

**PREDIKSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK JANGKA MENENGAH
MENGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN
(Backpropagation) DI KABUPATEN ROKAN HULU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh :

AHMAD FADLI AZIZ

11555102592

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2022

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

PREDIKSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK JANGKA MENENGAH MENGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN (*Backpropagation*) DI KABUPATEN ROKAN HULU

TUGAS AKHIR

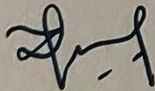
Oleh:

AHMAD FADLAZIZ

11555102592

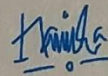
Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir
Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 22 Juli 2022

**Ketua Program Studi
Teknik Elektro**



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP.197210212006042001

Pembimbing Tugas Akhir



Digitally signed
by Nanda Putri
Miefthawati
Date: 2022.07.28
09:52:22 +0700

Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc.
NIK. 130 514 010

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

PREDIKSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK JANGKA MENENGAH MENGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN (*Backpropagation*) DI KABUPATEN ROKAN HULU

TUGAS AKHIR

Oleh:

AHMAD FADLIAZIZ

11555102592

Telah dipertahankan di depan sidang Dewan penguji
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di
Pekanbaru, pada tanggal 22 Juli 2022

Pekanbaru, 22 Juli 2022

Mengesahkan,

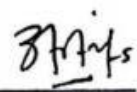

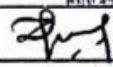


Dr. Hartono, M. Pd
NIP.196403011992031003

Ketua Program Studi
Teknik Elektro


Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP.197210212006042001

DEWAN PENGUJI:

Ketua : Rika susanti, S.T., M.Eng
Sekretaris : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc
Anggota I : Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
Anggota II : Marhama Jelita, S.Pd, M.Sc





Digitally signed
by Marhama Jelita
Date: 2022.07.28
16:05:14 +0700



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran Surat :
Nomor : Nomor 25/2021
Tanggal : 10 September 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Fadli Aziz
NIM : 11555102592
Tempat/Tgl. Lahir : Pekanbaru, 9 Maret 1997
Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Elektro

Judul Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya*:

Prediksi Konsumsi Energi Listrik Jangka Menengah Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Back Propagation) Di Kabupaten Rokan Hulu.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/(Karya Ilmiah lainnya)* saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, Senin, 1 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



Ahmad Fadli Aziz

NIM : 11555102592

*pilih salah satu sesuai jenis karya tulis

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa didalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 22 Juli 2022

Yang membuat pernyataan

Ahmad Fadli Aziz
11555102592

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSEMBAHAN



“Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu, Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah Bacalah, dan Tuhanmulah yang maha mulia Yang mengajar manusia dengan pena, Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya”

(QS Al-'Alaq: 1-5)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

(Q.S Ar-Rad: 11)

“Jangan engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita.” (Q.S At-Taubah[9] : 40)

“Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”.

(Q.S Al-Insyirah ayat: 7-8)

Alhamdulillah wa syukurulillah kusembahkan kepadaMu ya Allah. Tuhan yang Maha Pengasih, Maha Penyayang, Maha Merajai, Maha Suci, Maha yang memberi keselamatan, Maha memberi Keamanan, Maha Pengatur, Maha Gagah, Maha memiliki Kebesaran dan memiliki nama nama yang baik itu. Atas takdir-Mu ya Allah, hamba bisa menjadi pribadi yang berpikir, berilmu, beriman dan bersabar. Atas Ridho dan pertolongan Mu ya Allah, hamba dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi walau banyak rintangan- rintangan yang dihadapi. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal untuk masa depan dalam meraih cita-cita hamba. Dan Segala syukur kepada-Mu ya Rabb, karena sudah menghadirkan orang-orang berarti disekeliling hamba, yang selalu memberikan semangat dan doa, sehingga skripsi hamba ini dapat diselesaikan dengan baik.

Ya Allah ya Rabb, hamba-Mu meminta kepada-Mu tunjukanlah jalan lurus dan angkatlah derajat hamba namun derajat baik yang Engkau Ridhoi sehingga hamba dapat menyalakan apa yang Engkau perintah ya Allah. Dan jikalau Engkau angkat derajat hamba, jauhkanlah hamba dari perkara-perkara yang membuat celaka yaitu sifat kikir, mengikuti hawa nafsu dan berbangga diri.

Untuk karya yang sederhana ini, maka saya persembahkan untuk Ayahanda dan Ibunda tercinta dan tersayang. Terimakasih atas kasih sayang yang berlimpah dari mulai saya dalam kandungan, lahir dan sampai sekarang ini. Terimakasih juga atas limpahan doa yang tak

berkesudahan, serta segala hal yang telah Ayahanda dan Ibunda lakukan untuk saya, yang merangkul saya dengan penuh ketulusan yang mana hujan tak membuat dingin, panas tak membuat menyerah dan sakit tak membuat berhenti. Ribuan terimakasih untuk mu Ayahanda dan Ibunda. Maafkan anakmu ini, karena apapun yang saya dapatkan hari ini, sampai kapanpun belum mampu membayar semua yang kalian berikan selama ini.

Ayah dan ibu semoga Allah memberikan saya kesempatan untuk membahagakan kalian berdua. Aamiin ya Robbal Alamin.

Terimakasih juga yang tak terhingga untuk Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc. M.Sc. selaku dosen pembimbing sudah menjadi orang tua kedua saya dikampus yang selalu berlaku baik dan bijaksana, yang selalu membantu memberikan inspirasi, motivasi, dan kesabaran memberikan arahan maupun kritikan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga kehidupan Ibu dimudahkan dan diberkahi selalu oleh Allah Subhana Wa Ta'ala.

Ucapan terimakasih ini saya persembahkan juga untuk seluruh teman-teman saya di Fakultas Sains dan Teknologi angkatan 2015 beserta seluruh keluarga Teknik Elektro Uin Suska Riau. Terimakasih untuk memori yang kita rajut setiap harinya atas tawa yang setiap hari kita miliki dan atas solidaritas yang luar biasa. Sehingga masa kuliah saya menjadi lebih berwarna dan berarti.

Untuk semua pihak yang saya sebutkan maupun yang terlewat saya sebutkan saya mengucapkan terimakasih dan maaf mungkin selama ini ada kata dan sikap saya yang kurang berkenan mohon dimaafkan. Semoga Allah senantiasa membalas setiap kebaikan kalian. Serta dimudahkan segala urusan selalu oleh Allah Subhana Wa Ta'ala.

Saya menyadari bahwa hasil karya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, tetapi saya harap isinya tetap memberi manfaat sebagai ilmu dan pengetahuan bagi para pembacanya.

*Untuk para-para pejuang skripsi

Jangan pernah menyia-nyiakan waktu, jangan terlena dengan kebahagiaan, di waktu luang dan waktu sehat. tertawa dan bahagialah sewajarnya. Karena setiap waktu itu berharga.

Ingat!

Menunda mengerjakan skripsi 1 hari itu bagai menunda waktu Wisuda 1 semester.

Saya bisa memberi pesan seperti ini saya pernah lalai karena terlena dan pernah dimasa sulit.

Sesungguhnya Allah bersama orang beriman, bersabar, terus berusaha dan berdoa.

| AHMAD FADLI AZIZ |

| JULI 2022 |

PREDIKSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK JANGKA MENENGAH MENGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN (*Backpropagation*) DI KABUPATEN ROKAN HULU

AHMAD FADLI AZIZ
NIM: 11555102592

Tanggal Sidang: 22 Juli 2022
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk ini berdampak pada meningkatnya pemakaian energi listrik di Kabupaten Rokan Hulu dimana total konsumsi dan pengguna energi listrik untuk semua sektor di Rokan Hulu pada tahun 2019 adalah 21 MW sedangkan kapasitas terpasang hanya 18 MW dari hal tersebut mengakibatkan terjadinya defisit energi listrik. Dengan adanya permasalahan mengenai penyediaan energi listrik maka perlu adanya perencanaan konsumsi energi listrik di Kabupaten Rokan Hulu untuk 5 tahun kedepan dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (*Backpropagation*) dengan pola data *time series* menggunakan perangkat lunak MATLAB. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pelatihan JST dengan beberapa percobaan pada perubahan parameter seperti *epoch*, *hidden layer*, *learning rate* dan laju pembelajaran untuk mendapatkan hasil yang terbaik dan untuk mendapatkan hasil prediksi energi listrik untuk 5 tahun ke depan. Selisih antara beban real dengan beban hasil prediksi dinyatakan dalam persentase. Hasil terbaik untuk proses pengujian dan prediksi yaitu menggunakan *hidden layer* 30, *epoch* 100 dan *learning rate* 0.01 dengan laju pembelajaran *traincgb* dengan tingkatan *error* sekitar 23% dengan nilai MSE 0.00003323. Pada hasil prediksi energi listrik pada tahun 2020 – 2024 pemakaian energi listrik mengalami kenaikan yaitu pada tahun 2020 ke 2021 sebesar 15% pada tahun 2022 mengalami kenaikan sebesar 19% pada tahun 2023 mengalami kenaikan 11% dan pada tahun 2024 mengalami kenaikan 7%.

Kata Kunci: Pemakaian Energi Listrik, Jaringan Syaraf Tiruan, Prakiraan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

FORECASTING MEDIUM-TERM ELECTRICITY CONSUMPTION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHOD (*Backpropagation*) IN ROKAN HULU DISTRICT

AHMAD FADLI AZIZ
NIM: 11555102592

Date of Final Exam: 22 July 2022

Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru – Indonesia

ABSTRACT

*This increase in population has an impact on increasing the use of electrical energy in Rokan Hulu Regency where the total consumption and users of electrical energy for all sectors in Rokan Hulu in 2019 was 21 MW while the installed capacity was only 18 MW, this resulted in an electrical energy deficit. With the problem regarding the supply of electrical energy, it is necessary to plan electrical energy consumption in Rokan Hulu Regency for the next 5 years by using an Artificial Neural Network (*Backpropagation*) with a time series data pattern using MATLAB software. The purpose of this research is to analyze the ANN training with several experiments on changes in parameters such as epoch, hidden layer, learning rate and learning rate to get the best results and to get predictions of electrical energy for the next 5 years. The difference between the real load and the predicted load is expressed as a percentage. The best results for the testing and prediction process are using hidden layer 30, epoch 100 and a learning rate of 0.01 with a *traincgb* learning rate with an error rate of about 23% with an MSE value of 0.00003323. In the results of the prediction of electrical energy in 2020-2024, the use of electrical energy has increased, namely in 2020 to 2021 by 15%, in 2022, an increase of 19%, in 2023 an increase of 11% and in 2024 an increase of 7%.*

Keywords: *Electrical Energy Consumption, Artificial Neural Networks, Forecast.*

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamin, segala puji dan syukur selalu tercurah kehadiran Allah Swt atas limpahan Rahmat, Nikmat, Ilmu, dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat mengerjakan dan akhirnya menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Prediksi Konsumsi Energi Listrik Jangka Menengah Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (*Backpropagation*) Di Kabupaten Rokan Hulu”** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana akademik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi. Shalawat beserta salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu'Alaihi Wassalam yang merupakan suri tauladan bagi kita semua, semoga kita semua termasuk dalam umatnya yang kelak mendapat syafa'at dari beliau.

Banyak sekali yang telah penulis peroleh berupa ilmu pengetahuan dan pengalaman selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Elektro. Penulis berharap Tugas Akhir ini nantinya dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukannya. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setulusnya kepada pihak-pihak yang terkait berikut:

1. Bapak Jasman dan Ibu Israwati, selaku orang tua penulis yang telah mendo'akan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar penulis dapat tawakkal dan sabar sehingga sukses memperoleh kelancaran dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Hairunnas, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Hartono, M. Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Kasim Riau.
4. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Sutoyo, S.T., M.T. selaku Sekretaris Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6. Bapak Ahmad Faizal, ST., M.T selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang selalu membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc. M.Sc selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing, membantu memberikan inspirasi, motivasi, dan kesabaran memberikan arahan maupun kritikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Elektro
8. Ibu Novi Gusnita S.T., M.T selaku dosen pembimbing akademik yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, saran, serta berbagai kemudahan yang memungkinkan dalam terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I dan Ibu Marhama Jelita, S.Pd, M.Sc selaku dosen penguji II yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.
10. Pimpinan, staff dan karyawan di Program Studi Teknik Elektro serta Fakultas Sains dan Teknologi.
11. Sahabat – sahabat terbaik senasib dan seperjuangan Ade setiawan, Suci Prismulanda, Fadly Gustiawan S.T, Farid Fahriza S.T, Emelia Prana Dewi dan serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, terimakasih atas bantuannya semoga ilmu yang diberikan kepada penulis dapat bermanfaat.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima segala saran serta kritik yang bersifat membangun, agar lebih baik dimasa yang akan datang.

Harapan penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis sendiri khususnya, serta memberikan manfaat yang luar biasa bagi pembaca dimasa mendatang. Amin. *Wassalamu'alaikum wr.wb*

Pekanbaru, 22 Juli 2022
Penulis

Ahmad Fadli Aziz

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4 Batasan Masalah	I-5
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Prediksi Energi Listrik.....	II-3
2.3 Macam – macam prediksi Energi listrik	II-3
2.4 Metode prediksi energi	II-4
2.4.1 Metode Kualitatif.....	II-5
2.4.2 Metode kuantitatif	II-5
2.5 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)	II-6
2.5.1 Kelebihan dan kelemahan JST	II-7
2.5.2 Arsitektur JST.....	II-8
2.5.3 Karakteristik JST	II-10

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5.4 Konsep Dasar JST	II-10
2.5.5 Proses Pelatihan.....	II-11
2.6 <i>Backpropagation</i>	II-12
2.7 Fungsi Aktivasi <i>Backpropagation</i>	II-12
2.7.1 Metode Pelatihan <i>Backpropagation</i>	II-14
2.7.2 laju Pembelajaran <i>Backpropagation</i>	II-16
2.7.3 Transformasi Data	II-16
2.8 Ukuran Akurasi Prediksi	II-17
2.8.1 <i>Mean Error deviation</i> (MED)	II-17
2.8.2 <i>Mean Square Error</i> (MSE).....	II-18
2.8.2 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE).....	II-18

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian.....	III-1
3.2 Lokasi Penelitian	III-1
3.3 Tahapan Penelitian	III-1
3.4 Studi Literatur	III-4
3.5 Pengumpulan Data	III-4
3.6 pengelompokan dan Pengolahan Data.....	III-4
3.6.1 membuat pola data input	III-5
3.6.2 menentukan data latih dan data uji	III-5
3.6.3 transformasi data	III-6
3.7 Simulasi dengan Matlab	III-8
3.7.1 menentukan arsitektur jaringan di matlab	III-8
3.7.2 proses pelatihan JST.....	III-9
3.8 analisis hasil pelatihan	III-12
3.8.1 membandingkan hasil pelatihan	III-12
3.8.2 pengujian pada arsitektur jaringan.....	III-12
3.9 hasil prediksi.....	III-12

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Data input JST <i>backpropagation</i>	IV-1
4.2 Pelatihan JST <i>backpropagation</i>	IV-1
4.2.1 pelatihan terhadap perubahan <i>epoch</i>	IV-2
4.2.2 pelatihan terhadap perubahan <i>hidden layer</i>	IV-4
4.2.3 pelatihan terhadap perubahan <i>learning rate</i>	IV-7
4.3 Prediksi jaringan syaraf tiruan	IV-9

METODOLOGI PENELITIAN

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Single Layer Network</i>	II-8
2.2 <i>Multi Layer Network</i>	II-9
2.3 <i>Competitif Layer</i>	II-9
2.4 Konsep Pemodelan JST	II-10
2.5 Arsitektur JST <i>Backpropagation</i> 3 Lapisan	II-12
2.6 Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid Biner</i>	II-13
2.7 Fungsi aktivasi <i>Sigmoid Bipolar</i>	II-14
2.8 Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid Linear</i>	II-14
3.1 <i>flowchart</i> Penelitian.....	III-3
3.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	III-9
3.3 Alur diagram simulasi	III-10
3.4 Tampilan GUI MATLAB	III-11
3.5 Laju pembelajaran pada MATLAB.....	III-13
3.6 Input Data Latih Dan Parameter.....	III-15
3.7 Neural Network Training	III-16
4.1 Grafik <i>traincgb</i> 3000 <i>epoch</i>	IV-3
4.2 <i>Regression traincgb</i> 3000 <i>epoch</i>	IV-4
4.3 Grafik <i>Traincgb</i> 30 <i>hidden layer</i>	IV-6
4.4 <i>Regression Traincgb</i> 30 <i>hidden layer</i>	IV-6
4.5 Grafik <i>Traincgb</i> 30 <i>learning rate</i> 0,02.....	IV-8
4.6 <i>Regression Traincgb</i> 30 <i>learning rate</i> 0,02.....	IV-9
4.7 Grafik Hasil Prediksi	IV-10

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Fungsi <i>Sigmoid Biner</i>	III-5
3.2 Urutan pola data input	III-5
3.3 Data latih	III-6
3.4 Data uji	III-7
3.5 Transformasi data input	III-8
4.1 Hasil pelatihan perubahan <i>epoch traingdx</i>	IV-2
4.2 Hasil pelatihan perubahan <i>epoch taincgb</i>	IV-2
4.3 Perhitungan <i>error epoch</i>	IV-2
4.4 Hasil pelatihan perubahan hidden layer <i>traingdx</i>	IV-4
4.5 Hasil pelatihan perubahan hidden layer <i>traincgb</i>	IV-5
4.6 Perhitungan <i>Error hidden layer</i>	IV-6
4.7 Hasil pelatihan perubahan <i>learning rate traingdx</i>	IV-7
4.8 Hasil pelatihan perubahan <i>learning rate traincgb</i>	IV-7
4.9 Perhitungan <i>Error learning rate</i>	IV-8
4.10 Hasil prediksi energi listrik 5 tahun ke depan.....	IV-10

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1 Fungsi <i>Sigmoid Biner</i>	II-13
2.2 Fungsi aktivasi <i>Sigmoid Bipolar</i>	II-13
2.3 Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid Linear</i>	II-14
2.4 Menjumlahkan sinyal – sinyal masukan	II-14
2.5 Menjumlahkan keluaran lapisan unit <i>j</i>	II-15
2.6 Menjumlahkan keluaran lapisan unit <i>k</i>	II-15
2.7 Menghitung faktor kesalahan pada keluaran unit <i>k</i>	II-15
2.8 Jumlah koreksi bobot / masukan <i>j</i> dan <i>k</i>	II-15
2.9 Menjumlahkan faktor kesalahan bobot dari unit	II-15
2.10 Menghitung <i>error</i> pada unit <i>j</i>	II-16
2.11 Menghitung koreksi bobot.....	II-16
2.12 Menjumlahkan bobot masukan pada unit <i>j</i> dan <i>I</i>	II-16
2.13 Menjumlahkan bobot keluaran pada unit <i>j</i> dan <i>I</i>	II-16
2.14 Rumus Transformasi Data	II-17
2.15 Rumus <i>Mean Absolute Deviation</i> (MAD).....	II-17
2.16 Menghitung <i>Mean Squared Error</i> (MSE)	II-18
2.17 Menghitung <i>Mean absolute persectage error</i> (MAPE).....	II-18

UIN SUSKA RIAU

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang penting dalam kehidupan manusia mulai dari awal ditemukannya hingga saat ini energi listrik sudah mengalami banyak peningkatan dari segi penggunaannya. Penggunaan energi listrik mencakup dari berbagai sektor seperti ekonomi, rumah tangga, industri, komersial, bisnis dan fasilitas umum. Setiap tahunnya sektor – sektor tersebut mengalami peningkatan yang harus terus dipenuhi oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai penyedia energi listrik. Namun akibat kurangnya kapasitas pembangkit listrik, serta tidak ada penggunaan energi alternatif yang bisa digunakan menjadikan ketersediaan energi listrik tersebut tidak terpenuhi sehingga mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat di masa mendatang [1]

Adanya ketersediaan energi listrik yang cukup dan tepat sasaran akan berdampak dengan meningkatnya pembangunan suatu daerah dan kualitas hidup masyarakat. Kemudian secara langsung maupun tidak langsung, hal itu akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Tidak seperti Energi lain pada umumnya energi listrik mempunyai sifat – sifat khusus yang berbeda. Untuk mendistribusikan tenaga listrik ke masyarakat harus melalui jaringan tertentu, kemudian tingkat produksi atau tenaga yang dihasilkan oleh pembangkit listrik harus sesuai dengan kebutuhan beban, hal ini dikarenakan energi listrik harus menyesuaikan antara produksi dengan kebutuhan beban listrik yang dipakai oleh konsumen karena tenaga listrik tidak dapat disimpan dalam skala besar, oleh karena itu energi listrik harus tersedia ketika dibutuhkan [1]

Apabila daya yang dikirim dari suatu pembangkit listrik jauh lebih besar daripada permintaan daya beban, maka akan terjadi pemborosan energi. Sebaliknya apabila daya yang dibangkitkan pembangkit listrik rendah akan terjadi *over load* yang akan berdampak pada terjadinya pemadaman [1]. Agar tercapai penyesuaian antara pembangkit dan permintaan daya maka pihak penyedia listrik harus mengetahui beban atau permintaan daya listrik untuk beberapa waktu ke depan.

Menurut Statistik Ketenaga Listrikian Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pada tahun 2019 Provinsi Riau mengkonsumsi energi listrik sebanyak 406.993 GWh menjadikan Provinsi Riau sebagai peringkat ke-3 Provinsi yang mengkonsumsi energi listrik terbanyak di Sumatera. Hal tersebut terjadi karena meningkatnya konsumsi listrik di beberapa daerah – daerah yang ada di Provinsi Riau yang mengalami pembangunan daerah sehingga mengalami peningkatan konsumsi listrik disetiap sektornya salah satunya adalah Kabupaten Rokan Hulu [2].

Kabupaten Rokan Hulu adalah sebuah kabupaten yang terletak di Provinsi Riau yang merupakan hasil pemekaran Kabupaten Kampar. Kabupaten Rokan Hulu mempunyai luas wilayah 744.985 km² terdiri dari 16 Kecamatan dan 157 desa/kelurahan. Dari data yang diambil oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Riau pada tahun 2019 Kabupaten Rokan Hulu adalah Kabupaten yang pertumbuhan penduduknya berada di urutan ke-5 setelah Kota Pekanbaru, Kabupaten Kampar, Kabupaten Indragiri Hilir dan Kabupaten Rokan Hilir. Tercatat pada tahun 2019 jumlah penduduk di Kabupaten Rokan Hulu berjumlah 692.120 jiwa, meningkat 3,9% dari tahun 2018 [3].

Peningkatan jumlah penduduk ini berdampak pada meningkatnya pemakaian energi listrik di Kabupaten Rokan Hulu dimana total konsumsi dan pengguna energi listrik untuk semua sektor di Rokan Hulu pada tahun 2019 adalah 21 MW sedangkan kapasitas terpasang hanya 18 MW dari hal tersebut mengakibatkan terjadinya defisit energi listrik sebesar 3 MW hal ini terjadi karena jenis pembangkit listrik di Kabupaten Rokan Hulu hanya mengandalkan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Tanjung Belit 10 MW, PLTD Sungai Kuning 5 MW dan PLTD Kepenuhan Barat 2 MW pihak perusahaan swasta yang menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) Rantau Sakti sebesar 1 MW. Untuk memenuhi defisit energi tersebut PLN Kabupaten Rokan Hulu melakukan interkoneksi dengan PLTA Koto Panjang sebagai upaya untuk memenuhi kekurangan energi listrik yang tersisa [4].

Dari masalah defisit energi diatas salah satu penyebabnya ketidaktepatan peramalan sebenarnya peralamalan itu sudah dilakukan oleh stakeholder. Di Rokan Hulu sendiri sistem prediksi energi listriknya saat ini masih dilakukan oleh PLN pusat yang berada di Pekanbaru karena P.T PLN (Persero) ULP Pasir Pangaraian belum memiliki sistem prediksi konsumsi listrik jangka pendek maupun menengah untuk memenuhi kebutuhan konsumen [5].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Beberapa metode Metode prediksi saat ini yang digunakan PLN adalah model prakiraan beban seperti *Simple Econometric* dan *software long range energi alternative planning system (LEAP)*. *Simple Econometric* merupakan sebuah metode peramalan menggunakan metode regresi yang menggunakan data historis dari penjualan energi listrik, daya tersambung, jumlah pelanggan, pertumbuhan ekonomi, dan populasi untuk membentuk persamaan yang memproyeksikan kebutuhan listrik jangka panjang yaitu 5 – 10 tahun kedepan. [5].

Sedangkan LEAP menggunakan beberapa sektor penggunaan energi listrik sebagai variabelnya seperti rumah tangga, bisnis, publik, industri dan PDRB, LEAP sendiri juga digunakan untuk meramalkan untuk prediksi jangka panjang diatas 5 tahun. Dalam melakukan suatu prediksi perlu diketahui bahwa semakin jauh waktu yang diramalkan kedepannya maka akan semakin sulit mendapatkan hasil keakuratan yang mendekati target karena tidak tentunya suatu kejadian diwaktu yang akan datang oleh karena itu di perlukanya sebuah metode lain yaitu peralaman jangka pendek dan menengah untuk meninjau kembali tingkat kesalahan pada prediksi yang akan dilakukan. Saat ini prediksi yang dilakukan hanya dilakukan pada PLN pusat tetapi perlu juga dilakukan peralaman di setiap daerah yang lebih spesifik agar prediksi bisa lebih efektif dan tepat sasaran sehingga PLN lebih mudah mengatur beban listrik [6].

Pada penelitian ini penulis akan memprediksi kebutuhan energi listrik jangka menengah perbulan dalam rentang waktu setahun di Kabupaten Rokan Hulu yaitu dari bulan Januari 2020 sampai dengan bulan Desember 2024 menggunakan *software Matrix Laboratory (MATLAB)* dengan memanfaatkan salah satu fungsi *Artificial neural network (ANN)* atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST) [7].

JST merupakan sistem yang menirukan prinsip kerja jaringan syaraf manusia yang peyelesaiannya meggunakan komputasi algoritma. Salah satu metode yang digunakan adalah metode *Backpropagation* [8]. Dipilihnya JST untuk perhitungan ini adalah karena dapat meramalkan kebutuhan listrik jangka menengah maupun pendek karena memiliki kemampuan untuk mengingat, belajar dan mengeneralisasi dari *input* yang diberikan yang bobotnya dapat dilatih secara berulang - ulang sampai mendapatkan *output* yang di inginkan [9].

Pada prakiraan pemakaiaan energi listrik di Kabupaten rokan hulu ini menggunakan data pemakaiaan energi listrik data bulanan dengan pola yang disusun secara *time series* pda setiap bulanya yaitu mulai dari Januari 2014 sampai Desember 2019. Dan juga

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

membandingkan perubahan parameter pada arsitektur jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* seperti perubahan *epoch*, *hidden layer* dan *learning rate* serta laju pembelajaran *Gradient Descent with Momentum & Adaptive LR (traingdx)*, dan *Conjugate Gradient with Beale-Powell Restarts (traincgb)* [11], dari beberapa parameter arsitektur jaringan pelatihan ini disetiap pelatihan akan mendapatkan hasil simulasi berbeda, lalu pada setiap arsitektur jaringan akan dibandingkan dan dipilih yang terbaik berdasarkan tingkat error yang diinginkan.

Berdasarkan masalah dan solusi yang telah dibahas di atas, maka peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul **“Prediksi Konsumsi Energi Listrik Jangka Menengah di Kabupaten Rokan Hulu Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Dengan Metode *Backpropagation*”**. Dengan hasil prediksi berupa kebutuhan energi listrik pada setiap bulanya pada tahun 2020-2024.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan data hasil pelatihan terbaik pada perubahan variabel arsitektur jaringan JST.
2. Bagaimana menghasilkan prediksi energi listrik di kabupaten rokan hulu tahun 2020 sampai tahun 2024 meggunakan JST *Backprpagation*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini adalah

1. Menentukan data hasil pelatihan terbaik pada perubahan variabel arsitektur jaringan JST.
2. Menghasilkan prediksi energi listrik di Kabupaten Rokan Hulu tahun 2020 sampai tahun 2024 meggunakan JST *Backprpagation*

1.4 Batasan Penelitian

Dalam penyusunan proposal tugas akhir ini penulis membatasi materi mengenai :

1. Data yang digunakan berdasarkan data historis pemakaian energi listrik dari bulan Januari 2014 sampai Desember 2019 di P.T PLN (Persero) ULP Pasir Pangaraian.
2. Pada penelitian ini data bulanan yang digunakan adalah total dari data konsumsi pada sektor Rumah Tangga, Bisnis, Publik, dan Industri.
3. Algoritma pembelajaran JST yang digunakan adalah *feed-forward Backpropagation* menggunakan *multilayer* pada arsitektur jaringan.

1.5 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Jumlah data *input* yang digunakan berjumlah 12 *inputan* berdasarkan jumlah bulan dalam waktu setahun.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Penulis

Dapat mengaplikasikan perangkat lunak MATLAB pada penelitian untuk kehidupan yang nyata sebagai alat untuk perhitungan permintaan energi listrik.

2. Bagi Lembaga Pendidikan

Sebagai bahan referensi bagi pihak yang membutuhkan.

3. Bagi Perusahaan

Dapat menjadi acuan bagi perusahaan-perusahaan industri untuk dapat meramalkan permintaan energi listrik sesuai dengan permintaan daya atau kebutuhan konsumen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Dalam penelitian tugas akhir ini akan dilakukan studi literatur yang merupakan pencarian referensi yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang akan diselesaikan dari buku, artikel dan jurnal yang berkaitan. Penelitian terkait peramalalan kebutuhan energi listrik telah dilakukan beberapa Universitas yang ada di Indonesia.

Penelitian yang berjudul, “Prediksi Pemakaian Listrik Dengan Pendekatan *Backpropagation*” penelitian ini bertujuan untuk Pengujian aplikasi dari data bulan Januari 2008 sampai Januari 2009 untuk diuji dan dibandingkan dengan data asli pada Wilayah Kalselteng bulan Februari 2009 sampai Desember 2012 menggunakan data *time series*. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak MATLAB dengan metode *Backpropagation* Hasil penelitian ini mampu menghasilkan Peramalan Pemakaian Listrik dengan struktur 12-3-1 *Root Mean Square Error* yang dihasilkan mencapai 0.024, dan pada struktur 12-25-1 mampu menghasilkan *Root Mean Square Error* 0.011, dan terakhir pada struktur 12-100-1 mampu menghasilkan *Root Mean Square Error* 0.0098 [10].

Penelitian dengan judul “Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Provinsi D.I.Yogyakarta Tahun 2016-2025”. Tujuan dari penelitian ini untuk memprediksi kebutuhan energi listrik Provinsi D.I.Yogyakarta dari tahun 2016-2025 menggunakan Jaringan syaraf tiruan (JST) menggunakan metode *backpropagation* dengan 8 masukan yang terdiri dari data historis jumlah pelanggan (sektor rumah tangga, bisnis, publik, dan komersil) dan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) sektor rumah tangga, bisnis, publik, dan komersil tahun 2006-2015. Hasil pelatihan jaringan menghasilkan pola yang selanjutnya akan digunakan untuk memproyeksikan kebutuhan energi listrik tahun 2016-2025. Proyeksi menggunakan metode JST menunjukkan rata-rata *error* atau perbedaan sebesar 1,89% terhadap RUPTL 2015-2025, dengan besar rata-rata pertumbuhan konsumsi listrik sebesar 6,90% tiap tahunnya [11].

Penelitian dengan judul “Implementasi *Neural Network* pada Matlab untuk Prakiraan Konsumsi Beban Listrik Kabupaten Ponorogo Jawa Timur”. Pada penelitian ini menggunakan data beban listrik Kabupaten Ponorogo mulai dari bulan Januari 2014 – Desember 2016. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui implementasi *neural*

network untuk melakukan prakiraan listrik pada tahun 2019 mendatang. Metode penelitian yang dilakukan adalah experiment. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil *neural network* dengan metode *backpropagation* mampu melakukan prakiraan konsumsi beban listrik dengan rata-rata konsumsi beban listrik setiap bulannya sebesar 265 MVA dengan tingkat kesalahan *mean square error* (MSE) sebesar 0,7% [12].

Penelitian dengan judul “Prediksi Beban Listrik Jangka Menengah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Sistem Kelistrikan Kota Ambon” tujuan penelitian ini adalah untuk meramalkan permintaan beban dari tahun 2014 sampai tahun 2020, dengan menggunakan data validasi dari tahun 2007-2013 Sebagai data pembanding yang digunakan pada hasil prediksi beban menggunakan metode regresi. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa penggunaan arsitektur jaringan syaraf tiruan hasil prediksi beban listrik pada tahun 2020 sebesar 88,223 MW dan metode regresi sebesar 52,548 MW, dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang lebih masuk akal dibandingkan hasil prediksi menggunakan metode regresi [13].

Penelitian dengan judul “Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Dengan Menggunakan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)”. Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan sistem yang dapat meramalkan kebutuhan beban listrik jangka pendek menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dengan metode perhitungan *time series* memanfaatkan data historis harian beban listrik PLN. Algoritma pembelajaran pada tahapan maju adalah *Least Squares Estimator* (LSE) *Recursive*, dan tahap mundur menggunakan metode *Gradient Descent*. Berdasarkan hasil pengujian didapat *Mean Absolute Persen Error* (MAPE) prediksi beban listrik adalah $\pm 1,68\%$. Keluaran yang dihasilkan oleh sistem ini dapat diterima dan kesalahan dianggap rendah karena dibawah 20 % [14].

Penelitian Dengan judul “Estimasi Konsumsi Energi Listrik Bali Berbasis ANN” Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan konsumsi energi listrik pada sistem kelistrikan Bali jangka pendek bulanan yang berbasis pada *Artificial Neural Network* (ANN). Penelitian ini mengambil data dari tahun 2005 – 2012. Data diperoleh di PT. PLN Persero Unit Bisnis Distribusi Bali. Selanjutnya data dibagi dalam dua *set* yaitu *training set* dan *validation set*. Perangkat lunak yang digunakan untuk membantu proses prediksi tersebut adalah MATLAB R2007b. Penelitian dengan menggunakan pendekatan ANN ini menghasilkan *error* yang kecil dan MAPE yang dihasilkan adalah 4.51 %. Angka ini

menunjukkan bahwa model ANN memiliki ketelitian yang baik dan cukup baik digunakan untuk prediksi pada masa yang akan datang [15].

Berdasarkan penelitian terdahulu tentang prediksi menggunakan JST maka penulis tertarik untuk melakukannya di Kabupaten Rokan Hulu. Oleh karena itu, penulis mengangkat judul penelitian ini adalah **“Prediksi Konsumsi Energi Listrik Jangka Menengah di Kabupaten Rokan Hulu Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Backpropagation) Dengan Metode”**. Penelitian membahas tentang prediksi penggunaan energi listrik di Kabupaten Rokan Hulu menggunakan data bulanan yang dari tahun 2014 – 2019. Dari beberapa *literature review* diatas penelitian ini sangat dekat dengan penelitian [10]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian [10] adalah prediksi yang dilakukan menggunakan beberapa percobaan pelatihan yaitu dengan melihat perubahan pada parameter pelatihan seperti *epoch*, *hidden layer*, dan *learning rate* lalu memprediksi penggunaan konsumsi energi listrik dari tahun 2020 – 2024.

2.2 Prediksi Energi Listrik

Prediksi adalah suatu hal yang dilakukan untuk menduga lebih awal suatu kejadian atau keadaan diwaktu yang akan datang. Prediksi dibidang tenaga listrik yaitu menduga suatu kebutuhan energi listrik untuk pemakaian kedepanya dengan menggunakan data-data masa lalu menggunakan ilmu pengetahuan statistik dan metode perhitungan yang sesuai, bisa dalam jangka waktu tahunan, bulanan dan mingguan. Hasil prediksi ini bertujuan untuk membuat suatu perencanaan kebutuhan energi listrik dan penambahan kapasitas pembangkit apabila diperlukan untuk kedepanya sehingga meminimalisir kurangnya daya yang didistribusikan kepada konsumen.[16].

2.3 Macam – Macam Prediksi Energi Listrik

Prediksi beban listrik berdasarkan jangka waktu dapat dikelompokkan menjadi :

1. Prediksi Beban Jangka Panjang

Prediksi jangka panjang digunakan untuk meramalkan kebutuhan energi listrik 1 – 10 tahun kedepan dengan menggunakan data historis jumlah pemakaian listrik di setiap sektor serta pemilihan variabel pendukung yang memiliki pengaruh besar terhadap penggunaan energi listrik seperti pertumbuhan ekonomi, jumlah penduduk, kapasitas terpasang dan sebagainya. Prediksi jangka panjang biasa digunakan untuk meramalkan kebutuhan listrik skala besar seperti di suatu negara, provinsi, kabupaten dan pusat perkotaan yang memiliki kebutuhan listrik

yang tinggi. Hasil prediksi ini digunakan untuk membuat rencana pemenuhan kebutuhan maupun pengembangan penyediaan tenaga listrik.

2. Prediksi beban jangka menengah

Prakiraan jangka menengah adalah untuk memperkirakan penggunaan satu bulan sampai dengan satu tahun. Prediksi ini sering digunakan untuk meramalkan kebutuhan listrik di wilayah kabupaten dan pusat ibu kota, prediksi jangka menengah cukup penting untuk perencanaan pengaturan pembagian beban pada jaringan interkoneksi di gardu induk, perluasan jaringan distribusi, dan kebutuhan pejadwalan pengoperasian pembangkit listrik.

3. Prediksi beban jangka pendek

Prakiraan jangka pendek adalah untuk memperkirakan penggunaan untuk jangka waktu beberapa jam sampai dengan seminggu. Pada prediksi jangka pendek mencakup wilayah yang kecil seperti pusat perkotaan dan rayon – rayon pada setiap pembangkit listrik. Prediksi beban listrik jangka pendek bertujuan untuk menentukan jumlah pasokan daya listrik dari pembangkit di setiap rayon untuk memenuhi kebutuhan konsumen pada setiap jamnya dalam beberapa hari kedepan agar pembagian energi listrik merata di setiap wilayah untuk meminimalkan pemadaman wilayah. Data yang digunakan meliputi data historis pemakaian listrik perjamnya dan juga variabel seperti data cuaca, beban puncak dan pemadaman [17].

2.4 Metode Prediksi Energi

Dalam melakukan suatu prediksi energi, dibutuhkan sebuah metode yang sesuai digunakan berdasarkan bentuk data dan fungsinya. Metode prediksi yang digunakan akan berpengaruh terhadap hasil yang ingin kita capai, oleh karena itu dalam melakukan pendekatan analisis terhadap data yang akan kita olah harus dapat memberikan cara pemikiran, pengerjaan atau pemecahan masalah yang sistematis dan pragmatis, dan memberikan tingkat keyakinan yang lebih besar atau ketepatan hasil dari prediksi yang dibuat. Ada beberapa metode yang digunakan untuk meramalkan permintaan energi listrik, berdasarkan sifatnya metode prediksi dibagi menjadi 2 yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif karena menggunakan data pada tahun-tahun sebelumnya atau yang telah lampu [17].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2.4.1 Metode Kualitatif

Model kualitatif yaitu data yang digunakan tidak berbentuk angka metode tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya dengan memasukkan faktor-faktor subjektif dalam model prediksi, Metode kualitatif dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Metode Eksploratoris

Dimulai dengan masa lalu dan masa kini sebagai titik awalnya dan bergerak ke arah masa depan secara heuristik, seringkali dengan melihat semua kemungkinan yang ada.

2. Metode Normatif

Dimulai dengan menetapkan sasaran dan tujuan yang akan datang, kemudian bekerja mundur untuk melihat apakah hal ini dapat dicapai berdasarkan kendala, sumber daya dan teknologi yang tersedia [17].

2.4.2 Metode Kuantitatif

Metode kuantitatif adalah metode yang menggunakan dalam bentuk data numerik dan metode ini memiliki pola matematis dan statistik untuk perhitungan variabel datanya. Prediksi kuantitatif mengansumsikan bahwa variabel yang terjadi pada masa lalu akan terulang kembali pada masa yang akan datang karena memiliki tingkat keeratan variabel pada masa lalu [17].

Metode kuantitatif dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Metode Deret Berkala (*Time Series*)

Metode *times series* adalah metode prediksi yang bergantung pada nilai seluruh variabel masa lalu ataupun kesalahan yang dilakukan sebelumnya. Tujuan dari metode ini adalah meneliti pola data yang dipakai untuk meramal dan melakukan ekstrapolasi ke masa depan. Metode ini menggunakan *time series* sebagai dasar prediksi data aktual masa lalu yang akan diramalkan untuk mengetahui pola data yang diperlukan dalam menentukan metode prediksi yang sesuai. Metode – metode prediksi yang menggunakan *time series* yaitu : Metode *Smoothing*, Metode *Box Jenkins*, Metode Perkiraan dengan Regresi dan metode BPNN.

2. Metode Kausal

Metode ini adalah metode yang mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

bebas. Metode-metode prediksi dengan kausalitas yaitu: Metode Regresi dan Korelasi, Metode Ekonometrika [18].

2.5 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Artificial Neural Network (ANN) atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah bagian dari sistem kecerdasan buatan *Artificial Intelligence* (AI) yang merupakan salah satu sistem yang prinsip kerjanya yaitu dengan menirukan sistem jaringan dari otak manusia yang kemudian disimulasikan melalui proses pembelajaran. Untuk mengimplementasikan JST yaitu dengan menggunakan program komputer JST mampu mengolah perhitungan pemodelan matematis, pengenalan bentuk, serta melakukan pengambilan keputusan selama proses pembelajarannya. *Neuron-neuron* dalam JST dibentuk dalam sebuah susunan, yang disebut dengan lapisan (*layer*) [19].

Pada dasarnya JST terdiri dari 3 *layer*, yaitu *input layer*, *process*, dan *output layer*. Pada *input layer* berisi variabel data *input*, *process layer* berisi langkah pengenalan objek dan *output layer* berisi hasil pengenalan suatu objek. Sebagai sistem yang mampu menirukan perilaku manusia, umumnya sistem mempunyai ciri khas yang menunjukkan kemampuan dalam hal :

1. Menyimpan informasi.
2. Menggunakan informasi yang dimiliki untuk melakukan suatu pekerjaan dan menarik kesimpulan.
3. Beradaptasi dengan keadaan baru.
4. Berkomunikasi dengan penggunanya.

Model JST yang ada tentu saja sangat jauh lebih sederhana dibandingkan dengan sistem saraf manusia yang sebenarnya. Suatu JST ditentukan oleh 3 hal yaitu :

1. Pola-pola hubungan antar *neuron* yang disebut arsitektur jaringan.
2. Metode penentuan bobot penghubung yang disebut metode *training /learning/* algoritma.
3. Fungsi aktivasi yang digunakan [20].

Berdasarkan jumlah *layer*, arsitektur JST dapat diklasifikasikan menjadi dua kelas yang yaitu Jaringan *layer* tunggal (*single layer network*), Semua unit *input* dalam jaringan ini dihubungkan dengan semua unit *output*, meskipun dengan bobot yang berbeda-beda. Jaringan *layer* jamak (*multi layer network*) Jaringan *layer* jamak merupakan perluasan dari *layer* tunggal. Jaringan *layer* jamak memperkenalkan satu atau lebih *layer* tersembunyi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

(*hidden layer*) yang mempunyai simpul yang disebut *neuron* tersembunyi (*hidden neuron*) [20].

2.5.1 Kelebihan dan Kelemahan JST

Sebagai alat pemecah masalah, JST memiliki kelebihan dan kekurangan, beberapa keunggulan dari JST adalah sebagai berikut :

1. Mampu memecahkan masalah yang sukar disimulasikan dengan menggunakan teknik analitikal logika seperti teknologi *software* standar.
2. Mampu memahami data yang dimasukkan meskipun data tersebut tidak lengkap atau terkena gangguan
3. JST memiliki kelebihan yang sulit diciptakan dengan pendekatan simbolik/*logical* dari teknik tradisional kecerdasan buatan, yaitu bahwa JST mampu belajar dari pengalaman.
4. Hemat biaya dan lebih nyaman bila dibandingkan dengan keharusan untuk menulis program seperti *software* standar. Hal ini dikarenakan pada jaringan syaraf tiruan, yang harus dilakukan adalah melatih jaringan untuk belajar dengan cara memasukkan data set yang berisikan sekumpulan kasus ke dalam jaringan.
5. JST terbuka untuk digabungkan dengan teknologi lain untuk menghasilkan sistem hibrida yang memiliki kemampuan memecahkan masalah dengan sangat baik. Misalnya JST dengan sistem pakar, dengan logika samar (*fuzzy*), dan dengan algoritma genetika, atau diintegrasikan dengan *database* [21].

Selain memiliki banyak kelebihan, JST juga memiliki beberapa kelemahan, seperti:

1. JST kurang sesuai digunakan untuk aritmatika dan pengolahan data.
2. JST masih membutuhkan campur tangan penguji untuk memasukkan pengetahuan dan menguji data.
3. Belum ditemukan metode paling efektif dalam merepresentasikan data *input*, memilih arsitektur yang sesuai, menentukan jumlah *neuron* dan juga menentukan jumlah lapisan. Cara yang digunakan sampai dengan saat ini adalah dengan *trial* dan *error*.
4. JST kurang dapat mendeskripsikan mengenai hasil. Untuk aplikasi dimana aturan – aturan penjelasan adalah hal penting, misalnya penolakan aplikasi pinjaman bank, mungkin JST bukan merupakan saran yang tepat untuk

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

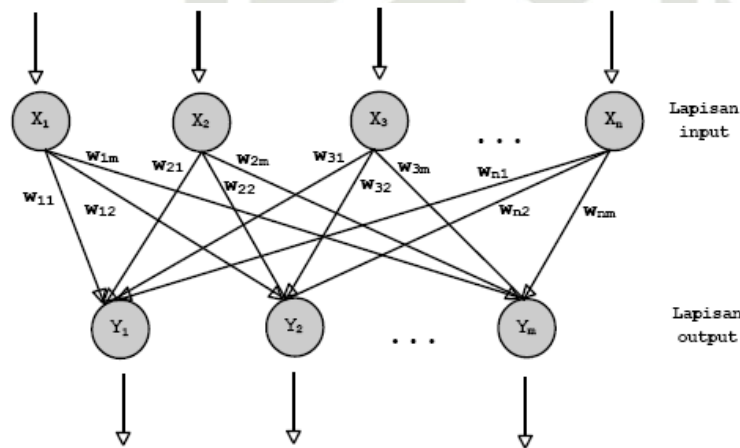
menjelaskan. Sebaliknya jika diutamakan hasil, misalnya prediksi pola-pola pasar saham, maka JST adalah saran yang tepat [21].

2.5.2 Arsitektur JST

JST memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Arsitektur JST tersebut, antara lain :

1. Jaringan layer Tunggal (*Sigle Layer Network*)

Jaringan dengan lapisan tunggal terdiri dari 1 *layer input* dan 1 *layer iutput*. Setiap *neuron* / unit yang terdapat didalam lapisan *layer input* selalu terhubung dengan setiap *neuron* yang terdapat pada *layer output*. Jaringan ini hanya menerima *input* kemudian langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu ADALINE, *Hopfield*, *Perceptron*.



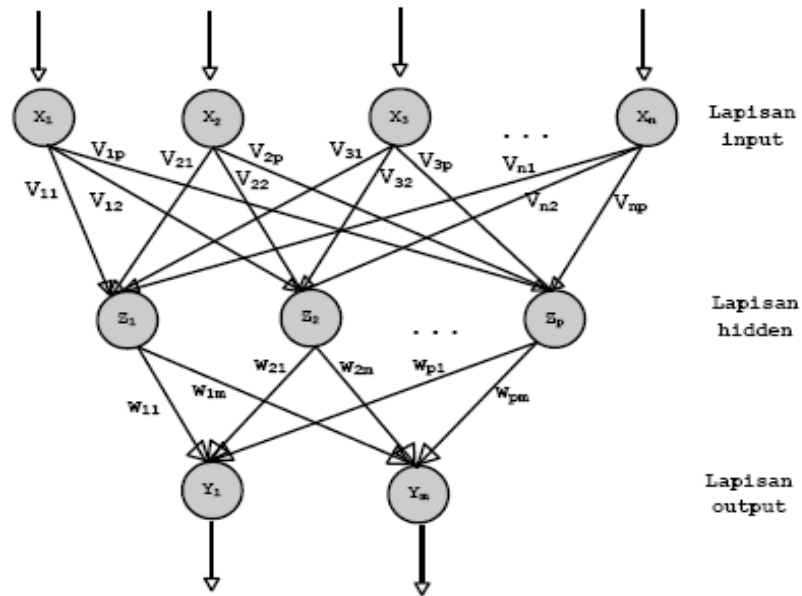
Gambar 2.1 *Single Layer Network* [22]

2. Jaringan banyak lapisan (*Multilayer Network*)

Pada Jaringan *multilayer network* memiliki 3 jenis *layer* yaitu *layer input*, *hidden layer* dan *layer output*. Karena memiliki banyak lapisan jaringan ini biasanya digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal. Namun, selama proses pelatihan sering membutuhkan waktu cenderung lama. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu : MADALINE, *Backpropagation*, *Neocognitron*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

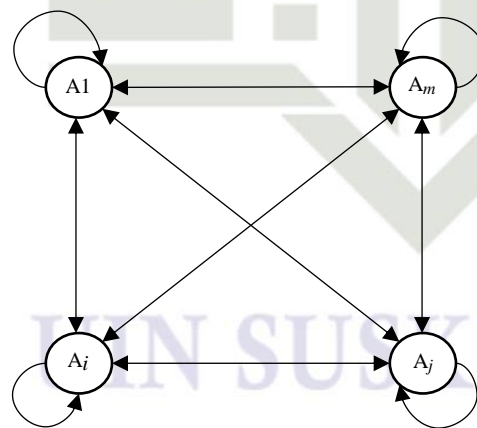
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2 Multilayer Network [22]

3. Jaringan lapisan kompetitif (*Competitif Layer*)

Model jaringan *competitive* mirip dengan *single layer network* ataupun *multilayer network*. Hanya saja, ada *neuron output* yang memberikan sinyal pada unit *input* yang sering disebut *feedback loop*. Dengan kata lain, sinyal mengalir dua arah, yaitu maju dan mundur. dari *competitive network* merupakan arsitektur sekumpulan jaringan *neuron* yang bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. Contoh algoritma yang menggunakan metode ini adalah *Learning Vektor Quatization (LVQ)* [22].



Gambar 2.3 *Competitif Layer* [23]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5.3 Karakteristik Jaringan Syaraf Tiruan

1. Arstektur Jaringan

Salah satu ciri khas dari JST yaitu memiliki arsitektur jaringan, arsitektur jaringan ini sendiri merupakan sebuah pola atau rangkaian hubungan antar *input layer*, *hiden layer*, *neuron*, dan *output* yang membentuk suatu jaringan.

2. Algoritma jaringan

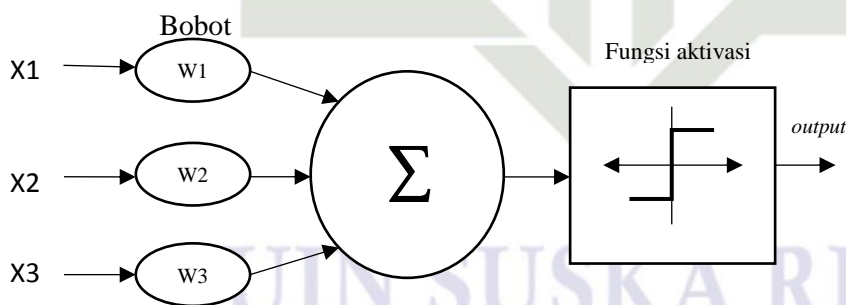
Merupakan metode untuk menentukan nilai bobot hubungan. Ada dua metode pada algoritma JST, yaitu metode bagaimana JST tersebut melakukan pelatihan dan metode bagaimana JST tersebut melakukan pengenalan.

3. Fungsi Aktivasi

Merupakan fungsi untuk menentukan nilai keluaran berdasarkan nilai total masukan pada *neuron*. Fungsi aktivasi suatu algoritma jaringan dapat berbeda dengan fungsi aktivasi algoritma lain [23].

2.5.4 Konsep Dasar JST

Sama seperti otak manusia, JST terdiri dari beberapa *neuron* yang tersusun dalam lapisan dan memiliki hubungan antara *neuron* – *neuron* tersebut. *Neuron* akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarannya menuju ke *neuron* lain, hubungan ini lebih dikenal dengan istilah bobot dimana di dalamnya terdapat informasi yang disimpan dalam bentuk nilai tertentu pada bobot tersebut. Hasil penjumlahan ini kemudian dibandingkan dengan suatu Informasi yang disebut dengan masukan dikirim ke *neuron* dengan bobot kedatangan tertentu.



Gambar 2.4 Konsep Pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan [23]

Pada jaringan syaraf, *neuron-neuron* akan dikumpulkan dalam lapisan – lapisan yang disebut dengan lapisan *neuron*. Biasanya *neuron* pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan sebelum atau sesudahnya terkecuali lapisan masukan dan lapisan keluaran. Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan dari lapisan ke

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

lapisan, melalui dari lapisan masukan sampai lapisan keluaran melalui lapisan tersembunyi. Algoritma pembelajaran menentukan informasi akan dirambatkan kearah mana, gambar 3 menunjukkan *neuron* jaringan syaraf sederhana dengan fungsi aktivasi [12]. Lapisan – lapisan penyusun JST tersebut dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Lapisan *input*, unit – unit di dalam lapisan *input* disebut unit *input*. Fungsinya menerima *inputan* data dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan.
2. Lapisan *hidden layer*, unit unit di dalam lapisan *hidden layer outputnya* tidak dapat secara langsung diamati.
3. Lapisan *output*, unit - unit di dalam lapisan *output*, merupakan solusi terhadap suatu permasalahan [24].

2.5.5 Proses Pelatihan

Proses pelatihan secara umum terbagi menjadi 2 metode yaitu pelatihan terbimbing (*supervised learning*) dan pelatihan tak terbimbing (*unsupervised learning*)

3 Pelatihan Terbimbing (*Supervised Learning*)

Melatih jaringan hingga diperoleh bobot yang diinginkan. Pasangan data tersebut berfungsi sebagai “guru” untuk melatih jaringan hingga diperoleh bentuk yang terbaik. “Guru” akan memberikan informasi yang jelas tentang bagaimana sistem harus mengubah dirinya untuk meningkatkan unjuk kerjanya. Pada setiap kali pelatihan, suatu *input* diberikan ke jaringan. Jaringan akan memproses dan mengeluarkan keluaran. Selisih antara keluaran jaringan dengan target merupakan *error* yang terjadi. Jaringan akan memodifikasi bobot sesuai dengan *error* tersebut. Contoh tipe pembelajaran terawasi beberapa diantaranya yaitu, *Hebb Rule*, *Perceptron*, *Delta Rule*, *Backpropagation*, *Heteroassociative Memory*, *Bidirectional Associative Memory (BAM)*, *Learning Vector Quantization (LVQ)*.

4 Pelatihan Tak Terbimbing (*Unsupervised Learning*)

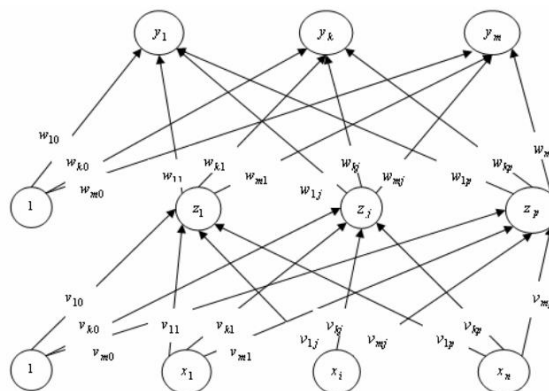
Dalam pelatihan tak terbimbing, tidak ada “guru” yang akan mengarahkan proses pelatihan. Dalam pelatihannya, perubahan bobot jaringan dilakukan berdasarkan parameter tertentu dan jaringan dimodifikasi menurut ukuran parameter tersebut. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun dalam suatu *range* tertentu tergantung pada nilai *input* yang diberikan. Tujuan pembelajaran ini adalah agar dapat mengelompokkan unit – unit yang hampir sama dengan

suatu area tertentu. Pembelajaran ini sangat cocok untuk pengelompokan pola. Contoh metode pembelajaran tidak terawasi adalah jaringan kohonen [25]

2.6 Backpropagation

Backpropagation adalah sebuah metode sistematika untuk pelatihan *multilayer*. Yaitu suatu pemodelan data yang mampu mewakili hubungan *Input – Output* yang kompleks, metode ini relatif lebih mudah untuk menyelesaikan beberapa masalah. Selain itu, *Backpropagation* sendiri memiliki akurasi yang tinggi. Kelebihan utama dari *Backpropagation* yaitu karena pembelajarannya dilakukan berulang-ulang sehingga dapat digunakan untuk mewujudkan sistem yang konsisten bekerja dengan lebih baik [12].

Algoritma pelatihan JST *Backpropagation* terdiri atas 2 langkah yaitu perambatan maju (*feedforward*) dan perambatan mundur (*backpropagation*) langkah *feedforward* dan *backpropagation* ini dilakukan pada jaringan untuk setiap pola yang diberikan selama jaringan mengalami pelatihan. Jaringan *Backpropagation* terdiri atas 3 lapisan *layer*. Perbedaannya hanya pada jumlah lapisan tersembunyi yang dimilikinya, ada yang 1 lapisan dan ada yang lebih dari 1 lapisan [12].



Gambar 2.5 Arsitektur JST *Backpropagation* 3 Lapisan [22]

Perambatan maju dimulai dengan memberikan pola masukan ke lapisan masukan. Pola masukan ini merupakan nilai aktivasi unit – unit masukan. Dengan melakukan *feedforward* dihitung nilai aktivasi pada unit – unit di lapisan berikutnya. Pada setiap lapisan tiap unit pengolah melakukan penjumlahan berbobot dan menerapkan fungsi *sigmoid* untuk menghitung keluarannya [1].

2.7 Fungsi Aktivasi Backpropagation

Fungsi aktivasi merupakan suatu fungsi yang akan mentrasformasikan suatu *input* menjadi suatu *output* tertentu. Pada JST suatu informasi akan diterima oleh

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

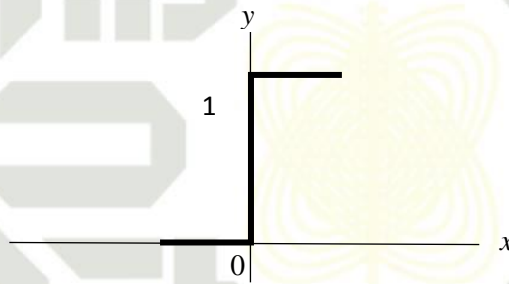
inputan. *Inputan* ini akan diproses melalui fungsi perambatan. Fungsi ini akan menjumlahkan sejumlah *inputan*, hasil dari penjumlahan ini kemudian akan dibandingkan dengan nilai ambang (*threshold*) tertentu melalui fungsi aktivasi pada setiap *neuron*. Jika nilai dihasilkan melewati nilai ambang maka *neuron* tersebut akan diaktifkan jika tidak maka *neuron* tidak akan diaktifkan. Artinya *neuron* akan menghasilkan suatu nilai *output* jika *threshold* dilewati [25].

Beberapa fungsi aktivasi $f(x)$ = keluaran fungsi aktivasi dan x yang sering dipakai adalah sebagai berikut :

1. Fungsi *Sigmoid Biner*

Fungsi aktivasi *sigmoid* adalah fungsi dengan nilai 0 sampai 1. Secara matematis fungsi ini dapat di tuliskan sebagai berikut [22]:

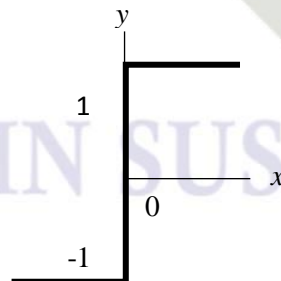
$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots (2.1)$$



Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi *Sigmoid Biner* [22]

2. Fungsi *sigmoid bipolar* Fungsi *sigmoid bipolar* hampir sama dengan *sigmoid biner*, hanya saja *output* dari fungsi ini memiliki range 1 sampai -1. Secara matematis fungsi ini dapat dituliskan sebagai berikut [22]:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} - 1 \dots\dots\dots (2.2)$$



Gambar 2.7 Fungsi Aktivasi *Sigmoid Bipolar* [22]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

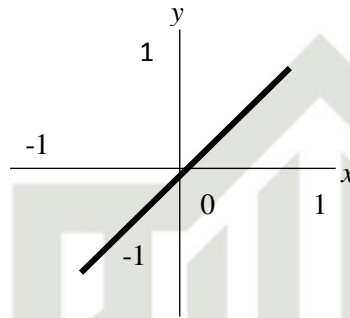
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Fungsi *Linear*

Fungsi linier memiliki nilai *output* yang sama dengan *input*-nya. Sehingga nilai *input* dan *output* menghasilkan satu garis lurus jika dihubungkan pada suatu grafik, bentuk matematis dari fungsi *linear* sebagai berikut [23] :

$$F(x) y = x \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar 2.8 Fungsi Aktivasi *Sigmoid Linear* [23]

2.7.1 Metode Pelatihan *Backpropagation*

pelatihan algoritma *Backpropagation* terdiri dari 3 fase, dimana ketiga fase tersebut diulang – ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi. Fase pertama adalah fase maju yaitu ketika jaringan menghitung data *output*, fase kedua adalah fase mundur jika ada *error* ketika ada perbedaan antara target *output* yang diinginkan dengan nilai *output* yang didapatkan, dan fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk mengurangi *error* yang dihasilkan jaringan.

Algoritma pelatihan untuk *JST Backpropagation* dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner* adalah sebagai berikut [24]:

0. Inisialisasi semua bobot awal dengan bilangan acak kecil dan tentukan *epoch* dan *learning rate*.

Fase 1: Propagasi Maju (*feed forward*)

1. jumlah semua sinyal yang masuk ke lapisan *j*. Tiap – tiap unit masukan *i* menerima sinyal *LLi* ($LLi, i = 1,2,3,\dots,n$) dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya. Melewati lintasan *j* dengan menjumlahkan sinyal – sinyal masukan *LLi* dengan bobot masukan (*vi*) :

$$z_net_j = b_{ij} + \sum_i^n x_i v_{ij} \dots\dots\dots(2.4)$$

- keterangan :
- z_net_j = total sinyal masukan pada lintasan *j*
 - LLi* = masukan pada unit *i*
 - v_{ij} = bobot antara masukan unit *i* dan lapisan unit *j*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b_{ij} = bobot bias masukan unit i dan lapisan unit j

hitung semua keluaran pada lapisan unit j pada *hidden layer* menggunakan fungsi aktivasi :

$$z_j = f\left(z_{netj} \frac{1}{1+e^{-z_{netj}}}\right) \dots\dots\dots (2.5)$$

keterangan : z_j = keluaran lapisan unit j

z_{netj} = total sinyal pada lintasan j

2. jumlah semua sinyal yang masuk ke keluaran unit k (*output layer*) tiap – tiap unit keluaran j meneruskan sinyal tersebut ke semua unit lapisan di atasnya dengan melewati lintasan k dengan menjumlahkan sinyal keluaran pada unit j (z_j) dengan bobot keluaran (w_{ij}) :

$$y_k = f y_{netk} = \frac{1}{a+e^{-y_{netk}}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan : y_k = keluaran pada unit k

y_{netk} = total balik sinyal pada lintasan k

Fase II: Propagasi Mundur (*Backpropagation*)

3. hitung keeluaran pada unit k ($y_k, k = 1,2,3,\dots,n$) menerima target pola yang berhubungan dengan pola masukan. Hitung kesalahan :

$$\delta_k = t_k - y_k(1 - y_k) \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan : δ_k = faktor kesalahan pada keluaran unit k

y_k = keluaran pada unit k

4. Hitung koreksi bobot *input* pada unit k yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai y_{jk} (masukan / bobot pada lintasan j dan k).

$$\Delta w_{kj} = a \delta_k z_j \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan : Δw_{kj} = jumlah koreksi bobot / masukan ($\Delta w_{kj}, j = 1,2,3,\dots,n$)

a = *learning rate* / nilai pembantu

z_j = keluaran pada unit j

5. Hitung penjumlahan kesalahan penjumlahan dengan menjumlahkan faktor kesalahan dengan koreksi bobot dari unit – unit yang berada pada lapisan di atasnya :

$$\delta_{netj} = \sum_k^m = 1 \delta_k w_{kj} \dots\dots\dots (2.9)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung *error* pada unit j :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\delta_j = \delta_{netj} z_j Z(1 - z_j) \dots\dots\dots(2.10)$$

Kemudian hitung koreksi bobot :

$$\Delta v_{jt} = a\delta_j x_t \dots\dots\dots(2.11)$$

Fase III : Perubahan Bobot dan Bias

6. Ubah bobot yang menuju keluaran lapisan jumlahkan bobot masukan dengan jumlah koleksi bobot pada unit *j* dan *i* :

$$v_{jt} + 1 = v_{kj}t + \Delta v_{ji} \dots\dots\dots(2.12)$$

Ubah bobot menuju lapisan tersembunyi jumlahkan bobot keluaran dengan jumlah koreksi bobot pada unit *j* dan *i* :

$$w_{kj}t + 1 = w_{kj}t + \Delta w_{kj} \dots\dots\dots(2.13)$$

Pelatihan pola ini dilakukan secara berulang – ulang dengan menggunakan data pelatihan dan parameter yang telah ditentukan. Tujuan dari pelatihan yang diulang – ulang ini adalah untuk mendapatkan karakteristik *Backpropagation* yang terbaik sehingga *Backpropagation* tersebut dapat mempelajari pola yang diberikan dengan benar [25].

2.7.2 Laju pembelajaran *Backpropagation*

Dalam standar *backpropagation*, untuk mempercepat proses belajar ada dua parameter dari algoritma *backpropagation* yang disesuaikan yaitu : laju pembelajaran dan momentum. Laju pembelajaran sangat berpengaruh pada intensitas proses pelatihan. Begitu pula terhadap efektifitas dan kecepatan mencapai konvergensi dari pelatihan[26]. *backpropagation* memiliki bermacam – macam fungsi pembelajaran untuk bobot – bobot yang terdapat di matlab di antaranya adalah sebagai berikut :

1. *Variable learning rate Backpropagation (traingdx)*

Penggunaan metode ini untuk mempercepat waktu penyelesaian sehingga proses mendapatkan nilai *error* yang paling kecil dapat tercapai. Sebaliknya jika nilai yang digunakan dalam praktisnya maka hasil yang didapatkan biasanya akan memperlambat proses penelusuran nilai *error* yang paling kecil. Dalam penggunaan fungsi ini peneliti biasanya menggunakan cara memperbesar nilai variabel *learning rate* saat hasil yang dicapai jauh dari target, dan sebaliknya saat hasil yang dicapai dekat dengan nilai target.

2. *Algoritma gradient conjugate (traincgb)*

Dalam standar *backpropagation* bobot dimodifikasi pada arah penurunan tercepat. Meskipun penurunan fungsi berjalan cepat, tapi tidak menjamin akan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

konvergen dengan cepat. Dalam algoritma gradient conjugate, pencarian dilakukan sepanjang arah conjugate [26].

Dari fungsi pembelajaran diatas tentunya perlu dipilih fungsi yang optimal sehingga diperoleh hasil yang terbaik, dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap fungsi pelatihan traingdx dan traincgb lalu dari fungsi tersebut akan ditinjau error yang terkecil.

2.7.3 Transformasi Data

Transformasi data adalah proses transformasi nilai menjadi kisaran 0 hingga 1. Transformasi merupakan proses penskalaan nilai atribut data sehingga bisa jatuh pada range tertentu. Tujuan dari normalisasi data adalah untuk mendapatkan data dengan ukuran yang lebih kecil, mewalikili data asli tanpa kehilangan karakteristiknya. Dengan transtormasi ini maka data terkecil akan menjadi 0.1 dan data terbesar akan menjadi 0.9 hasil transformasi yang nantinya dipakai sebagai data pelatihan maupun data uji pada simulasi JST. Rumus dari transformasi data yaiu [15] :

$$x' = 0.8 \times \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} + 0,1 \dots \dots \dots (2.14)$$

- Keterangan :
- x' = transformasi data
 - x = data awal
 - $\min(x)$ = nilai minimum dari data
 - $\max(x)$ = nilai maksimum dari data

hasil transformasi nantinya dipakai sebagai data pelatihan dan data uji pada simulasi JST *Backpropagation*.

2.8 Ukuran Akurasi Prediksi

Validasi metode prediksi terutama dengan menggunakan metode – metode di atas tidak dapat lepas dari indikator dalam pengukuran akurasi prediksi. Bagaimanapun juga terdapat sejumlah indikator dalam pengukuran kesesuaian suatu metode prediksi. Dalam banyak hal, ketepatan (akurasi) menunjukkan seberapa jauh model prediksi mampu memproses data yang telah diberikan [23].

2.8.1 Mean Error Deviation (MAD)

Mean absolute deviation merupakan pengukuran ringkat akurasi dari prediksi dengan membuat sama rata dari besarnya kesalahan prediksi yang dimana setiap pediksi memiliki nilai absolut untuk setiap errornya [20].

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \dots \dots \dots (2.15)$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Keterangan: MAD = rata – rata absolut

y_t = nilai real

\hat{y}_t = nilai prediksi

2.8.2 Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode prediksi. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi [21].

$$MSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 / n \dots\dots\dots (2.16)$$

Tujuan optimalisasi statistik sering kali dilakukan untuk memilih suatu model agar nilai MSE minimal, tetapi ukuran ini mempunyai dua kelemahan. Pertama ukuran ini menunjukkan pencocokkan (*fitting*) suatu model terhadap data historis. Pencocokan seperti ini tidak selalu mengimplikasikan prediksi yang baik. Suatu model yang terlalu cocok (*over fitting*) dengan deret data berarti sama dengan memasukkan unsur *random* sebagai bagian proses bangkitan, adalah sama buruknya dengan dengan tidak berhasil mengenai pola non acak dalam data. Kekurangan kedua dalam MSE sebagai ukuran ketepatan model adalah berhubungan dengan kenyataan bahwa metode berbeda akan menggunakan prosedur yang berbeda pula dalam fase pencocokan [19].

2.8.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Persentase kesalahan *absolute* rata – rata atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE memberikan petunjuk seberapa besar kesalahan prediksi yang dibandingkan dengan nilai sebenarnya, dengan menyatakan persentase kesalahan dari hasil prediksi selama periode tertentu dengan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu besar atau kecil. Untuk melihat akurasi pada setiap jaringan menggunakan perhitungan MAPE yaitu dengan melihat rata – rata kesalahan berdasarkan nilai persentasi dimana nilai kesalahan pada MAPE kisaran 20% - 50% maka jaringan pada JST layak digunakan sedangkan jika nilai MAPE memiliki kisaran lebih dari 50% maka kemampuan peramalan buruk dan jaringan JST tidak layak digunakan [27].

Formula MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \sum_{t=1}^n n \left| \frac{At-ft}{At} \right| \times 100 \dots\dots\dots (2.17)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian kuantitatif merupakan salah satu metode penelitian yang spesifikasinya adalah sistematis, terencana, terstruktur dengan jelas dan tepat. Pendekatan deskriptif merupakan metode pendekatan yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul tanpa melakukan rekayasa. Pendekatan deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan objek penelitian ataupun hasil penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Rokan Hulu merupakan Kabupaten yang mempunyai industri kelapa sawit yang cukup besar serta mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup pesat setiap tahunnya dan Kabupaten ini masih belum mendapatkan penyediaan energi listrik yang cukup di Provinsi Riau.

3.3 Tahapan Penelitian

Metode penelitian merupakan cara dan langkah – langkah dalam melakukan suatu penelitian. Penelitian ini dimulai dengan proses studi literatur dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan prediksi energi listrik menggunakan JST baik dari buku, jurnal dan semua yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai bahan acuan dan referensi selanjutnya yaitu mengidentifikasi masalah yang kelistrikan yang ada di Rokan Hulu. Selanjutnya melakukan pengamatan terhadap objek penelitian yaitu konsumsi energi listrik di Rokan Hulu dengan melakukan pengumpulan data dengan cara melakukan observasi, wawancara, *survey* kelapangan atau mencari info di internet. Setelah data – data didapatkan kemudian dilakukan pengelompokan data yang mencakup data uji dan data latih sebagai nilai *input* pada tahap simulasi nanti setelah pengelompokan data selesai selanjutnya yaitu metranformasi data tersebut ke dalam bentuk antara nilai 0 sampai dengan 1 hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam pemakaian teknik – teknik *machine learning*.

Setelah pengelompokan dan pengolahan data selesai selanjutnya yaitu melakukan perancangan sistem jaringan pada JST dengan merancang model jaringan dengan algoritma *Backpropagation* serta menentukan jumlah *input*, *hidden layer* dan jumlah *neuron* yang akan digunakan pada simulasi. Selanjutnya yaitu melakukan simulasi pertama

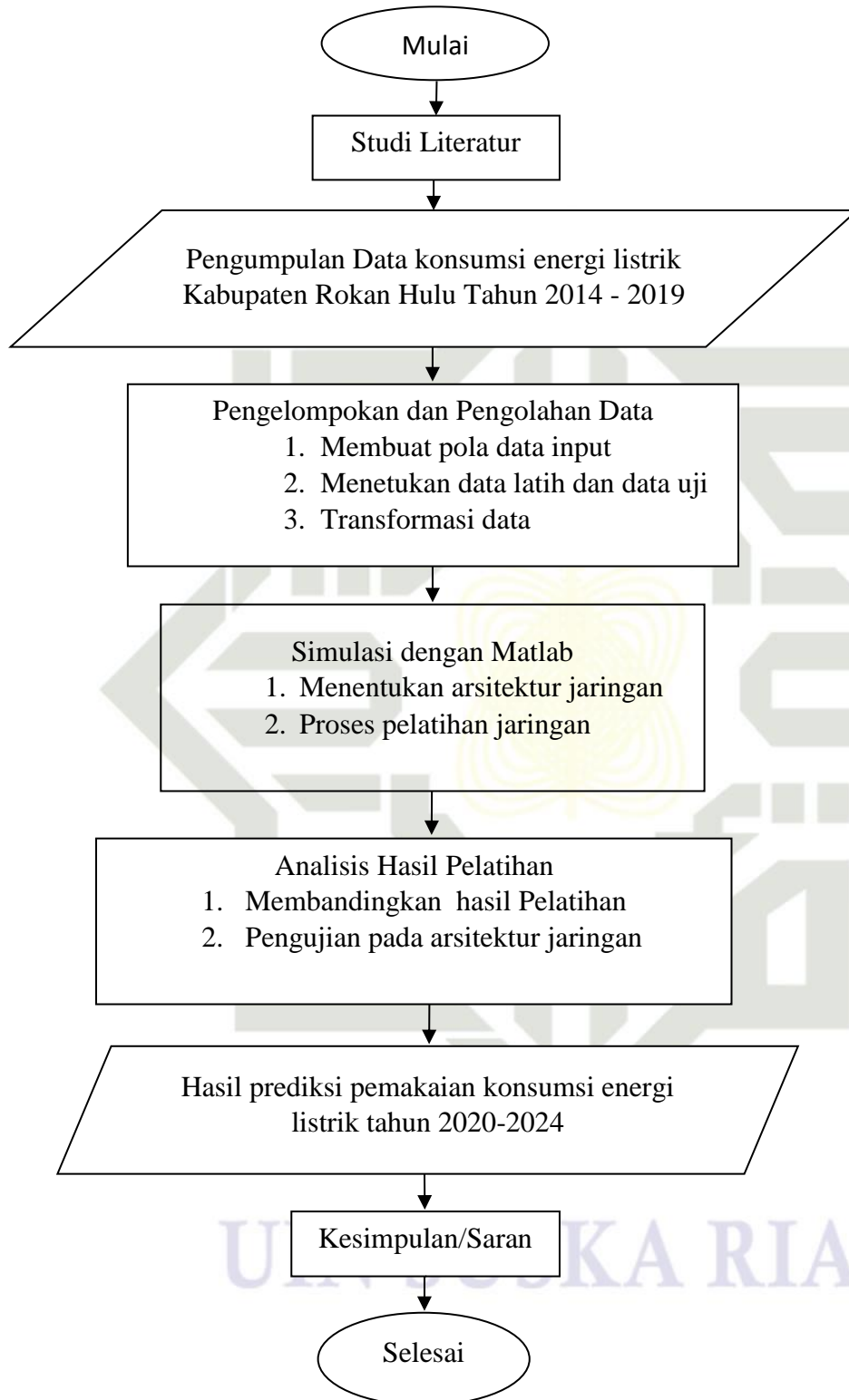
menggunakan data latih sampai mendapatkan *output* dan *error* yang diinginkan, pada simulasi kedua yaitu pengujian dengan memasukan data uji pada JST sehingga pada pengujian ini hasil ramalan energi listrik di Rokan Hulu sudah didapatkan. Jika semua tahap tersebut berjalan dengan lancar sesuai dengan yang diinginkan maka selanjutnya dapat dilakukan analisa untuk menghitung nilai *error* hasil pengujian. Berdasarkan penjelasan diatas maka dalam penelitian ini peneliti membuat skema langkah kerja berupa *flowchart*, hal ini dibuat agar penelitian dapat dilakukan dengan lebih terarah dan lebih jelas. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

3.4 Studi Literatur

Studi literatur merupakan hal yang dilakukan untuk menambah dan memperkuat teori yang akan digunakan pada penelitian ini dengan mengumpulkan beberapa penelitian yang dibutuhkan untuk dijadikan referensi seperti, jurnal, buku, tesis, skripsi dan lain sebagainya yang mendukung dalam penelitian. Studi literatur yang digunakan pada penelitian ini adalah yang merujuk pada metode *Backpropagation* dan metode lainnya yang digunakan sebagai acuan dan perbandingan akurasi untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan dan melengkapi data yang diperlukan untuk melakukan penelitian dalam hal ini data yang digunakan adalah data historis pemakaian beban listrik bulanan di Kabupaten Rokan Hulu mulai dari tahun 2014 – 2019, berupa besar beban listrik dalam Kilo Watt (KW) dan waktu terjadinya beban tersebut yaitu selama 1 bulan dalam rentang waktu setahun. Data tersebut diperoleh dari PT.PLN Unit Layanan Pelanggan (ULP) pasir pangaraian. data terlampir dalam lampiran A.

3.6 Pengelompokan dan Pengolahan Data

Pengelompokan dan Pengolahan Data bertujuan untuk mempersiapkan data konsumsi beban listrik agar dapat diproses pada model JST. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data total pemakaian listrik bulanan di Kabupaten Rokan Hulu. Data dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data Pengelompokan Energi Listrik Bulanan

No	Bulan/Tahun	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	januari	9,785,114	10,368,545	11,317,247	13,197,466	15,711,612	16.753.290
2	februari	9,756,965	10,415,907	11,387,803	13,182,701	15,777,765	15.313.445
3	maret	9,825,633	10,449,583	11,498,831	13,748,817	15,588,681	17.355.994
4	april	9,867,432	10,438,878	11,957,731	14,031,915	15,269,102	17.102.289
5	mei	10,001,512	10,486,608	12,071,101	14,073,327	15,441,288	18.468.891
6	juni	10,114,332	10,500,993	12,672,378	14,078,184	16,244,431	16.703.261
7	juli	9,900,832	10,628,970	12,252,605	13,853,932	15,451,407	17.523.364
8	agustus	10,012,575	10,986,841	11,950,788	14,378,937	15,396,847	18.004.673
9	september	10,114,333	11,024,478	12,083,590	14,607,186	15,629,938	17.304.810
10	oktober	9,999,200	11,096,829	11,954,091	14,875,925	15,353,676	17.767.075
11	november	9,932,560	11,261,017	12,063,103	14,308,047	15,364,678	16.969.082
12	desember	10,052,170	11,328,374	11,798,081	14,372,353	15,134,496	17.110.488

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.6.1 Membuat Pola Data Input

Membuat pola data yang digunakan sebagai data *inputan* dalam proses prediksi konsumsi listrik ini sangat penting, karena data *inputan* akan berpengaruh pada data keluaran yang dihasilkan oleh sistem. Pada data pemakaian listrik akan dibentuk ke dalam pola *time series* yang nantinya akan di kelompokkan sebagai data pelatihan dan pengujian. Pola data yang telah diubah ke dalam bentuk times series dapat dilihat pada lampiran B. dengan gambaran urutan pola sebagai berikut :

Tabel 3.2 Urutan Pola Data Input

Pola	Data input	Target
1	Data pada bulan ke -1 s.d bulan ke 12	Data pada bulan ke-13
2	Data pada bulan ke -2 s.d bulan ke 13	Data pada bulan ke-14
3	Data pada bulan ke -3 s.d bulan ke 14	Data pada bulan ke-15
.	.	.
.	.	.
.	.	.
60	Data pada bulan ke 60 - s.d bulan ke 71	Data pada bulan ke-72

3.6.2 Menentukan Data Latih dan Data Uji

1. Menentukan data pelatihan

Sebelum dilakukan tahapan pengujian perlu dilakukanya tahapan pelatihan dengan mengelompokkan data terlebih dahulu yang akan digunakan sebagai data pelatihan, pada data input data yang digunakan untuk pelatihan yaitu dari tahun 2014 – 2016 yang sudah dibentuk ke dalam pola *time series*. Data latih dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah :

Tabel 3.3 Data Latih

NO/INPUT	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	TARGET
1	9.785.114	9.756.965	9.825.633	9.867.432	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545
2	9.756.965	9.825.633	9.867.432	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907
3	9.825.633	9.867.432	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583
4	9.867.432	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878
5	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608
6	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993
7	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970
8	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841
9	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478
10	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829
11	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017
12	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374
13	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247
14	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803
15	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831
16	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731
17	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101
18	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378
19	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605
20	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788
21	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590
22	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091
23	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103
24	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Januari	2014	$x' = 0.8 \times \frac{9.785.114 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,347036114$
February	2014	$x' = 0.8 \times \frac{9.756.965 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,344626357$
Maret	2014	$x' = 0.8 \times \frac{9.825.633 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,350504831$
April	2014	$x' = 0.8 \times \frac{9.867.43 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,354083125$
Mei	2014	$x' = 0.8 \times \frac{10.001.512 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,365561335$
Juni	2014	$x' = 0.8 \times \frac{10.114.332 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,375219537$
Juli	2014	$x' = 0.8 \times \frac{9.900.832 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,356942405$
Agustus	2014	$x' = 0.8 \times \frac{10.012.575 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,366508408$
September	2014	$x' = 0.8 \times \frac{9.10.114.333 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,375219623$
Oktober	2014	$x' = 0.8 \times \frac{9.999.200 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,365363412$
November	2014	$x' = 0.8 \times \frac{9.932.560 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,359658549$
Desember	2014	$x' = 0.8 \times \frac{10.052.1700 - 9.756.965}{18.468.891 - 9.756.965} + 0,1 = 0,369898024$

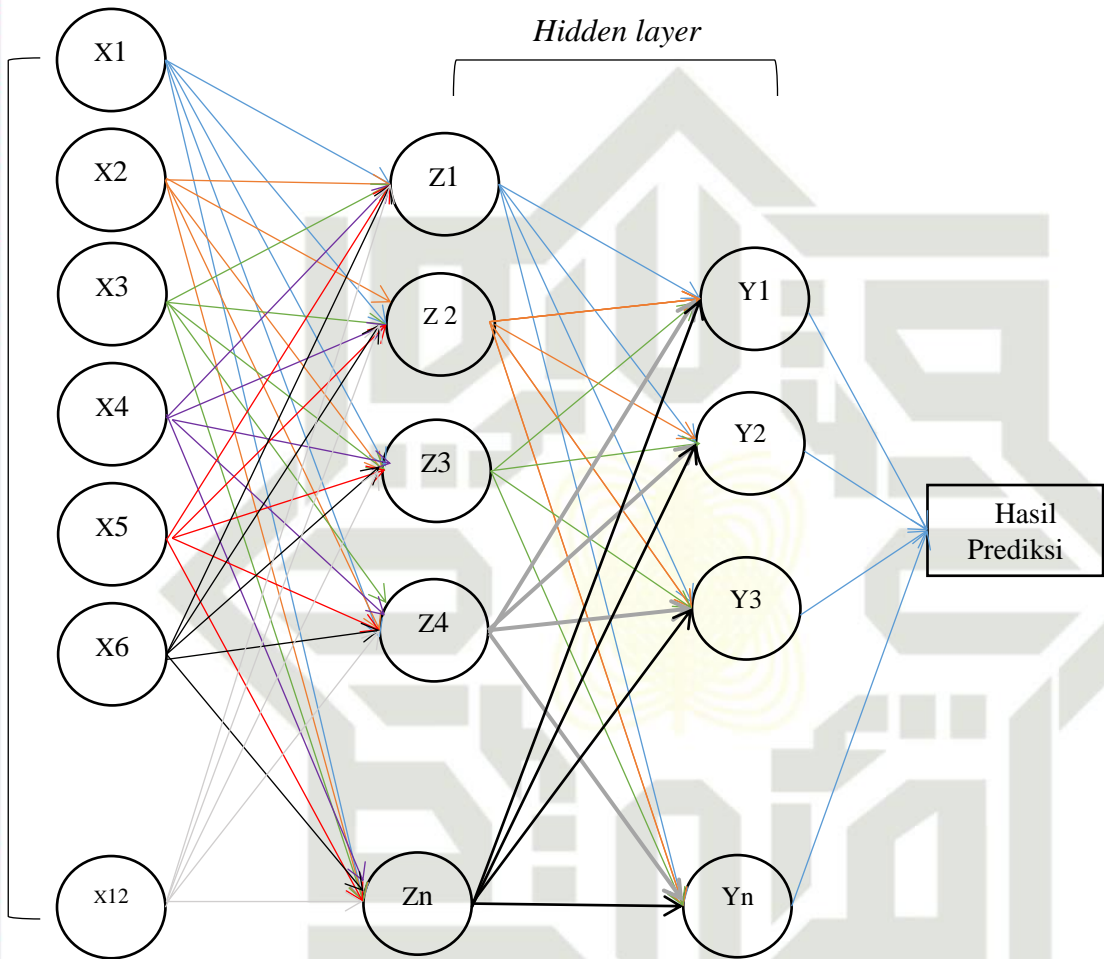
Data yang telah di transformasikan dapat dilihat pada tabel 3.5 berikut :

Tabel 3.5 Transformasi Data Input

No	Bulan/Tahun	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	januari	0.3470	0.3969	0.4781	0.6391	0.8543	0,7813
2	febuari	0.3446	0.4010	0.4842	0.6378	0.8600	0,6818
3	maret	0.3505	0.4039	0.4937	0.6863	0.8438	0,8230
4	april	0.3540	0.4030	0.5330	0.7105	0.8165	0,8055
5	mei	0.3655	0.4070	0.5427	0.7141	0.8312	0,9
6	juni	0.3752	0.4083	0.5942	0.7145	0.9	0,7779
7	juli	0.3569	0.4192	0.5582	0.6953	0.8321	0,8346
8	agustus	0.3665	0.4499	0.5324	0.7403	0.8274	0,8679
9	september	0.3752	0.4531	0.5438	0.7598	0.8473	0,8195
10	oktober	0.3653	0.4593	0.5327	0.7828	0.8237	0,8514
11	november	0.3596	0.4733	0.5420	0.7342	0.8246	0,7962
12	desember	0.3698	0.4791	0.5193	0.7397	0.8049	0,8060

3.7 Simulasi MATLAB

Setelah melakukan pengelompokan dan transformasi data selanjutnya merancang dengan membuat arsitektur jaringan. Arsitektur yang digunakan adalah *multilayer* menggunakan input 12 unit. bentuk arsitektur jaringan JST dapat dilihat pada gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Arsitektur Jaringan JST

3.7.1 Menentukan Arsitektur Jaringan Di MATLAB

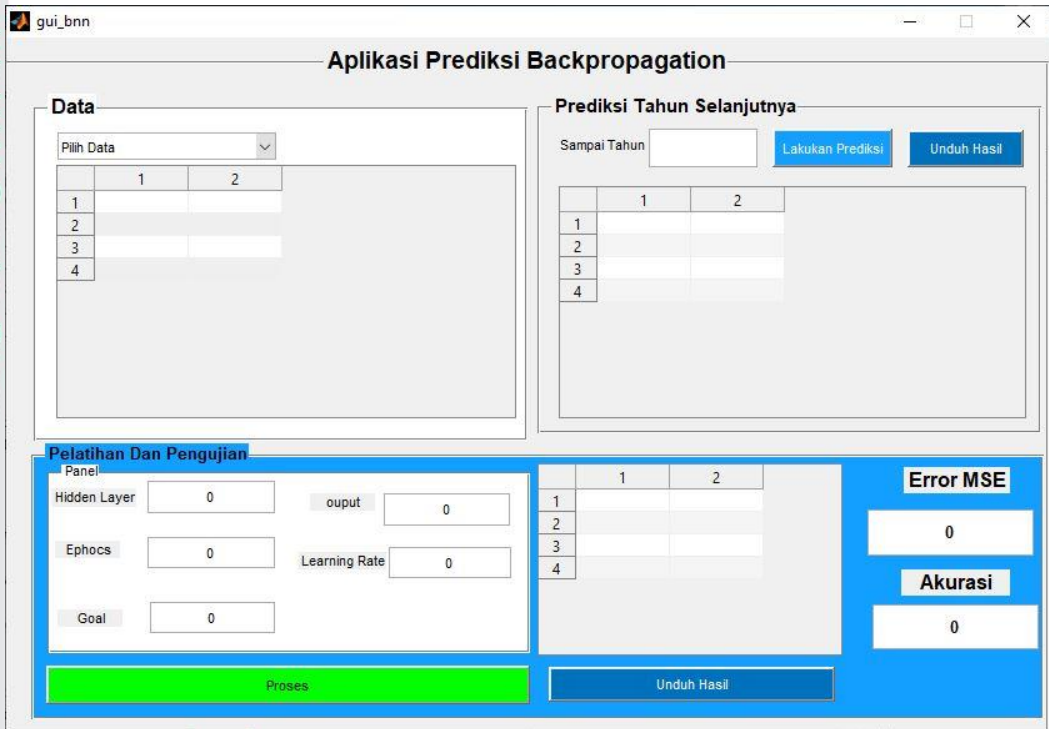
Setelah melakukan transformasi data konsumsi energi listrik, selanjutnya melakukan pembuatan jaringan JST *Backpropagation*, saat melakukan proses pelatihan jaringan dilakukan *trial* dan *error* pada parameter jaringan yaitu : jumlah *hidden layer* 5, 16, 30, 50 jumlah *epoch* 500, 1000, 2000, 3000 *learning rate* 0.1, 0.2, 0.05, 0.075 dan *error goal* setelah mendapatkan hasil pelatihan yang errornya sangat kecil maka jaringan pelatihan digunakan untuk proses pengujian dan proses prediksi 5 tahun ke depan dari tahun 2020 – 2024.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.7.2 Proses pelatihan JST

Adapun tahapan pertama proses pelatihan JST pada Matlab yaitu dengan Membuka Menu *Grafik User Interface* (GUI) untuk menginput nilai pelatihan dan pengujian serta memasukan parameter jaringan yang akan digunakan.



Gambar 3.4 Tampilan GUI MATLAB

Tahap pertama sebelum menginput data pelatihan yaitu membuka menu *Grafik User Interface* (GUI) yang sudah di buat sebelumnya.

1. Menentukan Parameter pelatihan

Sebelum proses pelatihan, tahapan yang harus dilakukan jika menjalankan *software* Matlab adalah menentukan parameter pelatihan yang bertujuan untuk mengatur bobot-bobot secara iteratif sehingga meminimumkan *error* yang terjadi. *Error* dihitung berdasarkan MSE. MSE juga dijadikan dasar perhitungan unjuk kerja fungsi aktivasi. Sebagian besar pelatihan untuk jaringan *feed-foward* menggunakan gradien dari fungsi aktivasi untuk menentukan bagaimana mengatur bobot-bobot dalam rangka meminimumkan *error*.

Ketika pelatihan sudah memenuhi kriteria yang telah ditentukan, maka pelatihan sudah bisa dihentikan. Parameter yang digunakan pada pelatihan jaringan adalah sebagai berikut :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- A. Jumlah *epoch* iterasi, merupakan siklus pelatihan jaringan. Iterasi akan berhenti jika sudah memenuhi kriteria parameter lain atau sudah mencapai batas maksimum iterasi. Pada percobaan ini batas maksimum *epoch* yang digunakan yaitu 1000.
- B. *Time* atau waktu pelatihan, pelatihan akan berhenti jika sudah mencapai batas waktu yang telah ditentukan, pada percobaan ini waktu yang digunakan yaitu *infinite*.
- C. *Goal* atau *target error*, *goal* merupakan target *error* yang ingin dicapai pada pelatihan. *Goal* mempengaruhi performa pelatihan, pada percobaan ini nilai target yaitu 0, dimana pelatihan akan terus dilakukan hingga mendekati nilai target atau akan berhenti bila sudah memenuhi parameter lainnya.
- D. *Fail* atau kegagalan, performa Pelatihan akan berhenti jika kinerja validasi data saat pelatihan melebihi batas kegagalan *max fail* yang ditentukan. Pada pelatihan ini kegagalan dibatasi. sebanyak 100 kali dengan tujuan agar memberikan alternatif *output* lebih baik.
- E. *Learning rate* atau rasio pelatihan Yaitu besarnya rasio atau skala dalam perubahan atau penambahan bobot dan bias dalam pelatihan jaringan. Pada percobaan ini nilai rasio (*lr*) yang digunakan yaitu 0,01 yang bertujuan untuk memperkecil perubahan nilai bobot agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.[5]

2. Menentukan Laju Pembelajaran

Pada pelatihan ini, simulasi menggunakan 2 laju pembelajaran yaitu *Gradient Descent with Momentum & Adaptive LR (trainidx)*, dan *Conjugate Gradient with Beale-Powell Restarts (traincgb)*. Fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi aktivasi *sigmoid* pada *layer input* dan *layer output*. Program untuk input laju pembelajaran adalah sebagai berikut :

```
net =
newff(minmax(data_latih), [81], {'logsig', 'purelin'}, 'trainidx');
```

Dari hasil uji coba dari kedua laju pembelajaran yang digunakan tersebut yang memiliki tingkatan *error* terendah yang akan digunakan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

196 data_latih = Data(:,1:12)';
197
198
199
200
201 target_latih = Data(:,13)';
202
203
204 [m,n] = size(data_latih);
205
206 % Pembuatan JST
207 net = newff(minmax(data_latih),[hidden out],{'logsig','purelin'},'traingdx');
208
209 % Memberikan nilai untuk mempengaruhi proses pelatihan
210 net.performFcn = 'mse';
211 net.trainParam.goal = goal1;
212
213 net.trainParam.epochs = ephocs1;
214 net.trainParam.mc = 0.95;
215 net.trainParam.lr = 1rl;
216
217 % Proses training
218 [net_keluaran,tr,Y,E] = train(net,data_latih,target_latih);
219
220 % Hasil setelah pelatihan
221 bobot_hidden = net_keluaran.IW(1,1);
222 bobot_keluaran = net_keluaran.LW(2,1);
223 bias_hidden = net_keluaran.b(1,1);
224 bias_keluaran = net_keluaran.b(2,1);
225 jumlah_iterasi = tr.num_epochs;
    
```

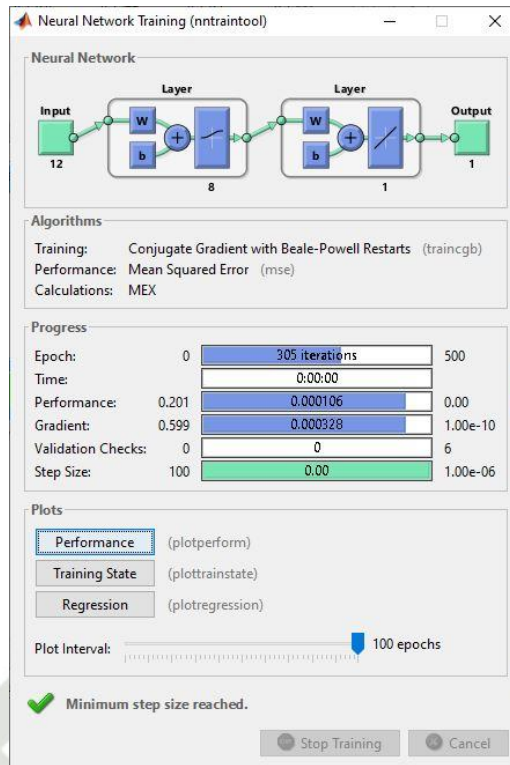
Gambar 3.5 Laju Pembelajaran Pada Program MATLAB

3. Input Data Pelatihan

Setelah tampilan GUI terbuka klik menu pilih data lalu klik menu data latih untuk proses pelatihan data lalu *input* parameter pelatihan seperti jumlah *hidden layer*, *epoch*, *output*, *learning rate* dan *goal* pada tahap *input* parameter pelatihan akan dilakukan beberapa kali percobaan dan menggunakan laju pembelajaran yang berbeda seperti *traingcb* dan *traingdx* hal ini dilakukan untuk melihat hasil yang di dapat dan dari beberapa percobaan tingkatan *error* yang terkecil yang akan dipakai untuk tahap selanjutnya.

Gambar 3.6 *input* data latih dan parameter

Pada saat data latih sudah diinput dan parameter sudah di tentukan maka selanjutnya menekan tombol proses untuk menampilkan hasil dari pelatihan.



Gambar 3.7 Neural Network Training

3.8 Analisis Hasil Pelatihan

3.8.1 Membandingkan Hasil Pelatihan

Setelah melakukan pelatihan jaringan pada simulasi di MATLAB, dari hasil simulasi didapatkan hasil pelatihan yang terbaik untuk melakukan prediksi. Ini dibuktikan dari MAPE yang dihasilkan dari perbandingan keluaran JST dengan data asli, sehingga didapatkan hasil dari arsitektur dan parameter jaringan yang terbaik

3.8.2 Pengujian Pada Arsitektur Jaringan

Setelah mendapatkan hasil pelatihan dari beberapa arsitektur dan parameter yang sudah ditetapkan, lalu dilakukan pengujian menggunakan input data uji yang sudah ditentukan sebelumnya data uji yang digunakan yaitu data konsumsi energi listrik dari tahun 2017 – 2019.

3.9 Hasil Prediksi

Setelah data uji di input ke dalam program Matlab dan arsitektur serta variabel dari pelatihan terbaik telah digunakan maka akan mendapatkan hasil prediksi energi listrik pada tahun 2020 – 2024 yang selanjutnya dilaakukan analisis dari hasil prediksi tersebut

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan prediksi konsumsi energi listrik jangka menengah menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan metode *Backpropagation* di Kabupaten Rokan Hulu di PT. PLN ULP Pasir Pangaraian tahun 2020 – 2024 disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil terbaik untuk proses pengujian dan prediksi yaitu menggunakan *hidden layer* 30, *epoch* 100 dan *learning rate* 0.01 dengan laju pembelajaran *traincgb* dengan tingkatan *error* sekitar 23% dengan nilai MSE 0.00003323.
2. Pada hasil prediksi energi listrik pada tahun 2020 – 2024 menunjukkan *trend* kenaikan setiap tahunnya pemakaian energi listrik rata – rata pemakaian mengalami kenaikan yaitu pada tahun 2020 ke 2021 sebesar 15% pada tahun 2022 mengalami kenaikan sebesar 19% pada tahun 2023 mengalami kenaikan 11% dan pada tahun 2024 mengalami kenaikan 7%.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penelitian prediksi selanjutnya agar dapat membangun dan merancang sistem serta memberikan hasil yang lebih maksimal dan akurasi yang baik adalah sebagai berikut :

1. Perubahan algoritma pelatihan ataupun parameter pada JST harus dilakukan untuk meminimalisir kesalahan dalam melakukan prediksi.
2. Penelitian ini masih dapat dikembangkan sebagai upaya untuk meningkatkan akurasi model JST dalam melakukan prediksi, antara lain dengan menambah data atau pola dan variabel yang mempengaruhi beban listrik seperti pengaruh cuaca, temperature rata – rata, susut tegangan (*lost*) dan lain sebagainya.
3. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat melakukan prediksi energi listrik di kabupaten rokan hulu berdasarkan setiap sektor untuk mengetahui jumlah penggunaan energi listrik yang paling banyak digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasim, Agus, 2008. *Prakiraan beban listrik kota pontianak dengan jaringan syaraf tiruan*, Bogor, Institut pertanian bogor,
- [2] Kementrian ESDM, 2017. *Statistik Ketenagalistrikan*, Menteri Energi Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- [3] BPS Daerah Kabupaten Rokan Hulu. *Kabupaten Rokan Hulu Dalam Angka 2018*. ISSN : 2355-4533. Rokan Hulu.
- [4] PT. PLN. 2018. *Data dan Statistik PLN 2013-2018 PT. PLN (Persero) ULP Pasir Pangaraian*.
- [5] PT. PLN (persero), 2013. *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2013-2022*, Menteri Energi Sumber Daya Mineral. Jakarta,
- [6] Hasan, M. Iqbal, 1999. *Pokok-pokok Materi Statistik I (Statistik Deskriptif)*, Bumi Aksara, Jakarta,
- [7] S. M. Bahtiar, 2015. *Prediksi Beban Dengan Menggunakan Metode Time Series Untuk Kebutuhan Tenaga Listrik Di Gardu Induk Sungai Raya*, Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [8] Muis, Saludin, 2017. *Sistem Kecerdasan Tiruan dengan Kemampuan Belajar dan Adaptasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta. Teknosain.
- [9] A. Sahroni, *Studi Komparasi Time Series Prediction Berbasis General Regression Neural Network dengan Backpropagation Neural Network pada Kasus Beban Puncak*
- [10] Lawrence, R, 1997. "Using Neural Networks to Forecast Stock Market Prices". Manitoba: University of Manitoba.
- [11] K. Andreas, Susatyo, Handoko. 2018 and Karnoto *Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Provinsi D.I. Yogyakarta Tahun 2016-2025* Program Studi Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Kampus UNDIP Tembalang, Semarang.
- [12] Arifah N, Murnomo, Suryanto. 2017 *Implementasi Neural Network pada Matlab untuk Prakiraan Konsumsi Beban Listrik Kabupaten Ponorogo Jawa Timur*. Semarang, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Jurnal Teknik Elektro Vol. 9 No. 1

- © Hak cipta milik UIN Suska Riau
- State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
- [13] Sesa S, suyono, hasanah *Prediksi Beban Listrik Jangka Menengah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Sistem Kelistrikan Kota Ambon*. Malang, Teknik Elektro, Universitas Brawijaya
 - [14] Haimi, I, 2010. *Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Dengan Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) (Studi Kasus: PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Pekanbaru)*. Pekanbaru, Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau,
 - [15] P. A. Mertasana, 2011. *Estimasi Konsumsi Energi Listrik Bali Berbasis Ann*. Bali. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Universitas Udayana,.
 - [16] Daman Suswanto. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Analisa Prediksi Beban dan Kebutuhan Energi Listrik* BAB 12
 - [17] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Mc Gee, V. E, 1999. *Metode dan Aplikasi Prediksi (2nd ed)*. Translated by Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith. Jakarta: Erlangga,.
 - [18] Muhadi, Imam. 2018. *Analisis Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Pembangkit Listrik Thermal Di Provinsi Riau Tahun 2016 – 2020*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi. Pekanbaru : Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
 - [19] Arief H, K, dan Rinaldy D, 2005. *Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Beban Tenaga Listrik Jangka Panjang Pada Sistem Kelistrikan Di Indonesia*, Depok, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia Kampus UI.
 - [20] Sutojo, T., Edy M., Vincent S, 2011 *Kecerdasan Buatan*. Andi. Yogyakarta,.
 - [21] N. S. Yulia, 2016. *Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Luas Area Serangan Hama Pada Tanaman Bawang*. Semarang. Program Studi Teknik Informatika. Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam ,Universitas Negeri Semarang,.
 - [22] Kusumadewi, Sri, 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan MATLAB & Excel Link)*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta,.
 - [23] D. Puspitaningrum, 2006. *Pengantar jaringan syaraf tiruan*. Yogyakarta,.
 - [24] A, S, Dinar, 2006. *Prediksi Kebutuhan Beban Jangka Pendek Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Semarang. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,.
 - [25] E. Prasetyo, 2014. *Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab*, Yogyakarta : ANDI.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- [26] Hermawan, A.,(2006) *jaringan syaraf tiruan dan aplikasi*.penerbit Andi, Yogyakarta.
- [27] Setiabudi, D. Oktober 2015. *Sistem Informasi Prediksi Beban Listrik Jangka Panjang di Kabupaten Jember Menggunakan JST Backpropagation* , SMARTICS Journal Vol. 1, No. 1, (ISSN: 2476-97



UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN

A. Konsumsi Listrik Bulanan Kabupaten Rokan Hulu Perbulan

2014												
Sektor	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
rumah tangga	8,899,28	8,745,315	8,803,333	8,850,108	8,877,053	8,981,083	8,782,583	8,904,810	8,984,472	8,870,775	8,772,640	8,897,187
bisnis	8,799,79	867,515	881,666	875,054	888,526	925,344	887,282	893,420	912,943	905,387	936,320	918,611
publik	138,755	138,757	135,418	136,507	230,502	202,270	225,645	208,897	211,471	217,693	218,160	230,823
industri	19,19	5,378	5,216	5,763	5,431	5,635	5,322	5,448	5,447	5,345	5,440	5,549
total	15,554	9,756,965	9,825,633	9,867,432	10,001,512	10,114,332	9,900,832	10,012,575	10,114,333	9,999,200	9,932,560	10,052,170

2015												
Sektor	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
rumah tangga	22,95	9,260,037	9,270,178	9,264,469	9,296,858	9,304,530	9,414,118	9,612,249	9,647,722	9,670,601	9,738,691	9,779,110
bisnis	987,479	1,014,357	1,035,089	1,032,234	1,048,429	1,052,265	1,057,059	1,222,624	1,223,861	1,270,416	1,369,345	1,389,555
publik	128,739	125,009	127,544	126,117	124,214	126,132	138,529	131,312	131,930	135,208	134,672	141,946
industri	17,69	16,504	16,772	16,058	17,107	18,066	19,264	20,656	20,965	20,604	18,309	17,763
total	10,355	10,415,907	10,449,583	10,438,878	10,486,608	10,500,993	10,628,970	10,986,841	11,024,478	11,096,829	11,261,017	11,328,374

2016												
Sektor	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
rumah tangga	9,835	9,878,09	9,931,111	10,358,791	10,317,921	10,928,314	10,417,673	10,097,393	10,235,782	10,135,249	10,160,589	10,137,589
bisnis	1,112,26	1,139,414	1,165,555	1,179,395	1,258,960	1,264,157	1,358,836	1,372,226	1,367,891	1,317,624	1,380,294	1,148,397
publik	327,633	329,707	345,777	349,697	429,480	432,078	430,387	436,113	433,945	458,812	460,147	459,397
industri	43,016	39,857	56,388	69,848	64,740	47,829	45,709	45,056	45,972	42,406	62,073	52,698
total	11,307	11,387,003	11,498,831	11,957,731	12,071,101	12,672,378	12,252,605	11,950,788	12,083,590	11,954,091	12,063,103	11,798,081

2017												
Sektor	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
rumah tangga	1,328,775	1,430,775	11,690,036	11,665,022	11,703,108	11,705,699	11,691,868	12,307,209	12,222,233	12,595,160	12,241,821	12,249,856
bisnis	228,397	1,215,387	1,545,018	1,832,511	1,851,554	1,852,849	1,645,934	1,552,416	1,861,116	1,697,580	1,491,544	1,524,929
publik	44,995	447,693	422,509	436,255	425,777	426,424	422,967	426,208	430,558	488,790	480,455	502,336
industri	88,097	88,846	91,254	98,127	92,888	93,212	93,163	93,104	93,279	94,395	94,227	95,232
total	1,119,465	13,182,701	13,748,817	14,031,915	14,073,327	14,078,184	13,853,932	14,378,937	14,607,186	14,875,925	14,308,047	14,372,353

2018												
sektor	Januari	februari	maret	april	mei	juni	juli	agustus	september	oktober	november	desember
rumah tangga	1,188,599	13,228,142	13,111,297	12,854,188	13,153,339	13,167,697	13,214,084	13,312,954	13,220,460	13,133,961	13,111,829	13,133,065
bisnis	788,443	1,814,071	1,855,648	1,577,094	1,576,669	1,783,848	1,607,042	1,587,611	1,910,230	1,616,980	1,655,914	1,366,532
publik	44,394	637,035	527,824	738,547	622,113	541,924	553,521	409,380	405,115	508,490	507,957	543,266
industri	93,977	98,517	93,912	99,273	89,167	750,962	76,760	86,902	94,133	94,245	88,978	91,633
total	1,119,465	15,777,765	15,588,681	15,269,102	15,441,288	16,244,431	15,451,407	15,396,847	15,629,938	15,353,676	15,364,678	15,134,496

2019												
sektor	Januari	februari	maret	april	mei	juni	juli	agustus	september	oktober	november	desember
rumah tangga	14,222,559	12.828.142	14.371.610	14.054.188	15.010.399	13.901.472	14.325.156	14.595.675	14.044.911	14.444.901	13.888.224	13.807.879
bisnis	1.786.944	1.634.071	2.055.648	2.077.281	2.377.012	1.783.848	2.157.053	2.287.633	2.110.230	2.316.988	2.055.923	2.166.541
publik	64,394	757.035	827.824	838.547	922.313	841.924	864.521	934.398	955.237	808.597	835.959	943.544
industri	93,975	94.197	100.912	132.273	159.167	176.017	176.634	186.967	194.432	196.589	188.976	192.524
total	16.757.220	15.313.445	17.355.994	17.102.289	18.468.891	16.703.261	17.523.364	18.004.673	17.304.810	17.767.075	16.969.082	17.110.488

mengutip sebagian atau seluruhnya tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 diindungi Undang-Undang
 cupitan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan yang objektif dan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau
 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tulis-tulisan ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber:

cipta milik
 UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan

B. Pola Data Times Series

NO/INPUT	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	TARGET
1	9.851.514	9.756.965	9.825.633	9.867.432	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545
2	9.562.965	9.825.633	9.867.432	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907
3	9.225.833	9.867.432	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583
4	9.667.432	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878
5	10.001.512	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608
6	10.114.332	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993
7	9.900.832	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970
8	10.012.575	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841
9	10.114.333	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478
10	9.999.200	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829
11	9.932.560	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017
12	10.052.170	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374
13	10.368.545	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247
14	10.415.907	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803
15	10.449.583	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831
16	10.438.878	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731
17	10.486.608	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101
18	10.500.993	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378
19	10.628.970	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605
20	10.986.841	11.024.478	11.096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788

21	1096.829	11.261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	
22	1261.017	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	
23	1317.247	11.328.374	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	12.063.103	
24	1317.247	11.317.247	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081
25	1387.803	11.387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081	13.197.466
26	1387.803	11.498.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081	13.197.466	13.182.701
27	1499.831	11.957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817
28	1957.731	12.071.101	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915
29	1977.011	12.672.378	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327
30	1957.731	12.252.605	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184
31	1205.005	11.950.788	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932
32	1957.731	12.083.590	11.954.091	12.063.103	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937
33	1288.900	11.954.091	12.063.103	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937	14.607.186
34	1957.731	12.063.103	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925
35	12063.003	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047
36	11.798.081	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353
37	13.197.466	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612
38	13.182.701	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765
39	13.748.817	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681
40	14.031.915	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102
41	14.073.327	14.078.184	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288
42	14.073.327	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431
43	13.853.932	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407
44	14.378.937	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847
45	14.607.186	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938
46	14.875.925	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676
47	14.308.047	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678

diilindungi Undang-Undang
 mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau
 utipian hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah yang wajar.
 utipian tidak merugikan kepentingan umum.
 mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau

Scripta milik UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan

48	14.372.353	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496
49	15.711.612	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290
50	15.777.765	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445
51	15.588.681	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994
52	15.269.102	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994	17.102.289
53	15.441.288	16.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994	17.102.289	18.468.891
54	15.244.431	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994	17.102.289	18.468.891	16.703.261
55	15.451.407	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994	17.102.289	18.468.891	16.703.261	17.523.364
56	15.396.847	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994	17.102.289	18.468.891	16.703.261	17.523.364	18.004.673
57	15.629.938	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994	17.102.289	18.468.891	16.703.261	17.523.364	18.004.673	17.304.810
58	15.353.676	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994	17.102.289	18.468.891	16.703.261	17.523.364	18.004.673	17.304.810	17.767.075
59	15.364.678	15.134.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994	17.102.289	18.468.891	16.703.261	17.523.364	18.004.673	17.304.810	17.767.075	16.969.082
60	15.333.496	16.753.290	15.313.445	17.355.994	17.102.289	18.468.891	16.703.261	17.523.364	18.004.673	17.304.810	17.767.075	16.969.082	17.110.488

diilindungi Undang-undang. Mengutip sebagian atau seluruh karya tulis atau tanpa izin UIN Suska Riau merupakan pelanggaran hak cipta dan dapat dikenakan sanksi hukum yang berat. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi laman web kami di www.uin-suska-riau.ac.id atau hubungi kami di nomor telepon (061) 798-2222.

©

C. Program JST

```
% Proses membaca data latih dari excel
filename = 'DATA.xlsx';
sheet = 1;
xlRange = 'C116:O151';

Data = xlsread(filename, sheet, xlRange);
data_latih = Data(:,1:12)';
target_latih = Data(:,13)';

[m,n] = size(data_latih);

% Pembuatan JST
net = newff(minmax(data_latih), [hidden
out], {'logsig', 'purelin'}, 'traincgb');

% Memberikan nilai untuk mempengaruhi proses pelatihan
net.performFcn = 'mse';
net.trainParam.goal = goal1;

net.trainParam.epochs = ephocs1;
net.trainParam.mc = 0.95;
net.trainParam.lr = lr1;

% Proses training
[net_keluaran, tr, Y, E] = train(net, data_latih, target_latih);

% Hasil setelah pelatihan
bobot_hidden = net_keluaran.IW{1,1};
bobot_keluaran = net_keluaran.LW{2,1};
bias_hidden = net_keluaran.b{1,1};
bias_keluaran = net_keluaran.b{2,1};
jumlah_iterasi = tr.num_epochs;
nilai_keluaran = Y;
nilai_error = E;

error_MSE = (1/n)*sum(nilai_error.^2);

save net.mat net_keluaran

% Hasil prediksi
hasil_latih = sim(net_keluaran, data_latih);
max_data = 18468891;
min_data = 6899420;
hasil_latih = ((hasil_latih-0.1)*(max_data-min_data)/0.8)+min_data;
% Performansi hasil prediksi
filename = 'DATA.xlsx';
sheet = 1;
xlRange = 'S8:S43';

target_latih_asli = xlsread(filename, sheet, xlRange);

mape = 0;
error = [];
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.