapat digunakan jenis *Neural Network* lainnya untuk melakukan peramalan beban.
4. Diperlukan data beban, kependudukan, dan ekonomi yang lebih mendalam untuk meningkatkan tingkat akurasi sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrori, M. dan A. H. Prihamayu. 2015. Aplikasi Logika *Fuzzy* Metode Mamdani dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Produksi. 11(2): 91-99.
- Pemerintah Kabupaten Jember. 2020. <https://jemberkab.bps.go.id/> [Diakses pada 13 Februari 2020].
- Anonim. 2012. http://thesis.binus.ac.id/Doc/Bab2/2012-1-00531-IF%20Bab20_01.pdf. [Diakses pada 6 Juni 2017].
- A, A, Damai. 2011. Analisis Prospektif Partisipatif Dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir Teluk Lampung. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
- Dwisatya, R. 2015. Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Berbasis Algoritma Feed Forward Backpropagation dengan Mempertimbangkan Variasi Tipe Hari. *E-Proceeding of Engineering*. 2(3): 7315-7322.
- Robin, B. 2004. Participatory Prospective Analysis: Exploring and Anticipating Challenges with Stakeholders
- Jaroslawa, S., K. Panczerz, dan J. Warchol. 2011. Recurrent Neural Networks in Computer-Based Clinical Decision Support for Laryngopathies: An Experimental Study. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2011(289398): 1-8.
- Nasution, J. F. 2009. Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prediksi Keputusan Medis pada Penyakit Demam Berdarah Dengue. Skripsi. Medan: Program Studi Sarjana Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Sanjaya, Martin. 2018. Analisis Kapasitas Kabel Bawah Laut Terhadap Pertumbuhan Beban Pulau Bali Menggunakan *Backpropagation Neural Network*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- Zulkarnain, Haidlir. 2018. Peramalan Beban Listrik Jangka Panjang Pada PT. PLN (Persero) APJ Jember Dengan Menggunakan Metode *Recurrent Neural Network* Dengan Optimasi *Levenberg Marquardt*.
- Onoda, T. 1994. Next Day Peak Load Forecasting Using an Artificial Neural Network with Modified Backpropagation Learning Algorithm. IEEE. 3766-3769.
- Ray, P., Mishra, D. P., Lenka, R. K. 2016. Short Term Load Forecasting by Artificial Neural Network. IEEE. ICNGIS

- Sapna, S., Tamilarisa, A., dan Kumar, M. P. 2012. Backpropagation Learning Algorithm Based on Levenberg Marquadt Algorithm. IEEE. DOI : 10.512/csit.2012.2438.
- Taylor, E. L. 2013. Short-term Electrical Load Forecasting for an Institutional/Industrial Power System Using an Artificial Neural Network. Journal Trace
- Tuegeh, C.P.P.M., H.Turmaliang, dan L.S. Patras. Analisa Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Sulawaesi Selatan. Journal Teknik Elektro dan Komputer. 2014. ISSN : 2301-8402.
- Danesshi, Mossein. 2008. Long-term load forecasting in electricity market. IEEE. DOI: 10.1109/EIT.2008.4554335.
- Bahtiar, R. A. dan Saragih J. P. 2020. Dampak Covid-19 Terhadap Perlambatan Ekonomi Sektor UMKM. Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI.
- Thaha, A. F. 2020. Dampak COVID-19 Terhadap UMKM Di Indonesia. Universitas Hassanudin.
- Yamali, F. R. dan Putri, R. N. 2020. Dampak Covid-19 Terhadap Ekonomi Indonesia. Universitas Batanghari, Universitas Kader Bangsa.

.LAMPIRAN

A. Listing Program Neural Network dengan Optimasi Backward Propagation

```

clc;
clear
load DataPelatihan.mat;

%% Preprocessing dari input dan target
P=INPUT(:,9:10)';
T=OUTPUT(:,5:5)';

[pn,meanp,stdp,tn,meant,stdt] = prestd(P,T);

%% Mendefinisikan Parameter Neural Network
hiddenlayer1 = 11;
hiddenlayer2 = 12;
hiddenlayer3 = 13;
error = 1;
errormax = 0;
modmse = 2e2;
epochs = 1000;

% Pelatihan pada Layer 1
for l1=1:hiddenlayer1;
    if error > errormax ;
        net=newff(pn,tn,[l1],{'logsig','purelin'},'trainlm');

        %%parameter Neural Network
        net.trainFcn = 'trainlm';
        net.trainParam.show = 50;
        net.trainParam.lr = 0.1;
        net.trainParam.epochs = epochs;
        net.trainParam.goal = errormax;
        net.trainParam.min_grad = 1e-10;
        net.trainParam.show = 50;
        net.trainParam.max_fail = 500;
        net.performFcn = 'mse';

        %%Menampilkan Jumlah Neuron
        disp([' Hidden Layer I, Jumlah Neuron      = '
num2str(l1)]);

        %%Pelatihan dari Neural Network
        [netWr,tr]= train(net, pn, tn);

        %%Simulasi Hasil
        Wr= sim(netWr,pn);

        %%menghitung MSE

```

```

        error=mse(Wr-tn);
        %error(l1)=error; %cek
        %Ambil Network yg terbaik
    if modmse > error;
        layerWr=l1;
        modmse=error;
        hl=1;
        save training.mat;
    end
    else
        layer1=l1;
        break;
    end
end
% Hitung mse

% Pelatihan pada Layer 2
for l2=1:hiddenlayer2;
    if error > errormax ;
        net=newff(pn,tn,[l1
12],{'logsig','logsig','purelin'},'trainlm');

        %parameter
        net.trainFcn = 'trainlm';
        net.trainParam.show = 50;
        net.trainParam.lr = 0.1;
        net.trainParam.epochs = epochs;
        net.trainParam.goal = errormax;
        net.trainParam.min_grad = 1e-10;
        net.trainParam.show = 50;
        net.trainParam.max_fail = 500;
        net.performFcn = 'mse';

        %Menampilkan Jumlah Neuron
        disp([' Hidden Layer II, Jumlah Neuron      =      '
num2str(l2)]);

        %Train
        netWr= train(net, pn, tn);

        %Simulasi Hasil
        Wr= sim(netWr,pn);

        %Hitung mse
        error=mse(Wr-tn);
        %error(l2)=error; %cek
        %Ambil Network yg terbaik
    if modmse > error;
        layerWr=l2;
        modmse=error;
        hl=2;
        save training.mat;
    end
    else
        layer2=l2;

```



```

        break;
    end
end

% Pelatihan pada Layer 3
for l3=1:hiddenlayer3;
    if error > errormax;
        net=newff(pn,tn,[l1 l2
13],{'logsig','logsig','logsig','purelin'},'trainlm');

        %parameter
        net.trainFcn = 'trainlm';
        net.trainParam.show = 50;
        net.trainParam.lr = 0.1;
        net.trainParam.epochs = epochs;
        net.trainParam.goal = errormax;
        net.trainParam.min_grad = 1e-10;
        net.trainParam.show = 50;
        net.trainParam.max_fail = 500;
        net.performFcn = 'mse';

        %Menampilkan Jumlah Neuron
        disp([' Hidden Layer III, Jumlah Neuron      = '
num2str(l3)]);

        %Train
        netWr= train(net, pn, tn);

        %Simulasi Hasil
        Wr= sim(netWr,pn);

        %Hitung mse
        error=mse(Wr-tn);
        %error(l1)=error; %cek
        %Ambil Network yg terbaik
    if modmse > error;
        layerWr=l3;
        modmse=error;
        hl=3;
        save training.mat;
    end
    else
        layer3=l3;
        break;
    end
end

end

%% Mengambil network yg terbaik
load training.mat;
an = sim(netWr,pn)
bs= [layerWr modmse]
a = poststd(an,meant,stdt);
H = [(1:size(P,2))' T' a' (T'-a')];
sprintf('%2d %9.2f %7.2f %5.2f\n',H');
disp('Network terbaik dengan error terkecil');

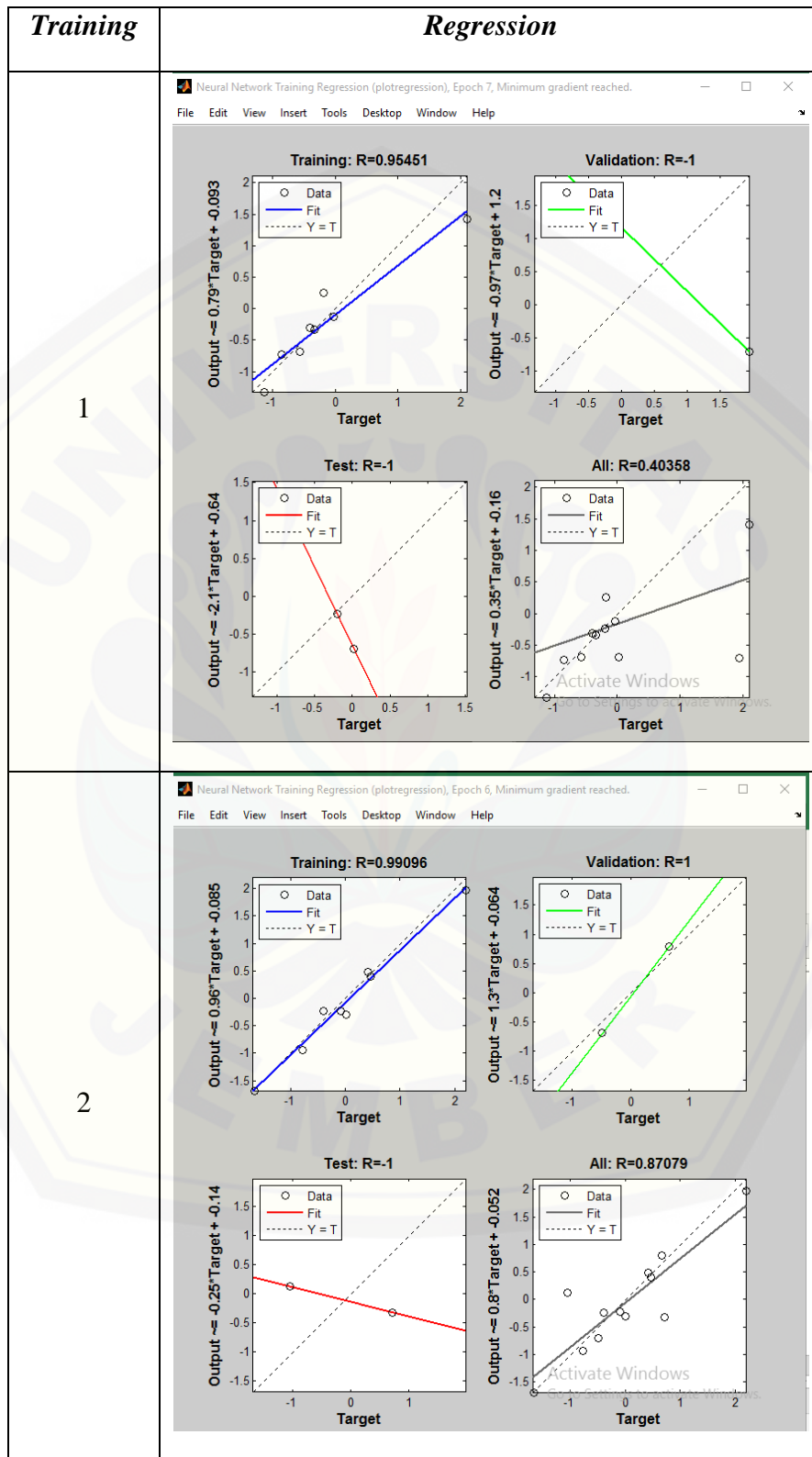
```

```
disp(['Hidden Layer ke ' num2str(h1), ', Neuron = '  
num2str(layerWr), ', Error = ' num2str(modmse)]);
```

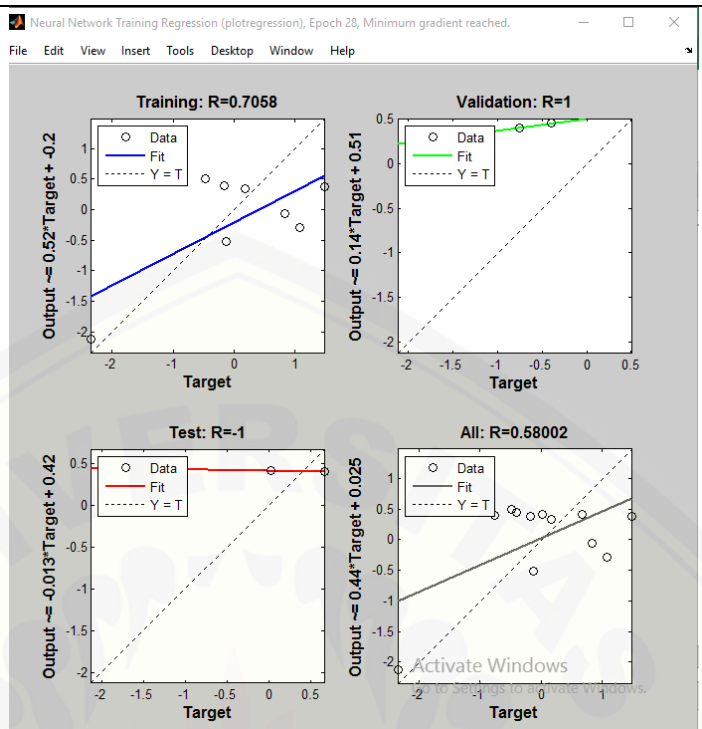
B. Listing Program Pengujian Dan Peramalan Dengan Menggunakan Neural Network Yang Sudah Dilatih Sebelumnya

```
%Pengujian dan Peramalan  
  
qn = trastd(UJI,meanp, stdp);  
u1 = sim(netWr, qn);  
c1 = poststd(u1,meant, stdt);  
  
%UJI diisi dengan data input yang akan digunakan  
%u1 untuk menyimpan parameter simulasi terhadap data pada UJI  
%c1 merupakan hasil yang didapat dari pengujian maupun peramalan
```

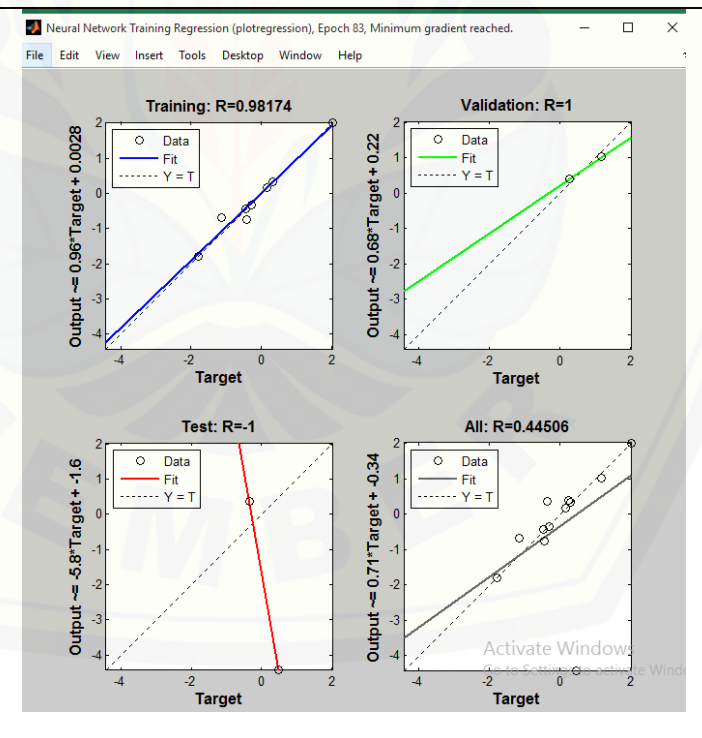
C. Gambar Hasil Percobaan *Training (Regression)*



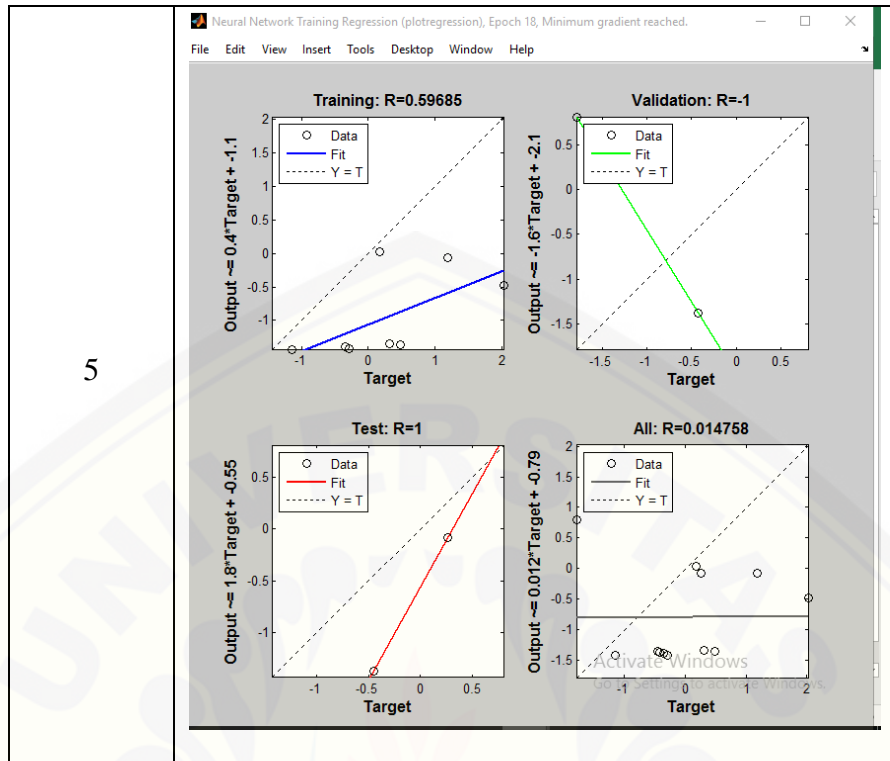
3



4

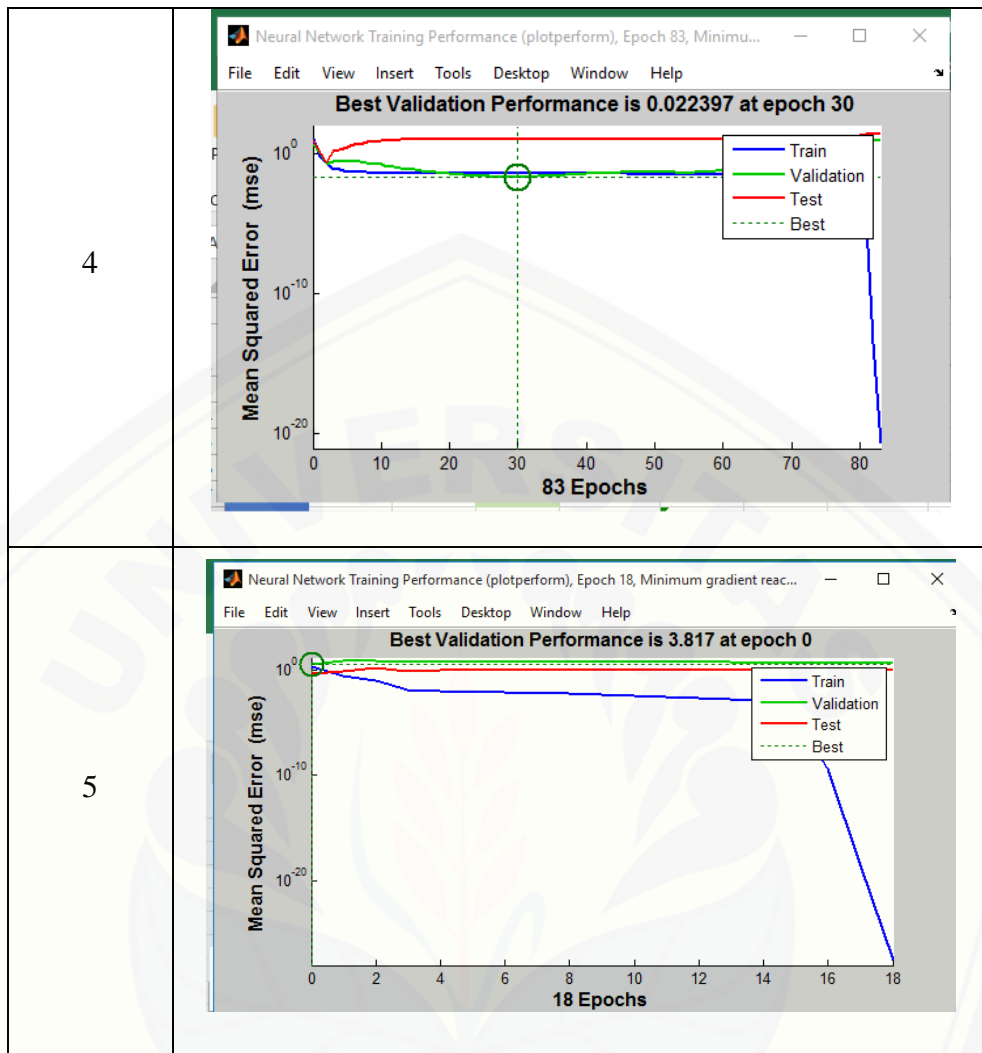


5



D. Gambar Hasil Percobaan *Training* (*Performance*)

<i>Training</i>	<i>Performance</i>
1	<p>Neural Network Training Performance (plotperform), Epoch 7, Minimum gradient rea... File Edit View Insert Tools Desktop Window Help Best Validation Performance is 5.2643 at epoch 1 Mean Squared Error (mse) 10⁰ 10⁻¹⁰ 10⁻²⁰ 0 1 2 3 4 5 6 7 7 Epochs Legend: Train (blue), Validation (green), Test (red), Best (dashed green)</p>
2	<p>Neural Network Training Performance (plotperform), Epoch 6, Minimum gradient rea... File Edit View Insert Tools Desktop Window Help Best Validation Performance is 0.0305 at epoch 2 Mean Squared Error (mse) 10⁰ 10⁻²⁰ 0 1 2 3 4 5 6 6 Epochs Legend: Train (blue), Validation (green), Test (red), Best (dashed green)</p>
3	<p>Neural Network Training Performance (plotperform), Epoch 28, Minimum gradient reach... File Edit View Insert Tools Desktop Window Help Best Validation Performance is 1.0339 at epoch 2 Mean Squared Error (mse) 10⁰ 10⁻¹⁰ 10⁻²⁰ 0 5 10 15 20 25 28 Epochs Legend: Train (blue), Validation (green), Test (red), Best (dashed green)</p>



E. Tabel Beban Historis Tahun 2010 - 2020

No	Bulan	Beban (Watt)										
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Januari	42024000	50303000	46784000	51799000	58888000	64073000	64243000	66011000	76307142	82717384	88588862
2	Februari	40477000	41429000	48178000	54842000	55930000	56236000	59772000	62305000	70022271	74539705	84834552
3	Maret	42007000	50303000	59517000	56304000	55947000	64413000	63852000	63325000	79399382	83512327	93236241
4	April	42058000	44982000	46291000	57562000	55318000	60469000	65943000	61030000	78765201	82858302	96265314
5	Mei	44336000	44387000	58718000	52411000	67065000	70210000	64090000	65841000	81913299	87867877	92629418
6	Juni	42806000	49776000	47192000	50796000	59245000	56916000	62900000	61999000	77403136	82093733	96788412
7	Juli	41310000	56780000	48552000	66997000	57834000	57035000	61319000	58055000	79977812	82625138	92797680
8	Agustus	40817000	45288000	54179000	52751000	55080000	61523000	64991000	63665000	78627193	83064445	93574498
9	September	48416000	60384000	51612000	56049000	58633000	70380000	76959000	65178000	77691092	81002411	102142919
10	Oktober	48909000	48365000	57001000	61098000	59619000	71791000	65076000	60112000	85125133	87764446	97111532
11	November	41922000	50388000	51612000	52819000	62798000	61914000	66215000	65025000	83550006	88386393	107033194
12	Desember	41293000	50847000	57919000	62237000	62798000	68476000	77843000	70975000	82563346	88814288	98074350
Kumulatif		516375000	593232000	627555000	675665000	709155000	763436000	793203000	763521000	951345013	1005246449	1143076972

F. Tabel Beban Berdasarkan Sektor Tahun 2018 – 2020

TARIF	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
PEMKAB JEMBER						
SOSIAL	4,631,606	4,340,649	5,029,307	5,007,809	5,033,856	4,371,307
RUMAH TANGGA	50,166,492	45,613,516	51,108,721	50,866,434	53,948,443	53,085,992
BISNIS	10,417,118	9,807,047	11,195,560	11,036,749	11,274,291	10,484,900
INDUSTRI	6,933,691	6,271,352	7,968,027	7,740,371	7,526,741	5,553,411
PUBLIK	4,138,349	3,962,657	4,068,268	4,083,746	4,103,489	3,872,295
LAYANAN KHUSUS	19,886	27,050	29,499	30,092	26,479	35,231
TOTAL	76,307,142	70,022,271	79,399,382	78,765,201	81,913,299	77,403,136
JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	KUMULATIF
4,495,890	4,667,898	4,912,345	5,690,002	5,407,650	5,168,973	58,757,292
51,673,734	51,058,053	49,695,818	54,603,717	55,030,173	54,744,977	621,596,070
10,823,592	10,618,395	10,619,778	11,934,384	11,549,592	12,302,118	132,063,524
8,906,314	8,218,843	8,436,206	8,901,684	7,676,153	6,243,405	90,376,198
4,052,930	4,027,427	4,001,051	3,970,027	3,854,091	4,060,578	48,194,908
25,352	36,577	25,894	25,319	32,347	43,295	357,021
79,977,812	78,627,193	77,691,092	85,125,133	83,550,006	82,563,346	951,345,013

TARIF	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
PEMKAB JEMBER						
SOSIAL	5,335,541	4,901,745	5,625,272	5,757,546	5,709,267	4,861,083
RUMAH TANGGA	53,663,624	48,137,462	53,171,191	53,425,181	57,728,764	55,129,970
BISNIS	12,008,740	11,033,960	12,048,966	11,868,715	12,412,536	11,230,721
INDUSTRI	7,817,454	6,835,636	8,798,329	7,941,353	8,169,715	7,191,648
PUBLIK	3,854,600	3,613,274	3,843,124	3,840,400	3,822,222	3,653,667
LAYANAN KHUSUS	37,425	17,628	25,445	25,107	25,373	26,644
TOTAL	82,717,384	74,539,705	83,512,327	82,858,302	87,867,877	82,093,733
JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	KUMULATIF
5,322,932	5,407,588	5,806,173	6,515,875	5,901,086	5,600,133	66,744,241
52,718,341	53,056,776	52,107,457	56,287,387	57,185,906	58,802,256	651,414,315
11,712,680	11,576,987	11,533,739	12,803,544	12,909,542	12,967,679	144,107,809
9,050,781	9,186,502	7,762,013	8,123,524	8,451,813	7,452,193	96,780,961
3,793,348	3,777,510	3,760,886	3,987,300	3,893,244	3,936,505	45,776,080
27,056	59,082	32,143	46,816	44,802	55,522	423,043
82,625,138	83,064,445	81,002,411	87,764,446	88,386,393	88,814,288	1,005,246,449

TARIF	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
PEMKAB JEMBER						
SOSIAL	5,486,277	5,355,398	5,183,779	4,449,403	4,902,115	4,545,386
RUMAH TANGGA	58,589,555	55,937,850	61,869,948	67,113,951	63,051,057	64,572,409
BISNIS	12,579,392	12,111,146	12,560,257	10,688,991	10,752,318	10,845,144
INDUSTRI	7,955,183	7,572,233	9,550,407	10,191,184	10,295,438	12,957,172
PUBLIK	3,938,004	3,827,679	4,041,016	3,787,773	3,611,345	3,848,180
LAYANAN KHUSUS	40,451	30,246	30,834	34,012	17,145	20,121
TOTAL	88,588,862	84,834,552	93,236,241	96,265,314	92,629,418	96,788,412
JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	KUMULATIF
4,635,559	4,661,331	4,861,081	4,994,458	4,962,749	4,871,401	58,908,937
63,720,924	63,351,493	63,542,440	65,864,644	65,093,839	65,524,151	758,232,261
11,054,346	10,975,465	11,133,070	11,791,908	11,408,029	11,829,459	137,729,525
9,513,913	10,685,076	18,719,824	10,508,044	21,669,597	12,025,203	141,643,274
3,851,686	3,860,918	3,864,832	3,895,191	3,851,700	3,764,700	46,143,024
21,252	40,215	21,672	57,287	47,280	59,436	419,951
92,797,680	93,574,498	102,142,919	97,111,532	107,033,194	98,074,350	1,143,076,972

G. Tabel Data *Input Neural Network*

Tahun	2015		2016		2017		2018		2019	
Jan	26.31629	7.210496	26.16687	10.1007	26.66542	16.22846	30.57265	26.89868	32.87225	39.24965
Feb	23.09745	5.837068	24.34578	8.176759	25.16837	13.13733	28.0546	21.77512	29.6224	31.77353
Mar	26.45594	7.210496	26.00761	10.1007	25.5804	16.22846	31.81156	26.89868	33.18816	39.24965
Apr	24.83604	6.523782	26.85929	9.138731	24.65333	14.68289	31.55748	24.3369	32.92825	35.51159
Mei	28.8369	7.210496	26.10455	10.1007	26.59675	16.22846	32.81877	26.89868	34.91908	39.24965
Jun	23.37674	6.523782	25.61985	9.138731	25.04476	14.68289	31.01176	24.3369	32.62441	35.51159
Jul	23.42562	7.210496	24.97589	10.1007	23.45156	16.22846	32.04331	26.89868	32.83559	39.24965
Aug	25.26895	7.210496	26.47153	10.1007	25.71774	16.22846	31.50218	26.89868	33.01017	39.24965
Sep	28.90673	6.523782	31.34623	9.138731	26.32893	14.68289	31.12713	24.3369	32.19071	35.51159
Okt	29.48626	7.210496	26.50616	10.1007	24.2825	16.22846	34.1056	26.89868	34.87797	39.24965
Nov	25.42954	6.523782	26.97008	9.138731	26.26712	14.68289	33.47452	24.3369	35.12514	35.51159
Dec	28.12471	7.210496	31.70629	10.1007	28.67065	16.22846	33.07921	26.89868	35.29519	39.24965

H. Tabel Data *Output Neural Network*

Tahun	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	64243000	66011000	76307142	82717384	88588862
Feb	59772000	62305000	70022271	74539705	84834552
Mar	63852000	63325000	79399382	83512327	93236241
Apr	65943000	61030000	78765201	82858302	96265314
Mei	64090000	65841000	81913299	87867877	92629418
Jun	62900000	61999000	77403136	82093733	96788412
Jul	61319000	58055000	79977812	82625138	92797680
Aug	64991000	63665000	78627193	83064445	93574498
Sep	76959000	65178000	77691092	81002411	102142919
Okt	65076000	60112000	85125133	87764446	97111532
Nov	66215000	65025000	83550006	88386393	107033194
Dec	77843000	70975000	82563346	88814288	98074350