

**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.

**ANALISIS PRAKIRAAN PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK  
JANGKA MENENGAH MENGGUNAKAN METODE  
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

**(Studi Kasus: Kota Pekanbaru)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi



**UIN SUSKA RIAU**

Oleh:

**MUHAMMAD WIRA KELUSA**

**11455101855**

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

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**

**PEKANBARU**

**2021**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**ANALISIS PRAKIRAAN PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK**  
**JANGKA MENENGAH MENGGUNAKAN METODE**  
**JARINGAN SYARAF TIRUAN**  
**(Studi Kasus: Kota Pekanbaru)**

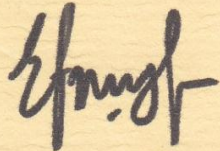
**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**MUHAMMAD WIRA KELUSA**  
**11455101855**

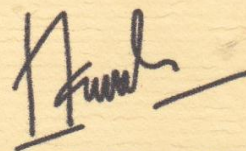
Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro  
di Pekanbaru, pada tanggal 25 Februari 2021

Ketua Program Studi



**Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom**  
**NIP.19750922 200912 2 002**

Pembimbing



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



28

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS PRAKIRAAN PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK**  
**JANGKA MENENGAH MENGGUNAKAN METODE**  
**JARINGAN SYARAF TIRUAN**  
**(Studi Kasus: Kota Pekanbaru)**  
**TUGAS AKHIR**

OLEH:

**MUHAMMAD WIRA KELUSA**  
**11455101855**

Telah dipertahankan di depan sidang Dewan penguji  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 25 Februari 2021

Pekanbaru, 25 Februari 2021

Mengesahkan



**Dekan**  
*[Signature]*  
**Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag**  
NIP.199660604 199203 1 004

**Ketua Program Studi**

*[Signature]*  
**Ewi Ismaradah, S.Kom., M.Kom**  
NIP.19750922 200912 2 002

**DEWAN PENGUJI:**

**Ketua** : Sutoyo, S.T, M.T  
**Sekretaris** : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc  
**Anggota 1** : Susi Afriani, S.T., M.T  
**Anggota 2** : Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc

*[Signatures of the Exam Board Members]*

UIN SUSKA RIAU

## 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

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

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, Februari 2021

Yang membuat pernyataan

**Muhammad Wira Kelusa**  
**11455101855**

### 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 menghadapi. 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 menjalankan apa yang Engkau perintah ya Allah. Dan jikalau Engkau angkat derajat hamba, jauhkanlah hamba dari perkara-perkara yang mebuat 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 membahagikan kalian berdua. Aamiin ya Robbal Alamin.

Terimakasih juga yang tak terhingga untuk Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc. M.Sc. selaku dosen pembimbing dan Pembimbing Akademik 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 2014 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.



# ANALISIS PRAKIRAAN PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK JANGKA MENENGAH MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN

(Studi Kasus: Kota Pekanbaru)

MUHAMMAD WIRA KELUSA  
NIM: 1145501855

Tanggal Sidang: 25 Februari 2021

Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

## ABSTRAK

Meningkatnya laju pertumbuhan penduduk di Kota Pekanbaru sebesar 2,66% per tahunnya. Sehingga setiap tahunnya akan mengalami pertumbuhan pembangunan yang diikuti dengan peningkatan akan kebutuhan energi listrik. Tujuan dari penelitian adalah Oleh karena itu diperlukan suatu prakiraan pemakaian energi listrik agar pihak penyedia energi listrik PT. PLN (Persero) dapat menyediakan sesuai kebutuhan. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan merupakan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*, menggunakan perangkat lunak MATLAB. Kelebihannya dapat melakukan regresi non-linier pola-pola beban listrik setiap bulan dalam satu tahun, data yang digunakan tidak terbatas dan tingkat *error*nya bisa diperkecil. Untuk mendukung metode ini menggunakan algoritma pelatihan yaitu *traingd*, *trainlm*, *trainbfg*, *traincgp*, *traingdx*, dan *traingcb*. maka terlihat hasil paling akurat dengan melihat rata-rata *error* paling kecil yang dihasilkan dari keenam algoritma pelatihan tersebut. Maka hasil keenam pelatihan untuk 5 Unit Layanan Pelanggan (ULP) yang ada di Kota Pekanbaru menunjukkan *error* yang cukup kecil salah satu pada ULP Kota Timur *error* yang dihasilkan 0,00007184, -1,02268, -0,0027023, -0,00219, -0,3672 dan 0,00036516. Dari keenam pelatihan pada ULP Kota Timur pelatihan yang terbaik yaitu *traingdx* memiliki *error* paling kecil. Dan hasil prakiraan pemakaian energi listrik pada ULP Kota Timur dari bulan januari 2020 sampai desember 2020 sebesar 41.261.634 KWH, 80.593.239 KWH, 160.773.772 KWH, 234.998.407 KWH, 298.261.597 KWH, 341.351.412 KWH, 372.394.437 KWH, 413.545.749 KWH, 458.649.661 KWH, 503.256.799 KWH, 575.046.157 KWH, 661.981.747 KWH

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



# **FORECASTING ANALYSIS OF MEDIUM RUN ELECTRIC ENERGY USE USING Artificial NEURAL NETWORK METHOD**

*(Case Study: Pekanbaru City)*

**MUHAMMAD WIRA KELUSA  
NIM: 1145501855**

*Date of Final Exam: 25 February 2021*

*Department of Electrical Engineering*

*Faculty of Science and Technology*

*State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*

*Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru – Indonesia*

## **ABSTRACT**

*The increasing rate of population growth in Pekanbaru City is 2.66% per year. So that every year there will be development growth followed by an increase in the need for electrical energy. The purpose of this research is therefore we need an estimate of the use of electrical energy so that the electricity provider PT. PLN (Persero) can provide as needed. In this study, the method used is the Backpropagation Neural Network method, using MATLAB software. The advantages are that it can perform non-linear regression of electrical load patterns every month of the year, unlimited data used and the error rate can be minimized. To support this method using training algorithms, namely traingd, trainlm, trainbfg, traingcp, traingdx, and traingcb. then the most accurate results are seen by looking at the smallest average error generated from the six training algorithms. Then the results of the six training for 5 Customer Service Units (ULP) in Pekanbaru City show a fairly small error, one of which is the East City ULP, the resulting error is 0.00007184, -1.02268, -0.0027023, -0.00219, -0.3672 and 0.00036516. Of the six trainings at ULP Kota Timur, the best training is traingdx has the smallest error. And the results of forecasting the use of electrical energy at the East City ULP from January 2020 to December 2020 amounted to 41,261,634 KWH, 80,593,239 KWH, 160,773,772 KWH, 234,998,407 KWH, 298,261,597 KWH, 341,351,412 KWH, 372,394. 437 KWH, 413,545,749 KWH, 458,649,661 KWH, 503,256,799 KWH, 575,046,157 KWH, 661,981,747 KWH*

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

## KATA PENGANTAR



*Assalammu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

*Alhamdulillah rabbil 'alamin*, segala puji dan syukur selalu tercurah kehadirat Allah Swt atas limpahan Rahmat, Nikmat, Ilmu, dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat mengerjakan dan akhirnya menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Prakiraan Pemakaian Energi Listrik Jangka Menengah Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Studi Kasus: Kota Pekanbaru)**” 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 Kelus dan Ibu Fidyawati, 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. KH. Ahmad Mujahidin, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Drs. H. Mas’ud Zein, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Kasim Riau.
4. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Mulyono, ST, MT, selaku Sekretaris Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



- © Hak cipta milik UIN Suska Riau  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
6. Bapak Ahmad Faizal, ST, MT, 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 I dan dosen Penasehat Akademik dan Pembimbing Akademik saya dikampus 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 Susi Afriani, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I dan Ibu Marhama Jelita, S.Pd, M.Sc selaku dosen penguji II yang yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.
  9. Pimpinan, staff dan karyawan Jurusan Teknik Elektro serta Fakultas Sains dan Teknologi.
  10. Sahabat – sahabat terbaik senasib dan seperjuangan Muhammad Ramadhan ST, Halim Wirmen ST, Limok Wiranto SH, Dede Akbar ST, Muhammad Dicky, Aulia Chairani, Jenny Pratiwi, Silviana Lillah 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.

*Wasalamu'alaikum wr.wb*

Pekanbaru, Februari 2021  
Penulis



**Muhammad Wira Kelusa**

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 masa  
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

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

#### 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 ISI

	<b>Halaman</b>
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.....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-5
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-6
1.4 Batasan Masalah.....	I-6
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-6
<b>BAB II TUJUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Studi Literatur.....	II-1
2.2 Energi Listrik.....	II-3
2.2.1 Sejarah Energi Listrik .....	II-3
2.2.2 Definisi Energi Listrik.....	II-4
2.3 Metode Prakiraan Pemakaian Energi Listrik.....	II-4
2.4 Prakiraan Beban Tenaga Listrik .....	II-6

## 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 masa
- 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	Jaringan Syaraf Tiruan.....	II-6
2.5.1	Pengertian Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-6
2.5.2	Karakteristik Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-7
2.5.3	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	II-8
2.5.4	Fungsi Aktivasi .....	II-10
2.5.5	Kelebihan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation .....	II-12
2.6	Algoritma Pelatihan ( <i>Training</i> ) Jaringan Pada MATLAB .....	II-13
2.7	<i>Learning</i> Pada Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-15
2.7.1	<i>Supervised</i> .....	II-15
2.7.2	<i>Unsupervised</i> .....	II-15
2.8	Normalisasi dan Denormalisasi .....	II-15
2.9	<i>Mean Square Error</i> (MSE).....	II-16
2.10	Backpropagation.....	II-17
2.11	Perangkat Lunak Perencanaan Energi .....	II-18

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Diagram Alur Penelitian.....	III-1
3.2	Studi Literatur.....	III-2
3.3	Prosedur Penelitian.....	III-2
3.4	Pengumpulan Data.....	III-3
3.5	Pengolahan Data.....	III-4
3.5.1	Normalisasi Data.....	III-4
3.5.2	Pengelompokan Data .....	III-4
3.6	Melakukan Simulasi Dengan Menggunakan MATLAB .....	III-5
3.6.1	Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan.....	III-5
3.6.2	Proses Pelatihan Jaringan.....	III-7
3.6.3	Validasi Data Simulasi.....	III-8
3.7	Analisis Hasil.....	III-9
3.7.1	Membandingkan Pelatihan.....	III-9
3.7.2	Prakiraan Pemakaian Energi Listrik Pada Setiap ULP Di Kota Pekanbaru Tahun 2020.....	III-9



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Data Mentah .....	IV-1
4.2	Pengolahan Data .....	IV-2
	4.2.1 Normalisasi Data .....	IV-2
	4.2.2 Pengelompokan Data .....	IV-7
4.3	Simulasi Data Dengan Matlab .....	IV-8
	4.3.1 Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan .....	IV-8
4.4	Analisis Hasil Pembahasan .....	IV-12
	4.4.1 Membandingkan Pelatihan .....	IV-12
	4.4.2 Hasil Prakiraan Pemakaian Energi Listrik Pada Setiap ULP Di Kota Pekanbaru Tahun 2020 .....	IV-27

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-3

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

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 masa

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.

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>		<b>Halaman</b>
2.1	<i>MultiLayer Perceptrons</i> .....	II-10
2.2	<i>Hard Limit</i> .....	II-11
2.3	Transfer <i>Liniear</i> .....	II-11
2.4	<i>Sigmoid Biner</i> .....	II-12
2.5	<i>Sigmoid Bipolar</i> .....	II-12
2.6	Backpropagation Dengan Satu <i>Hidden Layer</i> .....	II-18
2.7	Tampilan Awal MATLAB dan <i>Command Window</i> .....	II-19
2.8	<i>Nntool</i> atau <i>Toolbox Neural Network</i> .....	II-19
3.1	Diagram Alur Penelitian .....	III-1
3.2	Memilih Pelatihan ( <i>Trainlm</i> ).....	III-5
3.3	Merancang Jaringan Syaraf (1) Layer, (2) Neuron .....	III-6
3.4	Susunan Jaringan Syaraf .....	III-6
3.5	Parameters Pelatihan .....	III-7
3.6	Proses <i>Train Network</i> Selesai.....	III-8
4.1	Model Jaringan <i>Feedforward Backpropagation</i> .....	IV-9
4.2	Susunan Jaringan Syaraf .....	IV-10
4.3	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan terdiri dari 3 layer (5-30-1) .....	IV-10
4.4	Plot <i>Regresi Liniear Gradient with Momentum &amp; Adative LR</i> ( <i>traingdx</i> ) ....	IV-13
4.5	Pola Perbandingan Data keluaran JST yaitu <i>traingdx</i> dengan Data Target ...	IV-14
4.6	<i>Regresi Liniear Conjugate Gradient with Polak-Ribiere Restarts</i> ( <i>traincgp</i> ). ...	IV-16
4.7	Pola Perbandingan Data keluaran JST yaitu <i>traincgp</i> dengan Data Target ...	IV-17
4.8	<i>Regresi Liniear Conjugate Gradient with Polak-Ribiere Restarts</i> ( <i>traincgb</i> ) ...	IV-19
4.9	Pola Perbandingan Data keluaran JST yaitu <i>traincgb</i> dengan Data Target ...	IV-20
4.10	<i>Regresi Liniear Conjugate Gradient with Beale-Powell Restarts</i> ( <i>traincgp</i> ) ...	IV-22
4.11	Pola Perbandingan Data Keluaran (Target) dengan Data Target.....	IV-23
4.12	Plot <i>Regresi Liniear Quasi Newton</i> ( <i>trainbfg</i> ) .....	IV-25
4.13	Pola Perbandingan Data Keluaran (Target) dengan Data Target.....	IV-26
4.14	Grafik Prakiraan Energi Listrik 5 ULP Di Kota Pekanbaru Tahun 2020 .....	IV-28

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Macam-Macam Algoritma Pelatihan .....	II-13
3.1	Data Pemakaian KWH ULP Kota Timur selama 6 tahun (2014-2019).....	III-3
3.2	Data Pemakaian KWH ULP Kota Barat selama 6 tahun (2014-2019).....	III-3
3.3	Data Pemakaian KWH ULP Simpang Tiga selama 6 tahun (2014-2019).....	III-3
3.4	Data Pemakaian KWH ULP Rumbai selama 6 tahun (2014-2019).....	III-3
3.5	Data Pemakaian KWH ULP Panam selama 6 tahun (2014-2019) .....	III-3
3.6	Data Target Normalisasi ULP Kota Timur .....	III-8
3.7	Data Hasil Pelatihan Trainlm ULP Kota Timur.....	III-8
4.1	Data Pemakaian KWH ULP Kota Timur selama 6 tahun (2014-2019).....	IV-1
4.2	Data Pemakaian KWH ULP Kota Barat selama 6 tahun (2014-2019).....	IV-1
4.3	Data Pemakaian KWH ULP Simpang Tiga selama 6 tahun (2014-2019).....	IV-
4.4	Data Pemakaian KWH ULP Rumbai selama 6 tahun (2014-2019).....	IV-2
4.5	Data Pemakaian KWH ULP Panam selama 6 tahun (2014-2019).....	IV-2
4.6	Data Pemakaian KWH ULP Kota Timur Sebelum Normalisasi .....	IV-2
4.7	Data Setelah di Normalisasi .....	IV-3
4.8	Data Pemakaian KWH ULP Kota Barat Sebelum Normalisasi .....	IV-3
4.9	Data Setelah di Normalisasi .....	IV-3
4.10	Data Pemakaian KWH ULP Simpang Tiga Sebelum Normalisasi.....	IV-4
4.11	Data Setelah di Normalisasi .....	IV-4
4.12	Data Pemakaian KWH ULP Rumbai Sebelum Normalisasi.....	IV-4
4.13	Data Setelah di Normalisasi .....	IV-5
4.14	Data Pemakaian KWH ULP Panam Sebelum Normalisasi .....	IV-5
4.15	Data Setelah di Normalisasi .....	IV-5
4.16	Data Input Normalisasi ULP Kota Timur Tahun 2014 – 2018 .....	IV-6
4.17	Data Target Latih Normalisasi ULP Kota Timur Tahun 2019.....	IV-6
4.18	Data Uji Normalisasi ULP Kota Timur Tahun 2015 – 2019.....	IV-6
4.19	Data Input Normalisasi ULP Kota Barat Tahun 2014 – 2018.....	IV-6
4.20	Data Target Latih Normalisasi ULP Kota Barat Tahun 2019 .....	IV-6



4.21	Data Uji Normalisasi ULP Kota Barat Tahun 2015 – 2019 .....	IV-7
4.22	Data Input Normalisasi ULP Simpang Tiga Tahun 2014 – 2018 .....	IV-7
4.23	Data Target Latih Normalisasi ULP Simpang Tiga Tahun 2019.....	IV-7
4.24	Data Uji Normalisasi ULP Simpang Tiga Tahun 2015 – 2019.....	IV-7
4.25	Data Input Normalisasi ULP Rumbai Tahun 2014 – 2018.....	IV-7
4.26	Data Target Latih Normalisasi ULP Rumbai Tahun 2019 .....	IV-7
4.27	Data Uji Normalisasi ULP Rumbai Tahun 2015 – 2019 .....	IV-7
4.28	Data Input Normalisasi ULP Panam Tahun 2014 – 2018.....	IV-8
4.29	Data Target Latih Normalisasi ULP Panam Tahun 2014 – 2018 .....	IV-8
4.30	Data Uji Normalisasi ULP Panam Tahun 2014 – 2018 .....	IV-8
4.31	Hasil Simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan .....	IV-12
4.32	Hasil MSE dari simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan	IV-12
4.33	Hasil Simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan .....	IV-15
4.34	Hasil MSE dari simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan	IV-15
4.35	Hasil Simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan .....	IV-18
4.36	Hasil MSE dari simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan	IV-18
4.37	Hasil Simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan .....	IV-21
4.38	Hasil MSE dari simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan	IV-21
4.39	Hasil Simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan .....	IV-24
4.40	Hasil MSE dari simulasi <i>Feedforward Backpropagation</i> dengan 6 pelatihan	IV-24
4.41	Hasil Prakiraan Pemakaian Energi Listrik Di 5 ULP Di Kota Pekanbaru 2020	IV-27

**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 masa

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 <i>Single Layer Perceptron (SLP)</i> .....	II-9
2.2 <i>Training Terhadap Perceptron</i> .....	II-9
2.3 <i>Fungsi Sigmoid Biner</i> .....	II-11
2.4 <i>Fungsi Sigmoid Bipolar</i> .....	II-12
2.5 <i>Normalisasi</i> .....	II-15
2.6 <i>Denormalisasi</i> .....	II-16
2.7 <i>Sum Square Error (SSE)</i> .....	II-16
2.8 <i>Mean Square Error (MSE)</i> .....	II-17
2.9 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i> .....	II-17

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 I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan aspek yang sangat penting dan bahkan menjadi suatu parameter untuk mendukung keberhasilan pembangunan suatu daerah. Pengelolaan sumber daya energi listrik yang tepat serta terarah dengan jelas akan menjadi potensi yang dimiliki suatu wilayah berkembang dan dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, prakiraan dan pengelolaan energi secara umum termasuk di dalamnya adalah energi listrik perlu mendapat perhatian serius dari Pemerintah Daerah. Hal tersebut tentu juga seiring dan searah dengan peningkatan peran Pemerintah Daerah dalam mengelola sumber daya energi.

Ketersediaan energi listrik yang memadai dan tepat sasaran akan memacu perkembangan pembangunan daerah seperti sektor industri, komersial, pelayanan publik dan bahkan kualitas hidup masyarakat dengan semakin banyak warga yang menikmati energi listrik. Kemudian secara langsung maupun tidak langsung, hal itu akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Jika pertumbuhan perekonomian semakin besar, maka secara otomatis permintaan energi listrik juga ikut bertambah. Oleh sebab itu suatu tempat atau wilayah dapat dikatakan daerah yang makmur jika pertumbuhan perekonomiannya semakin maju, yang mana semakin majunya pertumbuhan perekonomian maka semakin besar pula mereka membutuhkan sumber energi listrik [1].

Pekanbaru merupakan ibukota dari Provinsi Riau, pesatnya pembangunan serta besarnya peluang pekerjaan dan peluang bisnis di kota ini, tentu akan menjadi daya tarik bagi pembisnis dan pencari peluang pekerjaan, sehingga hal ini menjadi salah satu alasan banyak masyarakat yang melakukan migrasi dari daerahnya menuju Kota Pekanbaru. Tujuan mereka adalah tentu saja untuk mencari peluang yang lebih baik. Selain alasan diatas, alasan lainnya adalah Kota Pekanbaru juga merupakan salah satu kota tujuan bagi anak-anak muda untuk melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi. Hal ini dikarenakan banyaknya perguruan tinggi yang berpusat di Kota Pekanbaru, baik itu perguruan tinggi negeri maupun perguruan tinggi swasta. Dengan adanya beberapa faktor tersebut, hal ini tentu akan berpengaruh pada angka pertumbuhan penduduk sehingga ini akan berdampak pada semakin besarnya pemakaian energi listrik.



Pekanbaru memiliki jumlah penduduk terbanyak di Provinsi Riau dengan jumlah penduduk pada tahun 2019 sebanyak 1.143,36 ribu jiwa terbanyak setelah Kampar dan Indragiri Hilir. Berdasarkan data dari dinas kependudukan dan catatan sipil Kota Pekanbaru setiap tahun terjadinya peningkatan laju pertumbuhan penduduk selama 10 tahun terakhir dari tahun 2010-2019 meningkat menjadi 2,66 % per tahunnya. Dengan jumlah PDRB pada tahun 2019 yaitu sebesar Rp. 119,111 Miliar dengan persentase pertumbuhan 15,48%, merupakan penyumbang PDRB terbesar nomor 2 untuk Provinsi Riau setelah Kabupaten Bengkalis. Dengan meningkatnya jumlah penduduk dan meningkatnya pertumbuhan ekonomi di Kota Pekanbaru setiap tahunnya, membuat kebutuhan energi listrik juga semakin meningkat yang juga diikuti dengan peningkatan pertumbuhan pembangunan dalam bidang teknologi, bisnis, dan juga informasi. Seperti yang sudah diketahui sumber yang menjadi penyedia energi listrik di Kota Pekanbaru adalah PT. PLN (persero), namun PT. PLN (persero) belum dapat memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat di daerah-daerah tertentu. Oleh karena itu diperlukan sumber energi lain, yang diutamakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan supaya dapat meningkatkan kebutuhan energi listrik di daerah yang belum terpenuhi dan sekaligus diikuti dengan adanya krisis energi fosil pada saat ini [2].

Sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk, pemakaian energi listrik di Kota Pekanbaru juga terus meningkat pada setiap Unit Layanan Pelanggan (ULP). Untuk ULP Kota Timur pada tahun 2018 pemakaian energi listrik mencapai 49,3 MW menurun tahun 2019 menjadi 49,03 MW. Untuk ULP Kota Barat pada tahun 2018 pemakaian energi listrik mencapai 55,5 MW kemudian tahun 2019 menurun menjadi 54,1 MW. Untuk ULP Simpang Tiga pada tahun 2018 konsumsi energi listrik mencapai 49,7 MW kemudian tahun 2019 menurun menjadi 43,7 MW. Untuk ULP Rumbai pada tahun 2018 konsumsi energi listrik yaitu 16,8 MW kemudian tahun 2019 meningkat menjadi 17,4 MW. Lalu pada ULP Panam mengalami peningkatan tahun 2018 yaitu 45,9 MW dan tahun 2019 menjadi 45,3 MW. Sehingga total pemakaian energi listrik semua ULP di Kota Pekanbaru tahun 2018 adalah 217,5 MW dan mengalami penurunan tahun 2019 menjadi 209,8 MW [3]. Untuk penyediaan energi di Kota Pekanbaru terhitung tahun 2019 keseluruhan secara interkoneksi, ini mengakibatkan pihak PLN selaku *stakeholder* yang bertanggung jawab dalam penyediaan energi listrik melakukan pembelian energi listrik melalui jaringan interkoneksi sebesar 467,6 MW untuk memenuhi kebutuhan listrik di Kota Pekanbaru (yang terdiri dari jenis-jenis

pembangkit listrik yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan kapasitas 180 MW, Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) dengan kapasitas 122 MW, Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan kapasitas 21,6 MW dan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan kapasitas sebesar 114 MW), sedangkan di Kota Pekanbaru sendiri Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) sudah tidak beroperasi dari tahun 2017 [4].

Berdasarkan data diatas terlihat jelas bahwasanya terjadi kekurangan antara pemakaian energi listrik dan kapasitas pembangkit, ini diakibatkan pembangkit listrik yang ada di Kota Pekanbaru yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) sudah tidak beroperasi lagi dari tahun 2017. Mengakibatkan terjadinya defisit energi listrik tersebut tentu akan mengganggu aktivitas konsumen dan kegiatan-kegiatan perekonomian di Kota Pekanbaru. Dampaknya tentu saja akan membuat pertumbuhan perekonomian yang akan melambat di Kota Pekanbaru. Untuk memenuhi semua itu pihak PLN melakukan pembelian energi listrik melalui jaringan interkoneksi. Dikarenakan jaringan interkoneksi bukan hanya untuk Kota Pekanbaru maka perlu dilakukan perencanaan atau proyeksi energi listrik seperti prakiraan pemakaian energi listrik agar dapat menyeimbangkan terhadap kapasitas pembangkit, supaya tidak mengganggu aliran listrik ke daerah lainnya [5].

Di dalam sistem kelistrikan prakiraan pemakaian energi listrik sangat penting agar dapat memprakirakan dengan tepat dan benar seberapa besar pemakaian energi listrik yang digunakan oleh konsumen di suatu daerah. Dengan adanya prakiraan pemakaian energi listrik kita dapat mengetahui jumlah pemakaian energi listrik untuk tahun kemudian. Sehingga di saat adanya penambahan beban, stok energi listrik masih dapat memenuhi dan melayani konsumen agar terhindar dari pemadaman energi listrik akibat kurangnya pasokan energi listrik [6].

Menurut Bapak Riky selaku penanggung jawab perencanaan energi listrik PLN Kota Pekanbaru mengatakan bahwa prakiraan energi listrik di Kota Pekanbaru dilakukan setiap tahunnya dan disusun di Rencana Kerja Anggaran Perusahaan (RKAP) setahun sebelumnya. Untuk prakiraan energi listrik PT PLN menggunakan sebuah perangkat lunak *Simple-E* dalam menghitung kebutuhan listrik jangka panjang. Selain itu, dalam tiga tahun terakhir pembangkit yang terdapat di Kota Pekanbaru tidak beroperasi yang mengakibatkan terjadinya peningkatan pembelian energi listrik melalui jaringan interkoneksi untuk memenuhi permintaan energi listrik di Kota Pekanbaru [7].



Merujuk pada Pasal 28 dan Pasal 29 Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, PLN selaku Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Kepentingan umum wajib menyediakan tenaga listrik secara terus-menerus dalam jumlah yang cukup dengan mutu dan keandalan yang baik. Oleh sebab itu PLN harus mampu melayani permintaan tenaga listrik saat ini maupun di masa mendatang agar PLN dapat memenuhi kewajiban yang dimintai oleh Undang-Undang tersebut. Sebagai langkah awal PLN harus dapat memperkirakan permintaan tenaga listrik pada suatu daerah didorong oleh beberapa faktor utama yaitu pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk dan program elektrifikasi serta program pemerintah [8].

Banyak penelitian perencanaan energi listrik, terdiri dari perencanaan yang menggunakan simulasi LEAP yang berjudul “Analisis Proyeksi Permintaan dan Penyediaan Energi Listrik Kota Pekanbaru Tahun 2018-2022 Berdasarkan Skenario BAU”, pada penelitian ini membahas kebutuhan dan penyediaan di Kota Pekanbaru dengan jangka panjang yaitu 5 tahun. Data yang digunakan dari Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru, penelitian ini memproyeksikan kebutuhan energi listrik pada sektor rumah tangga, bisnis, industri, kantor pemerintah dan sosial [5].

Dan juga penelitian perencanaan yang menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan yang berjudul Prakiraan Beban Puncak Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode *Artificial Neural Networks*. Pada penelitian ini membahas prakiraan beban dengan jangka pendek yaitu selama satu minggu kedepan, supaya penyedia energi listrik dapat memproduksi sesuai dengan kebutuhan konsumen. Pada penelitian ini melakukan perbandingan dengan metode koefisien beban PLN. Hasil dari perbandingan metode penelitian ini dengan metode koefisien beban PLN memperlihatkan bahwa prakiraan dengan *Artificial Neural Networks* lebih baik dibandingkan metode koefisien beban [9].

Dengan adanya prakiraan ini kelebihan pemakaian energi listrik dapat terkontrol dengan baik sehingga terhindar dari dampak kerugian yang besar. Untuk melakukan prakiraan pemakaian energi listrik peneliti menggunakan metode prakiraan jangka menengah selama 12 bulan dari bulan januari 2019 – desember 2019 kemudian menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dengan bantuan perangkat lunak MATLAB. Perbedaan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dengan metode *simple-E* dan LEAP yaitu pada *simple-E* data yang digunakan hanya bentuk model satu data atau terbatas. Di LEAP data



yang digunakan hanya bentuk model satu data atau terbatas. LEAP tidak bisa melakukan prakiraan jangka pendek dan LEAP hanya bisa digunakan untuk menghitung energi. Dan sedangkan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* memiliki keunggulan seperti kemampuan komputasi diaplikasikan untuk memprediksi suatu pola. Dalam proses belajarnya Jaringan Syaraf Tiruan dapat melakukan regresi non-linier pola-pola beban listrik tiap bulan dalam satu tahun. Data yang digunakan tidak terbatas, bisa dalam bentuk apapun, Jaringan Syaraf Tiruan tingkat errornya bisa diperkecil. Jaringan Syaraf Tiruan dapat memprakirakan beban listrik atau pemakaian listrik pada tahun yang akan datang [10].

Untuk mendukung prakiraan pemakaian energi listrik metode yang digunakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*, pada prakiraan pemakaian energi listrik di Kota Pekanbaru ini menggunakan data pemakaian energi listrik data bulanan (*time series*) pada setiap ULP di Kota Pekanbaru dari tahun 2014 – 2019. Tetapi pada penelitian yang akan dilakukan tidak hanya menghasilkan prakiraan pemakaian saja, tetapi juga membandingkan setiap pelatihan yang ada di metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* seperti *Gradient Descent* (*traingd*), *Levenberg-Marquardt* (*trainlm*), *Quasi Newton* (*trainbfg*), *Conjugate Gradient with Polak-Ribiere Restarts* (*traingcg*), *Gradient Descent with Momentum & Adaptive LR* (*traingdx*), dan *Conjugate Gradient with Beale-Powell Restarts* (*traingcb*) [11], dari keenam pelatihan ini yang membedakan ada pada rumus dan jumlah *neuron* pada *hidden layer* yang berbeda-beda disetiap pelatihan, maka hasil simulasi keenam pelatihan akan berbeda, dan keenam pelatihan ini akan dibandingkan dan dipilih yang terbaik. Pada Penelitian ini perangkat lunak yang digunakan adalah MATLAB, agar metode JST dapat melakukan proyeksi pemakaian energi listrik.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penelitian ini dilakukan dengan judul “**Analisis Prakiraan Pemakaian Energi Listrik Jangka Menengah Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Studi Kasus: Kota Pekanbaru)**” agar dapat mengetahui seberapa besar pemakaian energi listrik di Kota Pekanbaru untuk satu tahun berikutnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar pemakaian energi listrik di Kota Pekanbaru berdasarkan setiap ULP yang ada di Kota Pekanbaru selama 12 bulan pada tahun 2020?

2. Bagaimana menganalisis dan membandingkan data hasil simulasi setiap pelatihan pada Jaringan Syaraf Tiruan (JST) terhadap data real, kemudian dipilih pelatihan mana yang mendekati data real dan memiliki akurasi yang terbaik untuk melakukan prakiraan pemakaian energi listrik?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan dan menganalisis prakiraan pemakaian energi listrik pada setiap ULP di Kota Pekanbaru selama 12 bulan pada tahun 2020.
2. Menganalisis dan membandingkan pelatihan mana yang mendekati data real dan memiliki akurasi yang terbaik untuk melakukan prakiraan pemakaian energi listrik.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini peneliti memberikan batasan pada objek penelitian antara lain:

1. Data yang digunakan untuk membuat prakiraan pemakaian energi listrik jangka menengah hanya berdasarkan data 6 tahun kebelakang dari tahun 2014 – 2019 (data dalam bentuk bulanan).
2. Model Jaringan Syaraf Tiruan yang akan dibangun menggunakan metode pembelajaran *backpropagation* dengan beberapa fungsi pelatihan (*training functions*).
3. Pada penelitian ini peneliti tidak membahas *supply*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagi Penulis  
Dapat mengaplikasikan perangkat lunak MATLAB dan metode Jaringan Syaraf Tiruan pada penelitian untuk kehidupan nyata sebagai alat untuk prakiraan beban listrik.
2. Bagi Lembaga Pendidikan  
Sebagai bahan referensi bagi pihak yang membutuhkan.
3. Bagi Perusahaan  
Sebagai salah satu model alternatif untuk meramal kebutuhan energi selama satu tahun kedepan dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan.

4. Bagi Masyarakat  
Dapat menghimbau masyarakat di suatu daerah tentang pemakaian energi listrik untuk kedepannya sehingga dapat melakukan penghematan energi listrik.

**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 masa
  - 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 II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Literatur

Didalam penelitian tugas akhir ini akan diambil referensi sebagai studi literatur sehingga lebih relevan hasil dan data yang akan digunakan untuk proses analisis data pada penelitian tugas akhir ini. Referensi tersebut terdiri dari beberapa jurnal dan buku yang terkait.

Penelitian yang berjudul Analisis Proyeksi Permintaan dan Penyediaan Energi Listrik Kota Pekanbaru Tahun 2018-2022 Berdasarkan Skenario BAU, penelitian ini bertujuan memproyeksi permintaan energi listrik dan penyediaan energi listrik di kota pekanbaru untuk lima tahun kedepan. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak LEAP (*Long-range Energy Alternative Planing System*) dengan menggunakan metode skenario BAU (*Bussines As Usual*). Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa total permintaan energi listrik dari tahun 2018-2022 mengalami peningkatan dari 1.810.699,5 MWh menjadi 2.617.672,3 MWh. Dan untuk proyeksi penyediaan energi listrik di Kota Pekanbaru ditahun 2018-2022 juga mengalami peningkatan dari 1.810,7 MW menjadi 2.389,7 MW dengan di suplai oleh pembangkit PLTA, PLTU, PLTG, dan PLTMG dan untuk tahun 2022 akan ditambahkan PLTSa yang bertujuan untuk membantu kapasitas pembangkit yang telah ada dalam memenuhi permintaan energi di kota pekanbaru [5].

Penelitian yang berjudul Estimasi Kebutuhan Daya Listrik Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* Pada Gedung H Fakultas Teknik Universitas Lampung. Penelitian estimasi kebutuhan daya listrik menggunakan hasil pengukuran *smart monitoring* besaran elektrik di Gedung H Fak. Teknik Unila. Metode *Artifical Neural Networks Backrpropagation* adalah metode yang digunakan karena mempunyai kemampuan pendekatan yang baik terhadap ketidaklinieran. Variabel yang digunakan adalah data tanggal, data hari, data jam, data hari libur, data ruangan, dan data daya listrik pada masa lampau. Hasil pengujian estimasi kebutuhan daya listrik yang telah dilakukan pada panel distribusi Teknik Elektro dan Teknik Mesin Universitas Lampung menunjukkan bahwa metode ini telah dapat digunakan untuk melakukan estimasi daya listrik dengan range waktu satu bulan kedepan

dengan akurasi sebesar 99,12%. Dengan demikian penelitian ini dapat diaplikasikan untuk proses estimasi secara *real-time* yang dapat diakses melalui aplikasi web [12].

Penelitian yang berjudul Implementasi *Neural Network* Pada Matlab Untuk Prakiraan Konsumsi Beban Listrik Kabupaten Ponorogo Jawa Timur, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui implementasi *neural network* untuk melakukan prakiraan listrik pada tahun 2019 mendatang. Metode penelitian ini 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% [13].

Penelitian yang berjudul Prediksi Pemakaian Listrik Dengan Pendekatan *Backpropagation*, penelitian ini bertujuan untuk peramalan pemakaian listrik berdampak besar dalam operasi sistem tenaga listrik mulai dari perancangan pembangkitan, analisis aliran daya, uni *commitment*, *hydro thermis*, dan operasi ekonomis sistem tenaga. Dalam penelitian ini menggunakan data *time series* dari pemakaian listrik Wilayah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah periode 2008 – 2012 karena memiliki atribut waktu, metode yang digunakan *Backpropagation Neural Network*. Hasil penelitian ini mampu menghasilkan peramalan pemakaian listrik dengan struktur 12-3-1 *Root Mean Square Error* yang dihasilkan mencapai 0.024, dan pada striktur 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 [14].

Penelitian yang berjudul Perkiraan Beban Puncak Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode *Artificial Neural Networks*, permintaan energi listrik di Indonesia yang meningkat dikarenakan Indonesia adalah negara berkembang dengan segala perkembangan di setiap sektor dan didukung dengan kemajuan teknologi. Maka dilakukannya penelitian tentang perakiraan beban untuk mendapatkan hasil beban selama satu minggu kedepan supaya penyedia energi listrik dapat memproduksi sesuai dengan kebutuhan konsumen. Metode yang digunakan oleh penulis adalah metode *Artificial Neural Networks* yang memperlihatkan *error* sebesar 0,12% dengan akurasi 99,88% yang kemudian dilakukan perbandingan dengan



metode koefisien beban yang mana mencapai *error* 1,85% dengan akurasi 98,15%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa perakiraan dengan *Artificial Neural Networks* lebih baik dibandingkan metode koefisien beban [9].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian di Kota Pekanbaru, dengan judul “**Analisis Prakiraan Pemakaian Energi Listrik Jangka Menengah Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Studi Kasus: Kota Pekanbaru)**”. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak MATLAB untuk melakukan proyeksi pemakaian energi listrik. Metode yang digunakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*, pada prakiraan pemakaian energi listrik di Kota Pekanbaru ini menggunakan data pemakaian energi listrik data bulanan (*time series*) pada setiap ULP di Kota Pekanbaru dari tahun 2014 – 2019. Pada penelitian ini mendekati dengan penelitian [13], perbedaannya pada penelitian ini tidak hanya menghasilkan prakiraan pemakaian saja, tetapi juga membandingkan setiap pelatihan yang ada di metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* seperti *Gradient Descent* (*traingd*), *Levenberg-Marquardt* (*trainlm*), *Quasi Newton* (*trainbfg*), *Conjugate Gradient with Polak-Ribiere Restarts* (*traincgp*), *Gradient Descent with Momentum & Adaptive LR* (*trainidx*), dan *Conjugate Gradient with Beale-Powell Restarts* (*traincgb*) dari keenam pelatihan ini yang membedakan ada pada rumus dan jumlah *neuron* pada *hidden layer* yang berbeda-beda disetiap pelatihan, maka hasil simulasi keenam pelatihan akan berbeda, dan keenam pelatihan ini akan dibandingkan dan dipilih yang terbaik.

## 2.2 Energi Listrik

### 2.2.1 Sejarah Energi Listrik

Sejarah penemuan listrik mula-mula diselidiki oleh orang Yunani Kuno, kurang lebih sekitar 6.000 tahun sebelum Masehi. Dimana para ilmuwan ini mengamati batu ambar yang mampu menarik benda-benda ringan setelah batu tersebut digosokkan pada selembaran kain wol. Setelah diamati ternyata batu ambar tersebut mempunyai muatan listrik. Yang kemudian penelitian dikembangkan oleh beberapa ilmuwan yaitu :

#### a. Hans Christian Oersted

Pada tahun 1819 seorang ahli sains asal Denmark bernama Hans Christian Oersted menemukan bahwa kemagnetan dapat dipengaruhi oleh arus listrik. Dimana percobaan ini dilakukan oleh Hans dengan melilitkan sebuah paku dengan kawat tembaga, setelah



itu dialirkan listrik pada kawat tersebut. Ternyata paku tersebut, memiliki medan elektromagnet. Namun medan elektromagnet yang terdapat pada paku tersebut bersifat sementara [15].

b. Michael Faraday

Michael Faraday menemukan bahwa magnet yang digerakkan dapat menimbulkan arus listrik. Faraday melakukan penelitian ini dengan menggunakan lilitan kawat yang disebut kumparan. Dengan kumparan dan magnet maka akan dapat menghasilkan arus listrik. Seperti masukkan dan keluarkan magnet batang berulang kali dalam kumparan, maka kita dapat melihat adanya arus listrik pada ampere meter [15].

### 2.2.2 Definisi Energi Listrik

Energi listrik adalah energi yang berasal dari muatan listrik yang menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya electron-elektron pada konduktor dan ion-ion pada zat cair atau gas [16]. Listrik memiliki satuan Ampere yang di simbolkan dengan (A) dan tegangan listrik yang disimbolkan dengan (V) dengan satuan Volt. Yang kemudian untuk kebutuhan pemakaian daya energi listrik disimbolkan (W) dengan satuan Watt. Energi listrik disalurkan melalui jaringan kabel bawah tanah maupun udara. Dimana energi listrik timbul karena adanya muatan listrik yang mengalir dari saluran positif ke saluran negative. Bersamaan dengan magnetic, listrik membentuk interaksi fundamental yang dikenal sebagai elektromagnetik.

### 2.3 Metode Prakiraan Pemakaian Energi Listrik

Prakiraan pada umumnya adalah dugaan yang terjadi pada suatu peristiwa untuk kedepannya. Prakiraan pemakaian daya listrik sangat dibutuhkan sebagai data *input* untuk proses perencanaan pembangunan pada suatu sistem kelistrikan dan juga digunakan untuk pengoperasian sistem tenaga listrik untuk penyediaan yang sesuai kebutuhan.

Prakiraan pemakaian daya listrik dapat dikelompokkan menurut jangka waktunya dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu prakiraan jangka panjang, prakiraan jangka menengah dan prakiraan jangka pendek [17].

A. Prakiraan beban jangka panjang

Prakiraan ini merupakan prakiraan untuk jangka waktu melebihi satu tahun. Pada prakiraan ini masalah-masalah makro ekonomi menjadi salah satu masalah ekstrem perusahaan listrik untuk menentukan arah prakiraan dalam jangka waktu yang panjang.

B. Prakiraan beban jangka menengah

Prakiraan ini merupakan untuk jangka waktu mulai satu bulan sampai satu tahun. Pada prakiraan ini masalah-masalah manajerial perusahaan contohnya tentang kemampuan teknis memperluas jaringan distribusi, pada prakiraan ini aspek yang harus diperhatikan ialah aspek operasional dikarenakan pada jangka ini tidak banyak lagi yang dapat dilakukan mulai dari segi pengembangan. Maka dari itu prakiraan mengenai besarnya beban minimum juga sangat dibutuhkan dikarenakan beban terendah dapat mengakibatkan persoalan seperti munculnya tegangan yang berlebihan [17].

C. Prakiraan beban jangka pendek

Prakiraan ini merupakan jangka waktu untuk hitungan jam hingga satu minggu (168 jam). Pada prakiraan ini memiliki batas atas pada beban maksimum dan batas bawah pada beban minimum yang ditetapkan oleh prakiraan beban menengah.

Berdasarkan sifatnya, data prakiraan dibedakan atas dua macam, yaitu:

a. Prakiraan Kualitatif

Prakiraan kualitatif adalah prakiraan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu. Hasil prakiraan yang dibuat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil prakiraan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

b. Prakiraan Kuantitatif

Prakiraan kuantitatif adalah prakiraan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil prakiraan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang dipergunakan dalam prakiraan tersebut [17].

## 2.4 Prakiraan Beban Tenaga Listrik

Terdapat salah satu faktor yang menentukan untuk membuat perencanaan sistem tenaga listrik ialah prakiraan beban yang digunakan oleh sistem tenaga listrik bersangkutan. Maka dari itu tidak ada rumus rumus eksak dikarenakan besarnya beban ditetapkan oleh konsumen yang secara bebas untuk memilih pemakaiannya. Tetapi kebutuhan tenaga listrik bersifat *periodic* maka grafik pemakaian tenaga listrik mempunyai sifat *periodic* [18].

Maka dari itu statistik beban masa lalu harus dianalisis karena penting digunakan untuk memperkirakan beban dimasa mendatang dengan cara mengekstrapolasi grafik di masa lalu ke waktu yang akan datang.

Kebutuhan beban di daerah berdasarkan dari daerah itu sendiri mulai dari penduduk, standar kehidupan, rencana pengembangan dimasa mendatang, harga daya, dan lain-lain [18].

Ada Beberapa yang mengakibatkan terjadinya perubahan beban listrik, diantaranya yaitu:

- a. Meningkatnya jumlah penduduk konsumen atau pelanggan tenaga listrik.
- b. Meningkatnya konsumsi energi listrik dari konsumen, contohnya seperti menambahkan alat-alat listrik lainnya.
- c. Temperature udara, ketika temperatur udara tinggi mengakibatkan pemakaian alat-alat pendingin ruangan meningkat.
- d. Aktivitas atau kegiatan ekonomi pada masyarakat.
- e. Kegiatan sosial dalam masyarakat.

## 2.5 Jaringan Syaraf Tiruan

### 2.5.1 Pengertian Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan sebuah metode representasi buatan berhubungan dengan otak manusia yang selalu mencoba bagaimana untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah representasi buatan disini digunakan karena jaringan syaraf tiruan ini diimplemintasikan menggunakan program komputer yang nantinya mampu memberikan penyelesaian terhadap sejumlah proses perhitungan setelah



melalui banyak proses pembelajaran [19]. JST memiliki kelebihan yaitu mampu dalam beradaptasi dan mampu belajar dari data *inputan* yang diberikan sehingga dapat memetakan hubungan antara *input* (Masukan) dan *output* (Keluaran). Disamping itu JST mampu memberikan prediksi hasil *output* berdasarkan data *input* yang telah dilatih sebelumnya [20].

Terdapat beberapa variasi algoritma dari metode jaringan syaraf tiruan, salah satu bentuk algoritma pembelajarannya adalah algoritma *backpropagation*. Proses pembelajaran algoritma ini dilakukan dengan cara menyesuaikan bobot berdasarkan *error* yang dihasilkan. Kemudian dilakukan *training* pada proses pelatihannya agar jaringannya dapat seimbang dalam mengenali banyak pola sehingga mampu untuk menghasilkan hasil keluaran yang optimal dari data masukanya [21].

JST data yang ada dibagi dua yaitu data latih (*Training*) dan data uji (*Testing*). Pembagian data yang umum digunakan adalah dengan metode *holdout*. Metode ini secara sederhana mengambil data latih secara acak dari data yang ada dan kemudian menyisihkan data sisanya untuk digunakan sebagai data uji. Setiap dataset harus dipilih secara *independen* (bebas). jumlah data latih yang dipakai biasanya berada antara setengah dan dua pertiga dari keseluruhan data [22]. Jaringan syaraf tiruan terdiri dari sejumlah satuan masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang terkoneksi, dan pada setiap koneksinya terdapat bobot (*weight*) tersendiri yang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan hasil prediksi sesuai yang diinginkan. Lapisan-lapisan pada jaringan syaraf tiruan adalah sebagai berikut [23].

1. *Input Layer* (Lapisan Masukan): merupakan lapisan yang menghubungkan sumber data ke jaringan pemrosesan. Dalam artian, setiap masukan akan merepresentasikan variabel-variabel bebas yang berpengaruh terhadap keluaran (*output*).
2. *Hidden Layer* (Lapisan Tersembunyi): merupakan lapisan perambat variabel-variabel input untuk mendapatkan hasil output yang lebih mendekati keinginan. Suatu jaringan syaraf tiruan *multi layer* dapat memiliki satu atau lebih *hidden layer*.
3. *Output Layer* (Lapisan Keluaran): merupakan hasil keluaran dari pemrosesan data jaringan syaraf tiruan. Keluaran yang didapatkan bergantung pada bobot, jumlah lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan fungsi aktivasi yang ditetapkan.

## 2.5.2 Karakteristik Jaringan Syaraf Tiruan

Karakteristik dari jaringan saraf tiruan antara lain [24]:

1. Memiliki kemampuan menghasilkan output terhadap pola yang belum pernah dipelajari.
2. Memiliki kemampuan untuk memproses input yang terdapat kesalahan didalamnya dengan tingkat toleransi tertentu.
3. Mampu beradaptasi dengan perubahan yang terjadi terhadap nilai-nilai input dan output. Bentuk adaptasi ini diwujudkan dalam perubahan nilai bobot.
4. Akurasi prediksi pada umumnya cukup tinggi.
5. Memerlukan waktu yang relatif lama dalam pembelajaran.

### 2.5.3 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Arsitektur JST sebenarnya didasarkan dengan bagaimana sistem syaraf manusia terhubung. Pada dasarnya, ada sekitar 100 milyar jumlah syaraf pada otak manusia. Jaringan syaraf didesain dengan mencari bentuk gaya perhitungan otak manusia. Hasilnya, JST cukup mempunyai kekuatan untuk menyelesaikan beberapa masalah yang sangat sulit apabila menggunakan metode-metode komputasi digital yang konvensional [25]. Sehingga jaringan syaraf mempunyai struktur yang beda atau unik yang dimana dibagi menjadi dua kelompok metode pelatihannya, yaitu:

#### 1. *Feed-Forward Neural Network (FFNN)*

Feed-Forward Neural Network (FFNN) adalah JST dimana hubungan antara sinyal informasinya bergerak hanya satu arah saja dalam mengasosiasikan input dengan output yang eksentif digunakan dalam pengenalan pola. FFNN merupakan model *neural network* yang sering digunakan diberbagai aplikasi. FFNN tidak menghasilkan umpan balik, yang artinya *output* dari setiap *layer* tidak berpengaruh terhadap layer yang sama [25]. Jaringan terdapat pada FFNN terbagi menjadi dua, yaitu:

##### a. *Single Layer Perceptron (SLP)*

*Single Layer Perceptron* merupakan jaringan yang berbasis FFNN paling sederhana untuk dilatih dari sebuah *neural network*. *Single Layer Perceptron* mempunyai beberapa unit *neuron* yang terhubung, didalamnya terdapat beberapa masukan dan keluaran. *Single Layer Perceptron* menghitung jumlah nilai dari

perkalian penimbang dan *input* dari parameter yang selanjutnya akan dibandingkan dengan nilai batas. Apabila nilai *output* melebihi dari nilai batas maka dari itu *output*nya yaitu 1, sebaliknya yaitu 0 [25]. berdasarkan matematis dituliskan seperti:

$$l = W_{ji} \times X_i \quad (2.1)$$

Dimana:

$l$  : Hasil *Single Layer Perceptrons*

$W_{ji}$  : Nilai penimbang dari unit  $j$  ke unit  $i$ .

$X_i$  : Input ke unit  $i$ .

Output=1 if  $output > \text{Nilai Batas/Thershold}$ .

Output=0 if  $output < \text{Nilai Batas/Thershold}$ .

*Training* terhadap *perceptron* dapat lakukan dengan mengubah nilai penimbang sehingga sesuai dengan kebutuhan yang dibandingkan dengan *output* dari jaringan dengan target ( $T_j$ ) dan prosesnya dituliskan seperti:

$$W_{baru\ j\ i} = W_{lama\ j\ i} + a(T_j - Output\ j)X_i \quad (2.2)$$

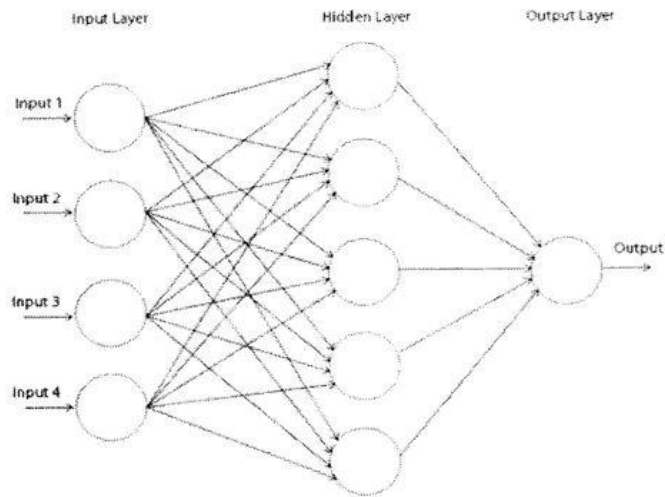
Dimana  $a = \text{Learning Rate}$  (0,1 – 0,9)

Proses ini dijalankan pada setiap *neuron* yang terdapat dsetiap *layer* hingga nilai penimbang tersebut sesuai yang sudah ditargetkan. Nilai awal penimbang yaitu bilangan kecil antara 0 hingga 1 yang dihidupkan secara acak [25].

b. *Multi Layer Perceptron* (MLP)

*Multi Layer Perceptron* mempunyai *layer* yang disebut *hidden* yang terdapat ditengah *layer input* dan *output*. *Hidden* ini memiliki sifat variable, yang bisa dipakai lebih dari satu *hidden layer*. MLP adalah generalisasi dari struktur *single Layer Perceptron* (SLP) dan bentuknya ditandai dengan grafik *layer* terarah [25].





Gambar 2.1 *Multi Layer Perceptrons* [25]

## 2. *Feed-Back Neural Network (FBNN)*

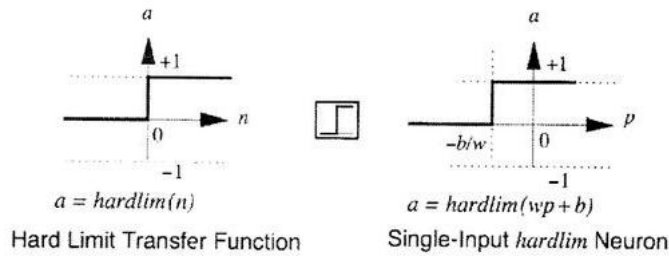
FBNN adalah JST yang mempunyai sinyal informasi yang dapat bergerak dari kedua arah di *layer* jaringannya. FBNN menjadi dinamis apabila mencapai titik ekuilibrium dan masih ada dititik itu, sehingga perubahan keseimbangan yang baru ditemukan. Arsitektur FBNN ini diarahkan menjadi interaktif dan berulang, walaupun istilah terakhir ini selalu dipakai untuk memperlihatkan terjadinya koneksi yang berulang pada organisasi *single layer* [25].

### 2.5.4 Fungsi Aktivasi

Suatu fungsi aktivasi dapat dipilih untuk memecahkan beberapa masalah yang spesifik, hingga dapat disimpulkan pada suatu *neuron* yang sedang memecahkan suatu masalah. Berikut ini adalah beberapa fungsi aktivasi yang selalu digunakan dalam JST:

#### 1 Fungsi Aktivasi *Hard Limit*

Fungsi aktivasi *hard limit* pada gambar 2.2 (kiri), menunjukkan *set output* dari *neuron* dinilai 0 jika argument pada fungsi kurang dari 0 atau 1. Jika argument melebihi atau tetap 0 maka fungsi ini akan menghasilkan suatu *neuron* yang mengklasifikasikan *input* menjadi dua kategori yang berbeda [25].

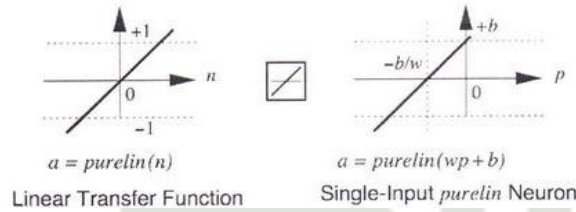


Gambar 2.2 *Hard Limit* [25]

Gambar 2.2 (kanan), memperlihatkan karakteristik *input* atau *output* dari *single-input neuron* yang memakai fungsi aktivasi *hard limit threshold*. disini dapat dilihat efek dari *weight* dan bias. Gambar diatas dapat dilihat bentuk dari fungsi aktivasi *hard limit* yang diperlihatkan diantara kedua gambar. Pada dasarnya bentuk tersebut yang dipakai untuk menggantikan diagram jaringan yang menunjukkan suatu fungsi aktivasi tertentu yang lagi digunakan.

2. Fungsi aktivasi *linear*

Fungsi aktivasi *linear*, digunakan pada fungsi transfer untuk menilai *ouput* sama terhadap nilai *input*. Bentuk fungsi transfer *linear* ini dapat ditunjukkan pada gambar 2.3.

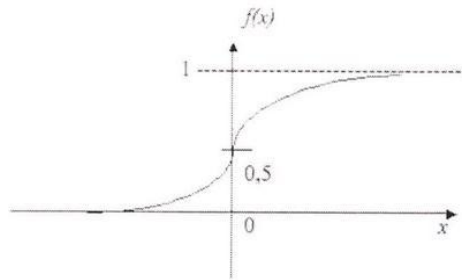


Gambar 2.3 Transfer *Linear* [25]

Pada gambar 2.3 (kiri) menunjukkan bahwa *output* sama terhadap *input*, lalu digambar 2.3 (kanan) memperlihatkan suatu karakteristik dari *single-input linear neuron* dengan bias [25].

3. Fungsi aktivasi *sigmoid*

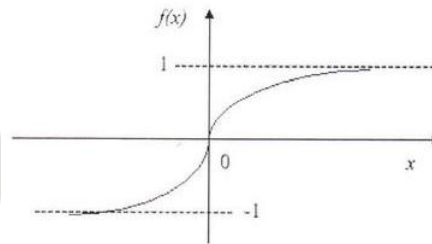
Fungsi aktivasi *sigmoid*, memiliki dua jenis fungsi *sigmoid* adalah fungsi *sigmoid biner* dan fungsi *sigmoid bipolar*. Fungsi *sigmoid biner* dtuliskan dengan rumus  $y = \frac{1}{1+e^{-f(x)}}$  (2.3) seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.4 yaitu:



Gambar 2.4 Sigmoid Biner [25]

Fungsi lainnya yaitu fungsi *sigmoid bipolar* yang bisa dituliskan dengan persamaan

$$y = \left( \frac{1 - e^{-f(x)}}{1 + e^{-f(x)}} \right) \quad (2.4).$$



Gambar 2.5 Sigmoid Bipolar [25]

Fungsi transfer *log-sigmoid* umumnya dipakai untuk *multilayer network* yang digunakan pada pelatihan algoritma *backpropagation*. Fungsi *sigmoid* yaitu fungsi yang sudah umum dipakai pada pelatihan JST sebab sudah dianggap paling mendekati dengan cara kerja sinyal pada otak.

### 2.5.5 Kelebihan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

beberapa kelebihan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation adalah [10]:

- a. Dapat diaplikasikan pada penyelesaian suatu masalah berkaitan dengan identifikasi, prediksi, prakiraan, pengenalan pola dan sebagainya.
- b. Kemampuannya untuk belajar (bersifat adaptif) dan kebal terhadap kesalahan (*Fault Tolerance*) sehingga dapat mewujudkan sistem yang tahan kerusakan (*robust*) dan bekerja secara konsisten.
- c. Melatih jaringan untuk mendapat keseimbangan selama proses pelatihan sehingga dapat memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa dengan



pola yang terpakai selama pelatihan.

## 2.6 Algoritma *Training* Jaringan Pada MATLAB

MATLAB menyediakan fitur *neural network* yang memudahkan penggunaannya dalam membangun suatu jaringan syaraf tiruan. Dalam membangun suatu jaringan syaraf tiruan, perlu dilakukan tahap pelatihan (*training*) [26]. Terhadap beberapa algoritma *training* jaringan yang terdapat pada MATLAB, antara lain [27]:

Tabel 2.1 Macam-macam Algoritma Pelatihan

Algoritma	Adaptation	Ket
<i>Gradient Descent</i> ( <i>traingd</i> )	$\Delta w_k = -\alpha_k \cdot g_k$	Bobot dan bias diperbarui ke arah gradien negatif dari fungsi kinerja
<i>Levenberg Marquardt</i> ( <i>trainlm</i> )	$\Delta w_k = -H'_k g_k$ $H' = J'J$ $g = J'e$	J adalah matriks Jacobian (turunan pertama) dan e adalah vektor kesalahan jaringan
<i>Quasi Newton</i> ( <i>trainbfg</i> )	$\Delta w_k = -H'_k g_k$	H adalah matriks Hessian (turunan kedua)
<i>Conjugate Gradient with Polak-Ribiere Restarts</i> ( <i>traingcp</i> )	$P_0 = -g_0$ $\Delta w_k = \alpha_k P_k$ $P_k = -g_k + \beta_k P_{k-1}$	Pembaruan dilakukan dengan menghitung produk dari perubahan sebelumnya dalam gradien dengan gradien saat ini dibagi dengan kuadrat dari gradien sebelumnya.
<i>Gradient Descent with Momentum &amp; Adaptive Learning Rate</i> ( <i>traingdx</i> )	$\Delta w_k = p \cdot \Delta w_{k-1} + \alpha \cdot p \cdot \frac{\Delta E_k}{\Delta w_k}$	Mengkombinasikan pembelajaran <i>adaptif learning rate</i> dengan penambahan momentum
<i>Conjugate Gradient with Beale-Powell</i>	$ g'_k - 1g_k  \geq 0.2 \ g_k\ ^2$	Pembaruan arah Pencarian diatur ulang ke negatif dari gradien hanya jika kondisi ini

<i>Restarts (traincgb)</i>	terpenuhi
----------------------------	-----------

1. *Trainlm (Levenberg-Marquardt)*

*Trainlm* adalah fungsi pelatihan jaringan yang memperbarui nilai bobot dan bias sesuai dengan pengoptimalan *Levenberg-Marquardt*. *Trainlm* biasanya merupakan algoritma *Backpropagation* tercepat di toolbox untuk melatih jaringan syaraf tiruan berukuran sedang, namun algoritma ini memerlukan banyak penyimpanan daripada algoritma lainnya [26].

2. *Trainbfg*

*Trainbfg* adalah metode perbaikan dari metode Newton yang berjalan lebih cepat namun sangat kompleks, sehingga memerlukan waktu dan memori yang cukup besar karena pada setiap iterasinya harus menghitung turunan ke dua.

3. *Traincgp (Polak-Ribere Conjugate Gradient)*

*Traincgp* adalah fungsi pelatihan jaringan yang memperbarui nilai bobot dan bias sesuai dengan konvergensi gradien *backpropagation* dengan update *Polak-Ribere*.

4. *Traincgb (Conjugate Gradient with Powell/Beale Restarts)*

*Traincgb* adalah fungsi pelatihan yang memperbarui nilai bobot dan bias sesuai dengan *backpropagation* gradien konjugasi dengan perulangan *Powell-Beale*.

5. *Traingdx (Variable Learning Rate Backpropagation)*

*Traingdx* adalah fungsi pelatihan jaringan yang memperbarui nilai bobot dan bias berdasarkan momentum penurunan gradien dan adaptive learning rate. Algoritma ini merupakan penggabungan antara algoritma gradient descent wih adaptive learning (*traingda*) dan algoritma gradient descent with momentum (*traingdm*).

6. *Traingd*

*Traingd* adalah fungsi pelatihan jaringan yang menghitung regulator masalah terbalik, yang secara langsung diterapkan pada ketentuan perbedaan, yang mengukur perbedaan antara evaluasi operator dan data ke versi regular yang melakukan penggabungan sesuai ketentuannya.

2.7 Learning Pada Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Proses pembelajaran sebuah objek yang sifatnya kontinuitas selalu direspon secara berbeda pada setiap proses pembelajaran itu. Tujuan dari pembelajaran ini yaitu untuk mengurangi tingkat *error* sekecil mungkin dalam pengenalan sebuah objek. Jaringan syaraf mempunyai dua jenis model pembelajaran yaitu *supervised learning* dan *unsupervised learning*.

### 2.6.1 Supervised

*Supervised* merupakan sistem pembelajaran pada *neural network* yang terawasi, apabila *output* yang diinginkan sudah diketahui terlebih dahulu. Pengetahuan yang bakal diberikan kesistem pertama diberikan suatu bentuk acuan untuk memetakan suatu *input* menjadi *output* yang ditargetkan. Proses ini bakal terus dilakukan hingga kondisi *error* atau kondisi yang ditargetkan belum tercapai. Namun ada juga setiap perolehan error akan dikalkulasikan untuk setiap pemrosesan sehingga data atau nilai yang ditargetkan sudah tercapai [25].

### 2.6.2 Unsupervised

*Unsupervised* merupakan metode pembelajaran tidak terawasi, membutuhkan sebuah target *output*. Pada sistem tidak memerlukan adanya sebuah acuan awal, supaya mendapatkan nilai yang ingin dicapai. Pada sistem ini hasil yang diinginkan selama proses pembelajaran tidak dapat ditentukan. Tujuan pembelajaran *unsupervised* yaitu menggumpulkan unit-unit yang mirip pada rea tertentu.

## 2.8 Normalisasi dan Denormalisasi

Metode normalisasi adalah metode yang digunakan untuk mengatur susunan data ke dalam range 0 dan 1. Sedangkan denormalisasi merupakan proses untuk mengembalikan data yang telah dinormalisasi kedalam bentuk semula dengan menggunakan nilai hasil pelatihan dan pengujian. Fungsi aktivasi *sigmoid biner* akan digunakan dalam penelitian ini, maka nilai yang akan digunakan pada JST harus memiliki nilai antara 0 hingga 1 [28]. Normalisasi digunakan sebagai teknik untuk mengorganisasikan data yang dimasukan kedalam tabel-tabel, agar kebutuhan dari suatu organisasi terpenuhi. berikut rumus yang digunakan untuk melakukan normalisasi menurut hidayat [29]:

$$x_n = \frac{0.8 * (x_0 - x_{0min})}{x_{0max} - x_{0min}} + 0.1 \dots \dots \dots (2.5)$$



Selanjutnya untuk mengembalikan nilai data awal maka dilakukanlah denormalisasi. Denormalisasi yaitu proses mengembalikan data kedalam bentuk seperti semula sebelum dilakukannya normalisasi. berikut rumus dari denormalisasi yang bisa digunakan menurut hidayat [29]:

$$x_d = \frac{((x_p - 0.1)(x_{0max} - x_{0min}))}{0.8} + x_{0min} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan Rumus:

- $x_n$  : Nilai data yang akan dinormalisasikan
- $x_0$  : Nilai data asli
- $x_p$  : Nilai hasil keluaran prediksi
- $x_{0min}, x_{0max}$  : Nilai *max* dan *min* data asli

**2.9 Mean Square Error (MSE)**

*Artificial neural network backpropagation* dilatih menggunakan metode terawasi atau *supervised*. Dalam metode ini *network* diberi beberapa pasangan pola yang terdiri dari pola *input* dan pola lain yang dibutuhkan. *Training* dilakukan berulang-ulang hingga menghasilkan jaringan yang memberikan tanggapan benar terhadap semua *inputnya*.

Perhitungan *error* adalah pengukuran bagaimana jaringan dapat belajar dengan baik, apabila dibandingkan dengan pola yang baru akan dengan mudah dikenali. *Error* pada *output* jaringan yaitu selisih antara *current output* (keluaran sebenarnya) dan *output* yang diinginkan (*desired output*) atau target [30].

Selisih yang dihasilkan antara keduanya biasanya dipilih dengan cara dihitung memakai persamaan :

- a. *Sum Square Error* (SSE)

$$SSE = \sum_p \sum_j (T_{jp} - Y_{jp})^2 \quad (2.7)$$

- b. *Mean Square Error* (MSE)

$$MSE = \frac{SSE}{n_p \cdot n_j} \quad (2.8)$$

c. *Root Mean Square Error* (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (2.9)$$

Dengan:

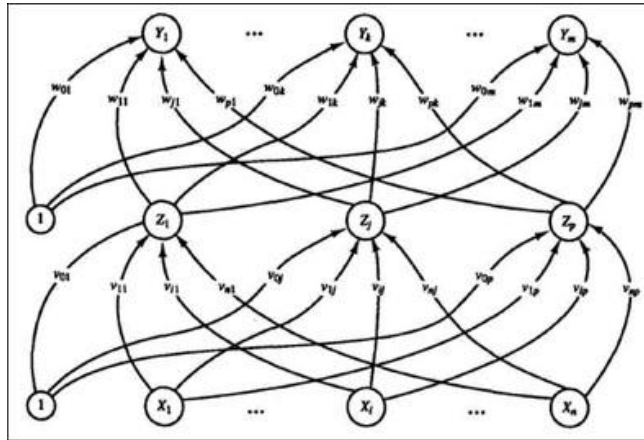
- $T_{jp}$  = nilai keluaran yang diinginkan atau target jaringan syaraf
- $Y_{jp}$  = nilai keluaran jaringan syaraf
- $n_p$  = jumlah seluruh pola
- $n_j$  = jumlah keluaran

## 2.10 Backpropagation

*Backpropagation* ialah metode pembelajaran jaringan syaraf tiruan yang sering dipakai. *Backpropagation* bekerja melalui proses secara *iterative* dengan memakai beberapa contoh data (*data training*), dibandingkan dengan nilai prediksi dari jaringan disetiap contoh data. Pada setiap proses, bobot relasi pada jaringan dirubah untuk meminimalkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) yaitu antara nilai prediksi dari jaringan dengan nilai sebenarnya. Modifikasi relasi *neural network* tersebut digunakan dalam arah mundur, dari *output layer* sampai *layer* pertama dari *hidden layer* oleh karena itu metode ini disebut *backpropagation* [31].

Langkah pembelajaran dalam metode *backpropagation* adalah sebagai berikut:

1. Inialisasi bobot jaringan secara acak (biasanya antara -1.0 hingga 1.0).
2. Pada setiap contoh data (*data training*), hitung *output* berdasarkan bobot jaringan saat tersebut
3. Kemudian lakukan proses penghitungan nilai *error* untuk setiap *output* dan *hidden neuron* pada jaringan. Bobot relasi jaringan dirubah.
4. Lalu dilakukan pengulangan pada langkah ke 2 sampai kondisi yang diinginkan tercapai.



Gambar 2.6 Backpropagation Dengan Satu Hidden Layer [31]

## 2.9 Perangkat Lunak Perencanaan Energi

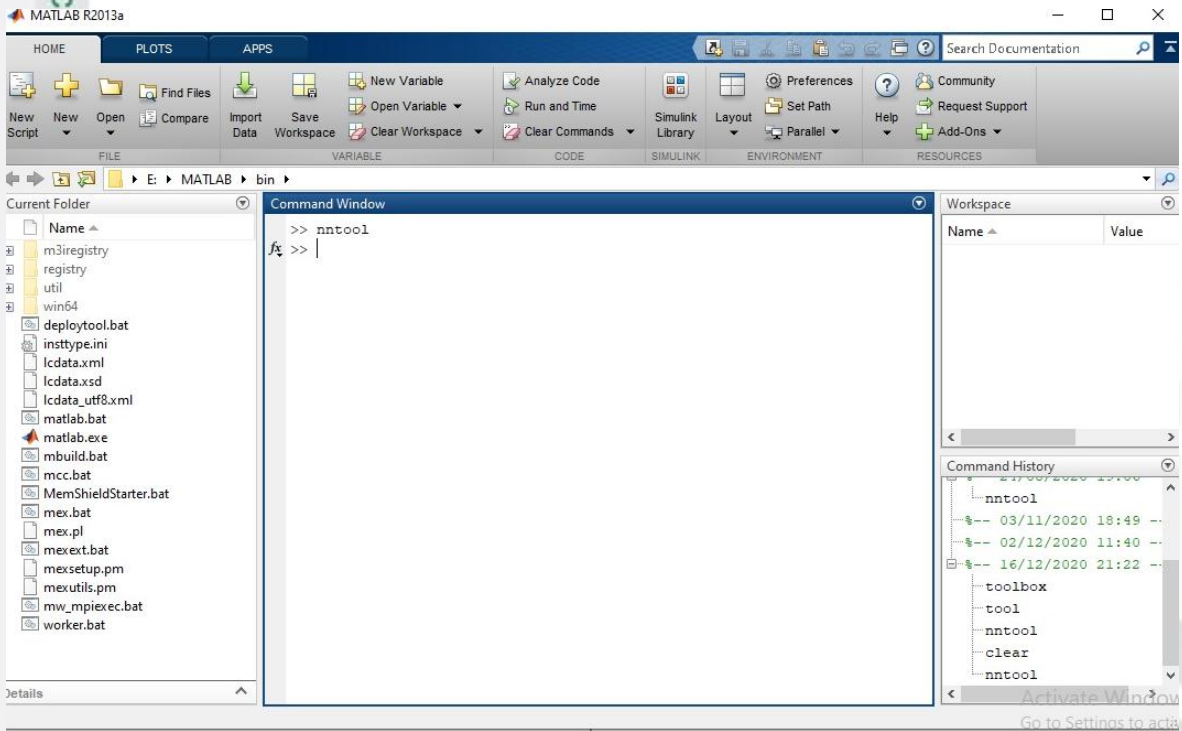
### A. MATLAB R2013a

MATLAB merupakan singkatan dari *Matirix Laboratory*, merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh *The Mathwork Inc.* yang hadir dengan fungsi dan karakteristik yang berbeda dengan bahasa pemrograman lain yang sudah ada lebih dulu seperti *Basic*, *Delphy* dan *C++*. Awalnya matlab dibuat untuk memberi kemudahan akses data matrik pada proyek *LINPACK* dan *EISPACK*.

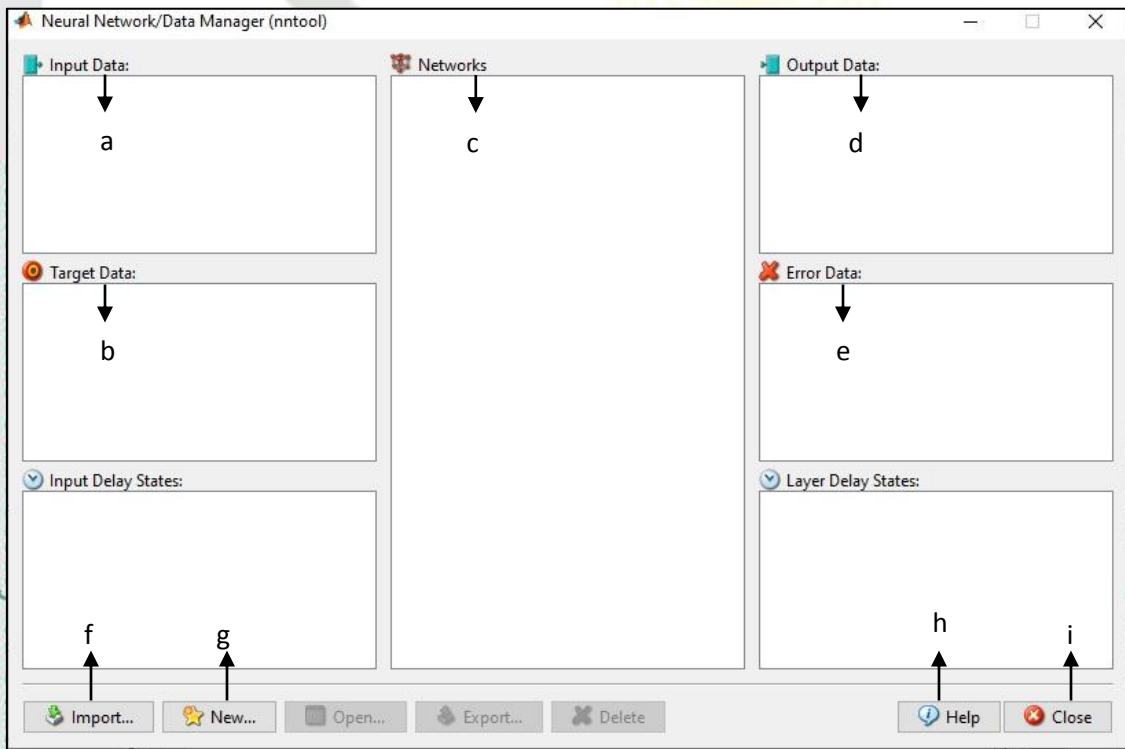
Matlab awalnya hanya digunakan untuk keperluan analisis numerik, aljabar linier, dan matriks. Akan tetapi, saat ini kemampuan dan fitur yang dimiliki oleh Matlab sudah jauh lebih lengkap dengan ditambahkan beragam *toolbox*. Beberapa manfaat yang didapatkan dari Matlab antara lain sebagai perhitungana n matematika, komputasi numerik, simulasi dan pemodelan, visualisasi dan analisis data, pembuatan grafik untuk keperluan sains dan teknik, dan pengembangan aplikasi berbasis *General user Interface*

Dalam penelitian ini *toolbox* yang digunakan adalah *toolbox Neural Network*. Salah satu fungsi dari *toolbox neural network* adalah melakukan prediksi. Cara untuk mengaktifkan *toolbox neural network* bisa secara langsung dengan mengetik ***nntool*** pada *command window* seperti gambar 2.7, dan akan muncul *window* seperti 2.8.





Gambar 2.7 Tampilan awal MATLAB dan *Command Window*



Gambar 2.8 *nntool* atau *Toolbox Neural Network*

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.

Keterangan:

- a. *Input data*, berisi data *input* yang akan digunakan untuk pelatihan atau pengujian jaringan.
- b. *Target data*, berisi data target yang akan digunakan untuk pelatihan atau pengujian jaringan.
- c. *Network*, berisi jaringan yang akan dilakukan proses prediksi.
- d. *Output data*, berisi data keluaran dari proses pelatihan dan pengujian untuk hasil prediksi
- e. *Error data*, berisi tingkat kesalahan pada saat melakukan proses pelatihan.
- f. *Import*, berfungsi untuk memanggil data yang akan dijadikan data *input* dan target.
- g. *New*, berfungsi sebagai pembuat jaringan pembelajaran dan prediksi baru.
- h. *Help*, berfungsi sebagai pemanggil bantuan petunjuk jika menemui kesulitan saat melakukan prediksi.
- i. *Close*, berfungsi untuk menutup *toolbox*.

B. ENPEP (*The Energy and Power Evaluation Program*)

ENPEP adalah suatu alat analisis energi, lingkungan, dan ekonomi yang memiliki 10 set modul. ENPEP dikembangkan oleh *Argonne National Laboratory* Amerika Serikat dengan dukungan dari *US Department of Energy*. Beberapa modul ENPEP dikembangkan oleh Badan Energi Atom Internasional (IAEA). ENPEP dapat digunakan untuk mengevaluasi seluruh sistem energi (penawaran dan sisi permintaan), melakukan analisis rinci dari sistem tenaga listrik, dan mengevaluasi dampak lingkungan dari strategi energi yang berbeda. Setiap modul memiliki keterkaitan otomatis dengan modul ENPEP lain serta kemampuan berdiri sendiri.

C. LEAP (*Long-range Energy Alternative Planning System*)

LEAP adalah perangkat yang sangat komprehensif dalam merencanakan energi. Banyak variabel yang biasa menjadi input variabel seperti pendapatan (PDRB), populasi, teknologi, hingga proyeksi permintaan.

D. SUPER

SUPER adalah model yang berguna untuk studi perencanaan koneksi energi dalam kurun waktu beberapa tahun. Parameter yang menggunakan seperti *hydro-risk fitur reservoir*,

pertumbuhan permintaan, karakteristik parameter perjam, konservasi energi dan program pengelolaan beban, biaya bahan bakar, periode pelaksanaan proyek, imterkoneksi, dll.

E. *Simple E/SEEx (Simple Econometric Simulation System, Expanded* atau *Simple E)*

*Simple E/SEEx (Simple Econometric Simulation System, Expanded* atau *Simple E. Expanded)* adalah sebuah sistem simulasi terpadu diperluas dari alat simulasi ekonometrik. Ini membantu pemodelan simulasi untuk berkonsentrasi pada persiapan penyusunan spesifikasi data dan model data. *Simple E/SEEx* menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.

#### 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 masa

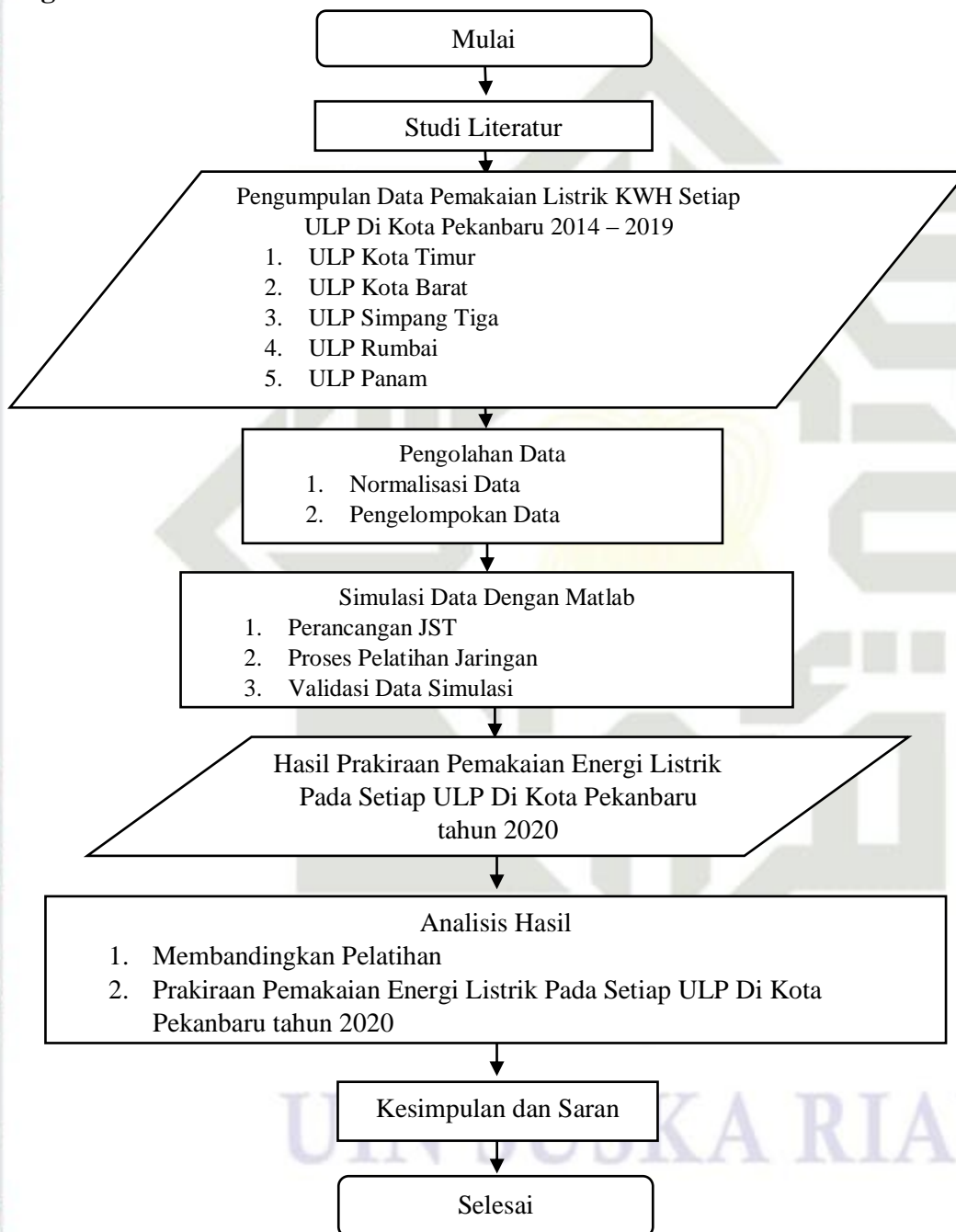
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

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



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Proses prakiraan pemakaian energi listrik dimulai dengan tahap studi literatur yang berkaitan dengan penelitian kemudian dilanjutkan ke prosedur prakiraan. Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data yang dibutuhkan dari instansi-intansi terkait. Setelah semua data terkumpul selanjutnya melakukan perhitungan-perhitungan sederhana dan mengolah data tersebut dengan melakukan simulasi melalui software MATLAB. Jika semua tahap berjalan dengan lancar atau sesuai dengan yang diharapkan maka selanjutnya analisis dan disusun dalam pembuatan laporan prakiraan.

### 3.2 Studi Literatur

Mengumpulkan beberapa penelitian yang dibutuhkan untuk menjadi referensi pada penelitian, seperti jurnal dan buku. Pada setiap penelitian yang berhubungan akan dianalisis teori yang dipakai, serta metode yang digunakan. Pada buku akan di dapat teori yang mendukung dalam penelitian ini.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan prakiraan. Prosedur prakiraan tersebut antara lain:

#### 1. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang akan di angkat pada penelitian ini adalah pemakaian energi listrik di Kota Pekanbaru meningkat akibat pertumbuhan jumlah penduduk yang menyebabkan tingginya pemakaian energi listrik. Sehingga energi listrik terus mengalami peningkatan.

#### 2. Membuat Tujuan

Target yang akan dicapai dalam penelitian berdasarkan identifikasi masalah yang ada. Tujuan yang ingin dicapai adalah mengetahui pemakaian energi listrik di Kota Pekanbaru untuk 12 bulan atau 1 tahun yang akan datang. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai rekomendasi bagi PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Pekanbaru selaku perusahaan penyedia energi listrik di Kota Pekanbaru dalam pemenuhan beban di masa yang akan datang.

### 3. Penetapan Judul

Judul adalah dasar berpikir pada sebuah penelitian yang akan menggambarkan secara garis besar penelitian. Dalam permasalahan dan tujuan yang ada maka penulis menetapkan judul “Analisis Prakiraan Pemakaian Energi Listrik Jangka Menengah Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Studi Kasus: Kota Pekanbaru)”.

### 3.4 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bulanan (*time series*), merupakan data pemakaian KWH 5 ULP di Kota Pekanbaru dari tahun 2014 – 2019, 5 ULP tersebut yaitu ULP Kota Timur, ULP Kota Barat, ULP Simpang Tiga, ULP Rumbai, dan ULP Panam. Terdapat beberapa parameter untuk dilakukan prakiraan dan analisis. jenis data yang dipilih untuk penelitian adalah data pemakaian listrik bulanan pada setiap ULP di Kota Pekanbaru dari bulan Januari 2014 sampai Desember 2019.

Tabel 3.1 Data Pemakaian ULP Kota Timur perbulan selama 6 tahun (2014-2019)

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2014	29.457.833	57.726.886	89.105.696	121.317.756	154.727.415	186.545.875	219.449.364	250.978.111	282.895.545	316.589.111	348.909.714	379.901.848
2015	31.486.247	60.877.445	94.163.991	126.833.396	160.912.135	193.849.215	228.481.440	261.754.814	294.086.495	326.703.035	360.157.420	404.019.606
2016	35.918.514	69.369.088	109.560.262	149.597.432	190.141.820	229.737.429	266.704.633	306.151.583	345.650.675	386.867.828	425.480.022	461.435.920
2017	34.441.780	65.403.211	99.894.248	134.195.556	169.587.070	203.546.038	238.261.644	273.522.848	307.564.309	349.546.134	383.580.962	419.068.632
2018	33.799.167	66.666.155	103.128.459	139.482.877	177.566.420	212.142.669	249.080.406	286.528.751	323.021.358	360.279.492	396.010.499	432.612.476
2019	35.205.889	68.050.802	105.569.722	140.856.906	178.152.978	211.275.556	247.721.748	284.398.953	319.913.189	360.564.786	394.822.101	429.548.761

Tabel 3.2 Data Pemakaian ULP Kota Barat perbulan selama 6 tahun (2014-2019)

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2014	34.293.503	66.750.087	103.075.311	139.575.104	177.054.676	213.365.353	250.640.109	286.718.085	322.871.679	360.974.595	398.533.008	433.827.594
2015	35.595.426	68.589.351	105.241.920	142.547.723	180.537.710	217.937.097	256.010.723	293.925.352	330.446.458	366.776.935	402.828.669	440.541.550
2016	37.388.086	72.479.932	111.161.597	150.304.580	190.209.816	229.363.997	267.191.586	307.416.102	346.226.218	386.055.868	423.780.017	463.515.983
2017	38.500.466	73.039.950	111.334.327	149.327.442	188.885.359	227.188.006	266.439.900	306.407.839	344.563.454	384.978.150	423.260.355	463.517.638
2018	38.511.950	75.809.764	117.104.801	157.759.563	200.313.559	238.803.211	280.481.706	323.060.521	363.733.838	405.769.443	445.875.510	486.838.242
2019	39.264.575	75.687.541	117.009.801	155.988.792	197.451.267	234.917.524	275.900.004	317.283.944	356.912.334	395.996.802	434.501.494	473.997.767

Tabel 3.3 Data Pemakaian ULP Simpang Tiga perbulan selama 6 tahun (2014-2019)

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2014	21.749.189	43.147.899	66.580.355	89.800.953	114.184.012	138.455.299	162.151.772	185.516.089	209.493.274	234.456.051	258.737.671	284.121.611
2015	23.481.353	45.988.422	71.058.928	95.917.317	121.366.676	146.757.807	171.699.208	197.068.028	222.190.260	247.476.880	272.299.182	298.608.186
2016	25.611.684	50.217.551	77.164.795	103.586.122	131.097.701	158.111.689	184.290.619	212.114.965	239.339.704	267.301.397	294.782.496	323.612.554
2017	28.639.693	54.913.244	84.219.862	113.188.155	143.723.253	172.539.647	204.024.803	237.719.233	271.064.001	305.563.161	338.771.562	372.960.519
2018	33.765.748	66.970.700	102.731.359	140.933.427	181.026.551	216.668.366	257.024.790	295.573.942	335.951.818	369.436.599	403.612.858	435.611.334
2019	29.403.802	57.560.835	89.895.336	119.849.505	152.289.161	180.269.165	213.484.907	248.595.338	283.412.881	316.581.813	350.012.701	383.440.648



Tabel 3.4 Data Pemakaian ULP Rumbai perbulan selama 6 tahun (2014-2019)

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2014	10.299.032	20.400.667	31.179.195	42.112.474	52.944.841	64.193.669	75.613.018	86.503.545	97.674.275	109.474.484	120.622.866	131.509.991
2015	11.004.217	21.368.207	32.728.235	44.058.504	55.705.074	67.352.326	78.948.748	90.623.917	102.068.161	113.360.906	124.674.042	136.408.228
2016	11.676.134	22.578.157	34.753.037	46.554.785	58.478.563	70.827.501	82.594.092	94.932.416	106.901.400	119.253.257	130.983.543	143.032.319
2017	11.814.474	22.614.506	46.299.377	46.299.377	58.474.568	70.245.489	82.372.143	94.488.107	106.369.723	118.700.428	130.518.066	142.775.608
2018	11.653.647	23.131.411	35.839.101	48.244.936	61.109.742	73.019.006	85.727.532	98.281.633	110.591.489	123.156.036	135.356.191	148.022.374
2019	12.578.583	25.262.097	40.236.898	52.960.727	67.040.476	77.975.007	91.832.247	105.364.212	118.718.603	129.719.080	141.759.205	153.255.737

Tabel 3.5 Data Pemakaian ULP Panam perbulan selama 6 tahun (2014-2019)

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2014	23.167.747	45.553.477	70.666.919	95.949.776	123.377.914	150.252.828	176.423.874	201.963.301	228.637.026	256.493.432	283.062.525	310.233.222
2015	26.078.963	49.947.720	77.162.095	104.525.662	133.160.649	161.306.848	189.145.387	217.705.951	245.933.799	274.331.328	302.925.119	332.636.069
2016	29.401.422	56.992.369	87.884.124	118.908.964	150.788.303	182.284.203	212.103.980	244.112.770	275.433.020	308.680.043	339.867.715	372.855.545
2017	31.993.154	60.403.214	92.426.240	124.378.864	158.044.129	189.791.253	221.436.804	254.090.038	286.274.360	320.771.025	353.362.341	386.920.308
2018	32.708.033	64.657.836	100.530.968	136.159.926	173.879.645	207.275.328	243.421.640	280.396.752	316.617.858	346.021.511	373.737.793	402.266.329
2019	32.757.263	63.050.805	98.101.714	131.040.214	166.610.037	197.520.771	230.896.908	264.966.143	298.623.240	331.789.677	364.603.480	397.400.437

### 3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data sebelum melakukan simulasi menggunakan MATLAB adalah melakukan normalisasi data dan pengelompokan data.

#### 3.5.1 Normalisasi Data

Sebelum melakukan simulasi menggunakan MATLAB adalah dilakukan proses normalisasi bertujuan untuk melakukan transformasi data menjadi bentuk dalam range 0 dan 1, dan dapat mempermudah proses *learning*. Persamaan yang digunakan untuk proses normalisasi di persamaan 2.5.

#### 3.5.2 Pengelompokan Data

Pengelompokan data seperti data pemakaian yang digunakan dari data bulanan mulai bulan januari 2014 - bulan desember 2019. Data yang digunakan 90 % untuk data latih dan selebihnya 10 % untuk data uji. Data input latih yang digunakan untuk pelatihan adalah data bulan januari 2014 - bulan desember 2018. Data target yang digunakan adalah data bulan januari 2019 - bulan desember 2019, yang dimaksud data latih dan data target adalah untuk melatih algoritma pelatihan. Data untuk pengujian menggunakan data dari bulan januari 2015 - bulan desember 2019, yang dimaksud data untuk pengujian atau data uji adalah untuk mengetahui performa algoritma yang sudah dilatih sebelumnya, data pada tabel 4.16 – 4.30.

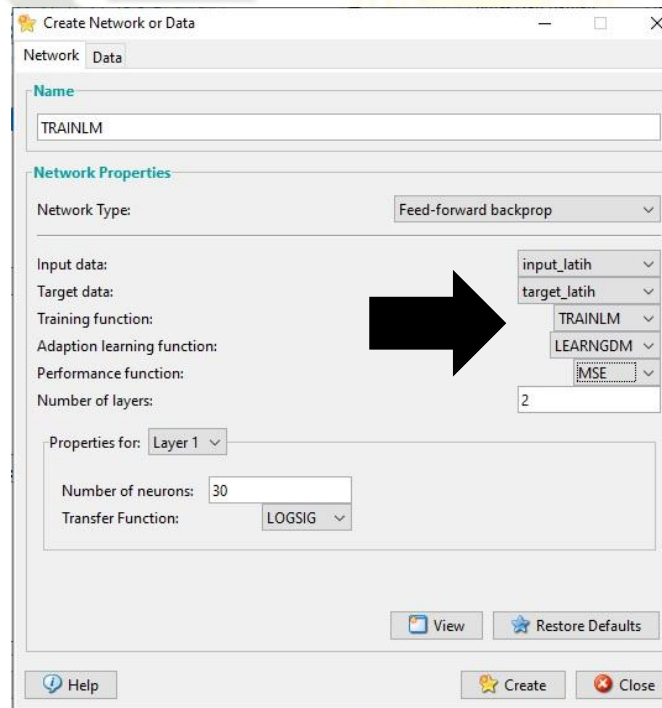
### 3.6 Melakukan Simulasi Dengan Menggunakan MATLAB

Didalam simulasi data yang dimasukan yang sudah dinormalisasi diantaranya Data *input* latih yang digunakan untuk pelatihan merupakan data bulan januari 2014 - bulan desember 2018. Data target yang digunakan adalah data bulan januari 2019 - bulan desember 2019. Data untuk pengujian menggunakan data dari bulan januari 2015 - bulan desember 2019 data siap untuk dimasukkan ke dalam simulasi, data pada tabel 4.16 – 4.30.

#### 3.6.1 Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan

##### 1. Menentukan Fungsi Pelatihan

Pada pelatihan ini, simulasi menggunakan beberapa fungsi pelatihan (*training functions*). *Training functions* yang akan digunakan adalah *Gradient Descent* (traingd), *Levenberg-Marquardt* (trainlm), *Quasi Newton* (trainbfg), *Conjugate Gradient with Polak-Ribiere Restarts* (traincgp), *Gradient Descent with Momentum & Adaptive LR* (traingdx), dan *Conjugate Gradient with Beale-Powell Restarts* (traincgb). Fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi aktivasi *sigmoid biner/logistic* pada *layer input* dan *layer output*.

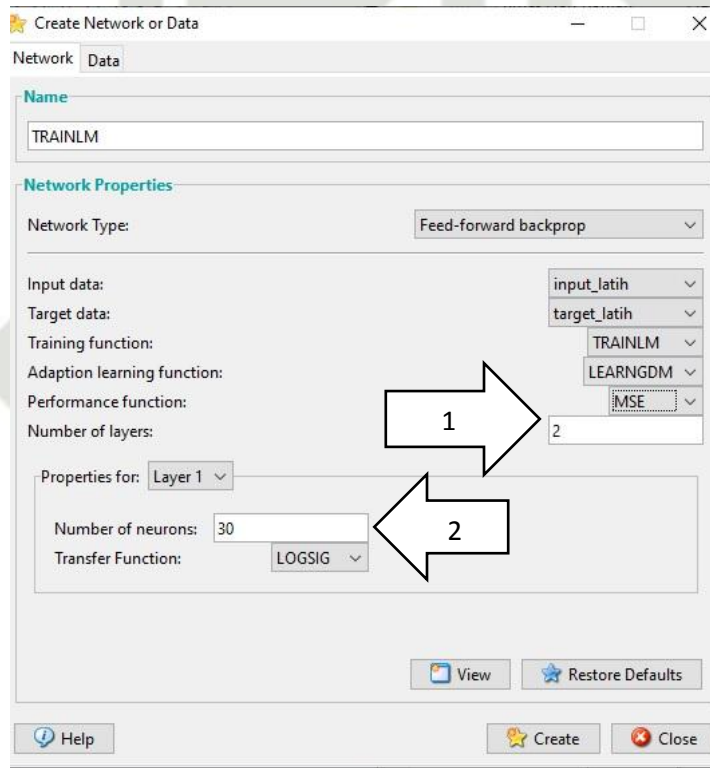


Gambar 3.2 Memilih Pelatihan (Trainlm)

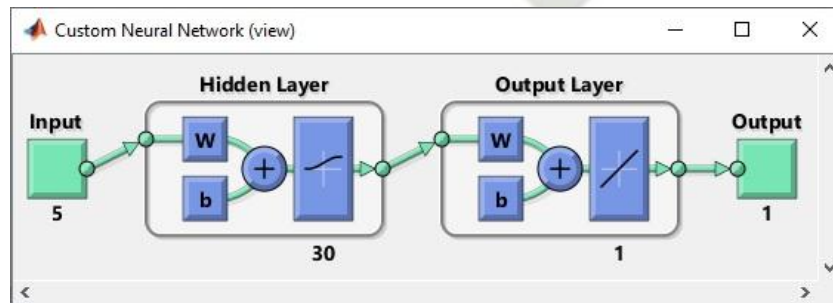
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2. Merancang Arsitektur Jaringan Syaraf

Sebelum melakukan simulasi, tahapan yang harus dilakukan yaitu merancang arsitektur jaringan syaraf, arsitektur jaringan syaraf pada dasarnya terdiri dari lapisan *input layer* (masukan), *hidden layer* (lapisan tersembunyi), dan *output layer* (lapisan keluaran). Setiap *layer* mempunyai *neuron* yang berbeda-beda. *Input layer* yaitu *layer* yang terdiri dari *neuron* yang akan menerima sinyal dari luar dan selanjutnya akan diteruskan ke *neuron-neuron* yang lain dalam jaringan.



Gambar 3.3 Merancang Jaringan Syaraf (1) Layer, (2) Neuron



Gambar 3.4 Susunan Jaringan Syaraf

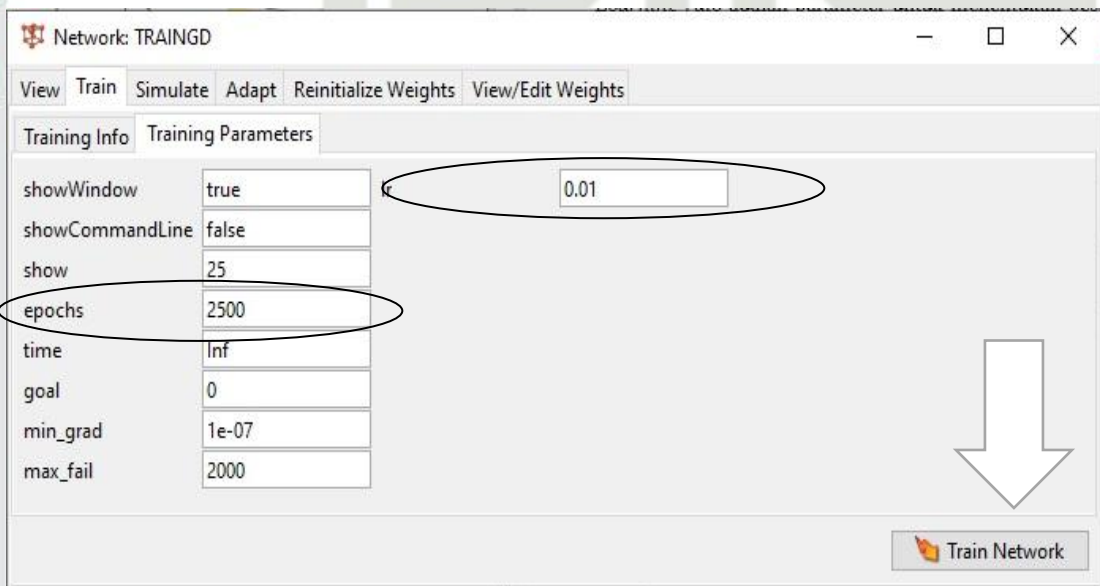
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang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

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



### 3. Menentukan Parameter

Parameter *training* yang dipakai untuk proses *training* yaitu parameter *epoch*, *learning rate*, dan *goal performance*. *Epoch* adalah bentuk pemberhentian selama proses *training*. Proses *training* akan berhenti jika *epoch* melampaui nilai maksimum *epoch* yang sudah ditetapkan. *Learning rate* adalah parameter untuk menentukan besarnya langkah perubahan bobot setiap proses *training*. *Goal performance* adalah target nilai fungsi kerja pada proses *training* dengan acuan nilai *Mean Square Error (MSE)*.

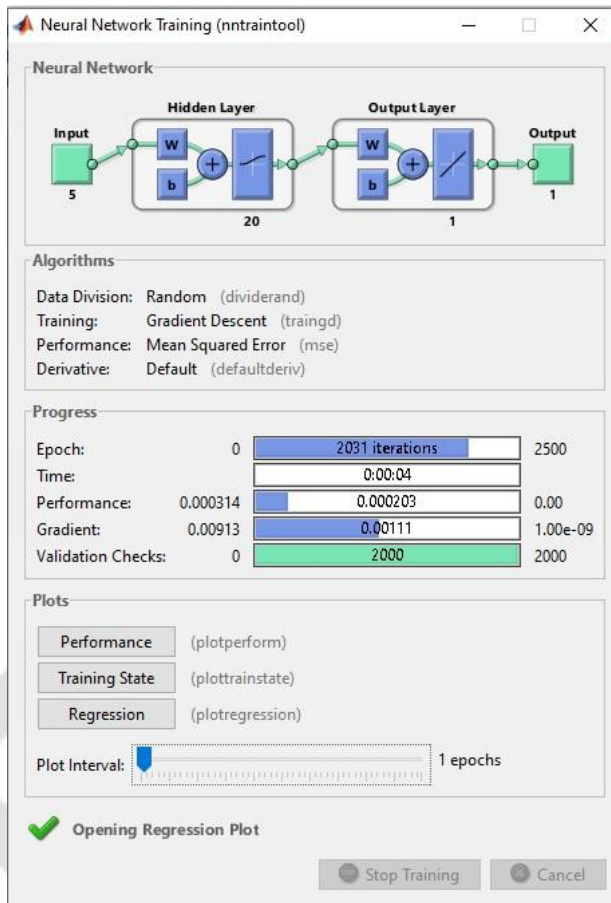


Gambar 3.5 Parameters Pelatihan

### 3.6.2 Proses Pelatihan Jaringan

Proses *training* data/*Train Network* yang dikerjakan berdasarkan arsitektur dan parameter yang sudah ditentukan. Proses *training* akan berhenti jika fungsi kerja kurang dari atau sama dengan nilai kinerja tujuan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



Gambar 3.6 Proses *Train Network* Selesai

### 3.6.3 Validasi Data Simulasi

Sesudah melakukan simulasi dari beberapa arsitektur dan parameter yang sudah ditetapkan, lalu hasil dari simulasi akan dibandingkan dengan data target latih, perbandingan ini dilakukan gunanya untuk melihat sejauh mana tingkat kinerja pada arsitektur optimal dan proses *training*, seperti pada tabel 3.6 dan tabel 3.7. Setelah melakukan perbandingan, kemudian memilih jaringan yang optimal dipilih dengan berdasarkan analisa terhadap perbandingan hasil simulasi dengan data target dan tingkat *error* yang dihasilkan lebih kecil dari masing-masing jaringan terhadap proses *training*.

Tabel 3.6 Data Target normalisasi ULP Kota Timur

0,11064509	0,171472086	0,240955092	0,306305044	0,375375348	0,436716566	0,504212938	0,572137134	0,637907574	0,713192128	0,776634819	0,84094671
------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------

Tabel 3.7 Data Hasil Pelatihan Trainlm ULP Kota Timur

0,11178	0,15868	0,24125	0,30849	0,37392	0,43751	0,50758	0,56841	0,63651	0,71617	0,77571	0,8496
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------

### 3.7 Analisis Hasil

#### 3.7.1 Membandingkan Pelatihan

Setelah melakukan pelatihan jaringan pada simulasi di MATLAB, dari hasil simulasi didapatkan hasil pelatihan yang terbaik untuk melakukan prakiraan. Ini dibuktikan dari *Mean Square Error* (MSE) yang dihasilkan dari perbandingan keluaran Jaringan Syaraf Tiruan dengan target atau data asli, sehingga didapatkan hasil algoritma yang terbaik.

#### 3.7.2 Prakiraan Pemakaian Energi Listrik Pada Setiap ULP Di Kota Pekanbaru tahun 2020

Setelah dipilih algoritma pelatihan yang terbaik, maka dilakukan pengujian untuk mendapatkan hasil prakiraan pemakaian energi listrik setiap ULP Di Kota pekanbaru untuk tahun 2020. Lalu menganalisis hasil prakiraan tingkat pemakaian energi listrik dan menganalisis dampak yang menyebabkan kenaikan pemakaian listrik disetiap ULP di Kota Pekanbaru.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan prakiraan pemakaian energi listrik di Kota Pekanbaru setiap ULP pada tahun 2020 (dalam waktu bulanan) dengan berdasarkan tujuan penelitian yaitu membandingkan pelatihan algoritma mana yang mendekati data real dan menghasilkan prakiraan pemakaian energi listrik pada 5 ULP di Kota Pekanbaru yaitu ULP Kota Timur, ULP Kota Barat, ULP Simpang Tiga, ULP Rumbai, dan ULP Panam, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode Jaringan Syarat Tiruan (JST) sangat baik untuk melakukan prakiraan.
2. Dari hasil simulasi pelatihan menghasilkan pelatihan yang terbaik setiap Unit Layanan Pelanggan (ULP) di Kota Pekanbaru, dengan rincian sebagai berikut:
  - a. Hasil simulasi pelatihan untuk ULP Kota Timur terbukti salah satu arsitektur jaringan yang terbaik yaitu algoritma *Gradient Descent with Momentum & Adaptive LR* (trainidx) dengan 5 input, 1 *hidden layer* dengan 40 unit *neuron*, dan 1 *neuron output layer* (5-40-1) dengan MSE = 0,00007184.
  - b. Hasil simulasi pelatihan untuk ULP Kota Barat terbukti salah satu arsitektur jaringan yang terbaik yaitu algoritma *Conjugate Gradient with Polak-Ribiere Restarts* (traincgp) dengan 5 input, 1 *hidden layer* dengan 20 unit *neuron*, dan 1 *neuron output layer* (5-20-1) dengan MSE = 0,000071728.
  - c. Hasil simulasi pelatihan untuk ULP Simpang Tiga terbukti salah satu arsitektur jaringan yang terbaik yaitu algoritma *Conjugate Gradient with Beale-Powell Restarts* (traincgb) dengan 5 input, 1 *hidden layer* dengan 20 unit *neuron*, dan 1 *neuron output layer* (5-20-1) dengan MSE = 0,000084403.
  - d. Hasil simulasi pelatihan untuk ULP Rumbai terbukti salah satu arsitektur jaringan yang terbaik yaitu algoritma *Conjugate Gradient with Polak-*

*Ribiere Restarts* (traincgp) dengan 5 input, 1 *hidden layer* dengan 20 unit *neuron*, dan 1 *neuron output layer* (5-20-1) dengan MSE = 0,000441296.

- e. Hasil simulasi pelatihan untuk ULP Panam terbukti salah satu arsitektur jaringan yang terbaik yaitu *Quasi Newton* (trainbfg) dengan 5 input, 1 *hidden layer* dengan 20 unit *neuron*, dan 1 *neuron output layer* (5-20-1) dengan MSE = 0,25933.

3. Hasil prakiraan pemakaian energi listrik selama 12 bulan pada tahun 2020 disetiap Unit Layanan Pelanggan (ULP) di Kota Pekanbaru, sebagai berikut:

- a. Hasil prakiraan pemakaian energi listrik untuk ULP Kota Timur selama 12 bulan untuk tahun 2020 sebesar 41.261.634 KWH, 80.593.239 KWH, 160.773.772 KWH, 234.998.407 KWH, 298.261.597 KWH, 341.351.412 KWH, 372.394.437 KWH, 413.545.749 KWH, 458.649.661 KWH, 503.256.799 KWH, 575.046.157 KWH, 661.981.747 KWH.
- b. Hasil prakiraan pemakaian energi listrik untuk ULP Kota Barat selama 12 bulan pada tahun 2020 sebesar 39.333.720 KWH, 76.730.886 KWH, 124.338.592 KWH, 166.346.058 KWH, 200.366.109 KWH, 236.954.351 KWH, 285.280.472 KWH, 324.912.078 KWH, 363.463.233 KWH, 405.306.650 KWH, 446.358.115 KWH, 485.933.153 KWH.
- c. Hasil prakiraan pemakaian energi listrik untuk ULP Simpang Tiga selama 12 bulan pada tahun 2020 sebesar 36.751.692 KWH, 72.721.485 KWH, 116.420.155 KWH, 167.164.827 KWH, 214.257.166 KWH, 250.827.060 KWH, 296.843.357 KWH, 327.029.427 KWH, 354.106.358 KWH, 374.106.246 KWH, 395.021.804 KWH, 410.670.966 KWH.
- d. Hasil prakiraan pemakaian energi listrik untuk ULP Rumbai selama 12 bulan pada tahun 2020 sebesar 13.442.293 KWH, 27.620.024 KWH, 46.476.013 KWH, 57.875.023 KWH, 71.954.472 KWH, 82.754.851 KWH, 99.185.937 KWH, 116.156.685 KWH, 130.384.451 KWH, 137.743.148 KWH, 147.072.860 KWH, 156.020.162 KWH.
- e. Hasil prakiraan pemakaian energi listrik untuk ULP Panam selama 12 bulan pada tahun 2020 sebesar 35.540.577 KWH, 65.266.645 KWH, 100.333.263 KWH, 131.888.482 KWH, 162.339.575 KWH, 189.340.872

KWH, 219.047.984 KWH, 249.788.141 KWH, 280.822.098 KWH, 316.561.617 KWH, 358.930.622 KWH, 402.076.780 KWH.

4. Hasil prakiraan pemakaian dari ke 5 ULP ini pemakaian tertinggi yaitu pada ULP Kota Timur, hal ini dipengaruhi oleh terjadinya peningkatan jumlah pelanggan, penambahan alat elektronik dan penggantian (*upgrade*) peralatan elektronik yang dilakukan pada setiap pelanggan di ULP Kota Timur dan Di ke 4 ULP lainnya di Kota Pekanbaru. Dan juga harus lebih memperhatikan peningkatan jumlah pelanggan disemua sektor, terutama pada sektor rumah tangga. Dimana pada sektor ini berada pada peringkat pertama dalam jumlah pemakaian energi listrik di Kota Pekanbaru.
5. Pada saat melakukan penelitian penulis mendapat kesimpulan bahwa dalam melakukan simulasi pelatihan apabila data yang digunakan semakin banyak maka pelatihan semakin bagus dan nilai akurasi tinggi.
6. Pada pengujian prakiraan yang telah dilakukan keenam algoritma yaitu *traingdx*, *trainlm*, *trainbfg*, *traingd*, *traingcp*, dan *traingcb* sangat bagus dalam melakukan prakiraan dan menyesuaikan parameter pelatihan sehingga dapat menghasilkan *output* (keluaran) yang baik.

## 5.2 Saran

Agar penelitian yang akan dilakukan selanjutnya lebih baik dan berkembang maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Perubahan algoritma pelatihan ataupun perubahan parameter pada metode Jaringan Syaraf Tiruan sangat dianjurkan, karena penulis hanya merubah beberapa parameter saja tanpa melakukan penelitian lebih lanjut pada perubahan parameter saat penyusunan jaringan.
2. Prakiraan dengan metode lain diperlukan untuk penelitian agar mendapatkan akurasi yang mungkin lebih baik lagi.
3. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat melakukan prakiraan pemakaian energi listrik di kota pekanbaru berdasarkan setiap sektor untuk mengetahui penggunaan mana yang paling banyak menggunakan energi listrik.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pamungkas, Sugis Eko. 2018. Analisis Proyeksi Kebutuhan Dan Penyediaan Energi Listrik Tahun 2017-2026 Di Wilayah Kabupaten Kampar. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi. Pekanbaru : Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- [2] BPS Kota Pekanbaru. *Kota Pekanbaru Dalam Angka Tahun 2018*. ISSN: 0215-3874. Pekanbaru.
- [3] PT. PLN (Persero) Area Pekanbaru. 2020. *Data Pemakaian KWH 5 ULP Kota Pekanbaru 2014 - 2019*. Pekanbaru.
- [4] PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit. 2019. *Data Pembangkit*. Pekanbaru.
- [5] Azil Firki. 2019. Analisis Proyeksi Permintaan Dan Penyediaan Energi Listrik Kota Pekanbaru Tahun 2018-2022 Berdasarkan Skenario BAU. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- [6] Suhono. 2010. *Kajian Perencanaan Permintaan Dan Penyediaan Energi Listrik Di Wilayah Kabupaten Sleman Menggunakan Perangkat Lunak LEAP*. Yogyakarta: Skripsi Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- [7] PT. PLN (Persero) RUPTL 2019-2028. 2019. *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2019 - 2028*. Jakarta.
- [8] Adha, Nur Bekti. 2018. Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Pada PT. PLN (Persero) WS2JB Area Palembang Dengan Menggunakan Metode *Explanatory*. Skripsi Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Elektro. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- [9] Yuyu Triwulan. Hariyanto N. Anwar S. 2013. *Peramalan Beban Puncak Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan*. Jurnal Reka Elkomika. Vol. 1 No. 4. Hal. 339-350.
- [10] Darmeli Nasution, Agus Perdana Windarto & Dkk. 2020. *Jaringan Syaraf Tiruan: Algoritma Prediksi dan Implementasi*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- [11] Ari Nur Budiarta. 2019. *Analisa Peramalan Beban Puncak Transformator Daya Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Gardu Induk 150 Kv Kentungan*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [12] Jofanda Delano Harigan. 2018. *Estimasi Kebutuhan Daya Listrik Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Gedung H Fakultas Teknik Universitas Lampung*. Universitas Lampung.

- © Hak Cipta Ta'limi Kasim University of Sultan Syarif Kasim Pekanbaru
- 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 masa
    - 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.
- [13] A. M. & A. S. Niswatul Arifah T. 2017. *Implementasi Neural Network Pada Matlab Untuk Prakiraan Konsumsi Beban Listrik Kabupaten Ponorogo Jawa Timur*. Jurnal Teknik Elektro. Vol. 9. No. 1. ISSN: 2549-1571.
- [14] Ruliah S. Rendy R. 2014. *Prediksi Pemakaian Listrik Dengan Pendekatan Backpropagation*. JUTISI. Vol. 3. Hal. 465-526. ISSN: 2089-3787.
- [15] Riki. Kusnaedi. 2018. *Analisis Prakiraan Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik Tahun 2018-2022 Menggunakan Perangkat Lunak LEAP Wilayah Sumatera Utara*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- [16] Agung. 2005. *Ramalan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2006-2005 Menggunakan Metode Gabungan dengan Pemograman Visual Basic*. Jurnal Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- [17] D. Marsudi. 2005. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Edisi Kedua., Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- [18] I. A. H. A. S. Pabla. 1994. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- [19] M. d. m. andrijasa. 2010. *Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Pengangguran di Provinsi Kalimantan Timur Dengan Menggunakan Algoritma Pembelajaran Backpropagation*. Jurnal Informatika Mulawarman. Vol. 5 No. 1.
- [20] Chamida, N., Wiharto, & Salamah, U. 2012. *Pengaruh Normalisasi Data Pada Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Gradient Descent Adaptive Gain (BPGDAG) untuk Klasifikasi*. ITSMART, Vol. 1, No.1, Hal. 28-33.
- [21] Hudiyan, A. R. 2015. *Prediksi FOREX (Foreigen Exchange) Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Al-Alaoi Backpropagation*. Teknik Informatika Universitas Brawijaya, Malang, 2015.
- [22] Lisye & Bara'langi, S. Y. 2017. *Analisis Perbandingan Algoritma Pelatihan Propagasi Balik dan Algoritma Pelatihan Levenberg-Marquardt (studi Kasus: Prediksi Cuaca Kota Makassar)*. Jurnal Tematika, Vol.5, No.1. Hal. 33-46.
- [23] Razak. M. A & Riskakomara E. 2017. *Peramalan Jumlah Produksi Ikan Dengan Menggunakan Backpropagation Neural Network (Studi Kasus: UPTD Pelabuhan Perikanan Banjarmasin)*, "Institusi Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [24] B. Sangadji, "Prediksi Perilaku Pola Mahasiswa Terhadap Pada Toko Buku Gramedia Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation," *Jurnal Informatika*, vol. 5, pp. 135-150, 2009.

- © Hak cipta milik UIN Suska Riau
- State Islamic University of Sultan Syarif Kasim
- [25] Iriansyah BM Sangadji.2009. Prediksi Perilaku Pola Mahasiswa Terhadap Pada Toko Buku Gramedia Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation. Jurnal Informatika, Vol. 5, Hal. 135-150.
- [26] Irwansyah. E & Faisal. M. 2015. *Advanced Clustering: Teori dan Aplikasi*. Deepublish. Yogyakarta.
- [27] Febrian Dhimas Syahfitra. 2018. Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Sebagai Sistem Peramalan Beban Puncak Transformator Gardu Induk Bumiayu. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- [28] Lahmiri, S. 2011. *A Comparative study of backpropagation algorithms in financial prediction. international journal of computer science, engineering and applications (IJCSEA)*. Vol.1. No.4. Hal. 15-21.
- [29] Cynthia, E. P., & Ismanto, E. 2017 . Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Ketersediaan Komoditi Pangan Provinsi Riau. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIKI) 9. 2(2).271-282.
- [30] Susanto, D. K. D., Bettiza, M & Nikentari N. 2016. Prediksi Nilai UAS Siswa SMK Menggunakan Algoritma Levenberg-Marquardt. 3(1). 1-10.
- [31] Agus Hasim. 2008. *Prakiraan Beban Listrik Kota Pontianak Dengan Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network)*. Jurnal Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor.

#### 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 masa

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 A-1

### Normalisasi Data

Proses normalisasi bertujuan untuk melakukan transformasi data menjadi bentuk interval [0.1;0.9] dan dapat mempermudah proses *learning*. Pada persamaan berikut yang digunakan pada proses normalisasi.

$$x' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 \quad (1)$$

Dimana  $x'$  = Hasil Normalisasi  
 $x$  = Data Real  
 $a$  = Data Minimum  
 $b$  = Data Maksimum

#### A. Normalisasi Data ULP Kota Timur

No	Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	2014	29.457.833	57.726.886	89.105.696	121.317.756	154.727.415	186.545.875	219.449.364	250.978.111	282.895.545	316.589.111	348.909.714	379.901.848
2	2015	31.486.247	60.877.445	94.163.991	126.833.396	160.912.135	193.849.215	228.481.440	261.754.814	294.086.495	326.703.035	360.157.420	404.019.606
3	2016	35.918.514	69.369.088	109.560.262	149.597.432	190.141.820	229.737.429	266.704.633	306.151.583	345.650.675	386.867.828	425.480.022	461.435.920
4	2017	34.441.780	65.403.211	99.894.248	134.195.556	169.587.070	203.546.038	238.261.644	273.522.848	307.564.309	349.546.134	383.580.962	419.068.632
5	2018	33.799.167	66.666.155	103.128.459	139.482.877	177.566.420	212.142.669	249.080.406	286.528.751	323.021.358	360.279.492	396.010.499	432.612.476
6	2019	35.205.889	68.050.802	105.569.722	140.856.906	178.152.978	211.275.556	247.721.748	284.398.953	319.913.189	360.564.786	394.822.101	429.548.761

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan (1), normalisasi data dilakukan pada salah satu tahun 2014:

Nilai  $Max = 461.435.920$  Nilai  $Min = 29.457.833$

$$\text{Jan 2014} = \frac{0.8(29.457.833 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,1$$

$$\text{Feb 2014} = \frac{0.8(57.726.886 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,152352754$$

$$\text{Mar 2014} = \frac{0.8(89.105.696 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,221591175$$

$$\text{Apr 2014} = \frac{0.8(121.317.756 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,286114816$$

$$\text{Mei 2014} = \frac{0.8(154.727.415 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,352370492$$

$$\text{Jun 2014} = \frac{0.8(186.545.875 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,416559818$$

$$\begin{aligned} \text{Jul 2014} &= \frac{0.8(219.449.364 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,482453424 \\ \text{Agus 2014} &= \frac{0.8(250.978.111 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,546231385 \\ \text{Sept 2014} &= \frac{0.8(282.895.545 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,610143022 \\ \text{Okt 2014} &= \frac{0.8(316.589.111 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,677500634 \\ \text{Nov 2014} &= \frac{0.8(348.909.714 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,743895683 \\ \text{Des 2014} &= \frac{0.8(379.901.848 - 29.457.833)}{461.435.920 - 29.457.833} + 0.1 = 0,806288783 \end{aligned}$$

## B. Normalisasi Data ULP Kota Barat

Tabel 4.8 Data Pemakaian KWH ULP Kota Barat Sebelum Normalisasi

No	Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	2014	34.293.503	66.750.087	103.075.311	139.575.104	177.054.676	213.365.353	250.640.109	286.718.085	322.871.679	360.974.595	398.533.008	433.827.594
2	2015	35.595.426	68.589.351	105.241.920	142.547.723	180.537.710	217.937.097	256.010.723	293.925.352	330.446.458	366.776.935	402.828.669	440.541.550
3	2016	37.388.086	72.479.932	111.161.597	150.304.580	190.209.816	229.363.997	267.191.586	307.416.102	346.226.218	386.055.868	423.780.017	463.515.983
4	2017	38.500.466	73.039.950	111.334.327	149.327.442	188.885.359	227.188.006	266.439.900	306.407.839	344.563.454	384.978.150	423.260.355	463.517.638
5	2018	38.511.950	75.809.764	117.104.801	157.759.563	200.313.559	238.803.211	280.481.706	323.060.521	363.733.838	405.769.443	445.875.510	486.838.242
6	2019	39.264.575	75.687.541	117.009.801	155.988.792	197.451.267	234.917.524	275.900.004	317.283.944	356.912.334	395.996.802	434.501.494	473.997.767

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan (1), normalisasi data dilakukan pada salah satu tahun 2014:

Nilai  $Max = 486.838.242$  Nilai  $Min = 34.293.503$

$$\begin{aligned} \text{Jan 2014} &= \frac{0.8(34.293.503 - 34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,1 \\ \text{Feb 2014} &= \frac{0.8(66.750.087 - 34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,157376133 \\ \text{Mar 2014} &= \frac{0.8(103.075.311 - 34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,221591175 \\ \text{Apr 2014} &= \frac{0.8(139.575.104 - 34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,286114816 \\ \text{Mei 2014} &= \frac{0.8(177.054.676 - 34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,352370492 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jun 2014} &= \frac{0.8(213.365.353-34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,416559818 \\ \text{Jul 2014} &= \frac{0.8(250.640.109-34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,482453424 \\ \text{Agus 2014} &= \frac{0.8(286.718.085-34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,546231385 \\ \text{Sept 2014} &= \frac{0.8(322.871.679-34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,610143022 \\ \text{Okt 2014} &= \frac{0.8(360.974.595-34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,677500634 \\ \text{Nov 2014} &= \frac{0.8(398.533.008-34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,743895683 \\ \text{Des 2014} &= \frac{0.8(433.827.594-34.293.503)}{486.838.242 - 34.293.503} + 0.1 = 0,806288783 \end{aligned}$$

### C. Normalisasi Data ULP Simpang Tiga

Tabel 4.10 Data Pemakaian KWH ULP Simpang Tiga Sebelum Normalisasi

No Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1 2014	21.749.189	43.147.899	66.580.355	89.800.953	114.184.012	138.455.299	162.151.772	185.516.089	209.493.274	234.456.051	258.737.671	284.121.611
2 2015	23.481.353	45.988.422	71.058.928	95.917.317	121.366.676	146.757.807	171.699.208	197.068.028	222.190.260	247.476.880	272.299.182	298.608.186
3 2016	25.611.684	50.217.551	77.164.795	103.586.122	131.097.701	158.111.689	184.290.619	212.114.965	239.339.704	267.301.397	294.782.496	323.612.554
4 2017	28.639.693	54.913.244	84.219.862	113.188.155	143.723.253	172.539.647	204.024.803	237.719.233	271.064.001	305.563.161	338.771.562	372.960.519
5 2018	33.765.748	66.970.700	102.731.359	140.933.427	181.026.551	216.668.366	257.024.790	295.573.942	335.951.818	369.436.599	403.612.858	435.611.334
6 2019	29.403.802	57.560.835	89.895.336	119.849.505	152.289.161	180.269.165	213.484.907	248.595.338	283.412.881	316.581.813	350.012.701	383.440.648

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan (1), normalisasi data dilakukan pada salah satu tahun 2014:

Nilai  $Max = 435.611.334$  Nilai  $Min = 21.749,189$

$$\begin{aligned} \text{Jan 2014} &= \frac{0.8(21.749,189-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,1 \\ \text{Feb 2014} &= \frac{0.8(43.147.899-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,141363938 \\ \text{Mar 2014} &= \frac{0.8(66.580.355-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,186659128 \\ \text{Apr 2014} &= \frac{0.8(89.800.953-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,231544795 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Mei 2014} &= \frac{0.8(114.184.012-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,278677512 \\ \text{Jun 2014} &= \frac{0.8(138.455.299-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,325594172 \\ \text{Jul 2014} &= \frac{0.8(162.151.772-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,371399711 \\ \text{Agus 2014} &= \frac{0.8(185.516.089-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,416563188 \\ \text{Sept 2014} &= \frac{0.8(209.493.274-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,462911346 \\ \text{Okt 2014} &= \frac{0.8(234.456.051-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,5111164664 \\ \text{Nov 2014} &= \frac{0.8(258.737.671-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,558101297 \\ \text{Des 2014} &= \frac{0.8(284.121.611-21.749,189)}{435.611.334 - 21.749,189} + 0.1 = 0,607168728 \end{aligned}$$

#### D. Normalisasi Data ULP Rumbai

Tabel 4.12 Data Pemakaian KWH ULP Rumbai Sebelum Normalisasi

No	Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	2014	10.299.032	20.400.667	31.179.195	42.112.474	52.944.841	64.193.669	75.613.018	86.503.545	97.674.275	109.474.484	120.622.866	131.509.991
2	2015	11.004.217	21.368.207	32.728.235	44.058.504	55.705.074	67.352.326	78.948.748	90.623.917	102.068.161	113.360.906	124.674.042	136.408.228
3	2016	11.676.134	22.578.157	34.753.037	46.554.785	58.478.563	70.827.501	82.594.092	94.932.416	106.901.400	119.253.257	130.983.543	143.032.319
4	2017	11.814.474	22.614.506	46.299.377	46.299.377	58.474.568	70.245.489	82.372.143	94.488.107	106.369.723	118.700.428	130.518.066	142.775.608
5	2018	11.653.647	23.131.411	35.839.101	48.244.936	61.109.742	73.019.006	85.727.532	98.281.633	110.591.489	123.156.036	135.356.191	148.022.374
6	2019	12.578.583	25.262.097	40.236.898	52.960.727	67.040.476	77.975.007	91.832.247	105.364.212	118.718.603	129.719.080	141.759.205	153.255.737

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan (1), normalisasi data dilakukan pada salah satu tahun 2014:

$$\text{Nilai Max} = 153.255.737 \text{ Nilai Min} = 10.299.032$$

$$\text{Jan 2014} = \frac{0.8(10.299.032-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,1$$

$$\text{Feb 2014} = \frac{0.8(20.400.667-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,15652976$$

$$\text{Mar 2014} = \frac{0.8(31.179.195-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,216847478$$

$$\begin{aligned} \text{Apr 2014} &= \frac{0.8(42.112.474-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,278031199 \\ \text{Mei 2014} &= \frac{0.8(52.944.841-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,338650207 \\ \text{Jun 2014} &= \frac{0.8(64.193.669-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,401599772 \\ \text{Jul 2014} &= \frac{0.8(75.613.018-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,465503589 \\ \text{Agus 2014} &= \frac{0.8(86.503.545-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,526448066 \\ \text{Sept 2014} &= \frac{0.8(97.674.275-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,588960587 \\ \text{Okt 2014} &= \frac{0.8(109.474.484-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,654995735 \\ \text{Nov 2014} &= \frac{0.8(120.622.866-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,717383194 \\ \text{Des 2014} &= \frac{0.8(131.509.991-10.299.032)}{153.255.737 - 10.299.032} + 0.1 = 0,778308633 \end{aligned}$$

#### E. Normalisasi Data ULP Panam

Tabel 4.14 Data Pemakaian KWH ULP Panam Sebelum Normalisasi

No Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1 2014	23.167.747	45.553.477	70.666.919	95.949.776	123.377.914	150.252.828	176.423.874	201.963.301	228.637.026	256.493.432	283.062.525	310.233.222
2 2015	26.078.963	49.947.720	77.162.095	104.525.662	133.160.649	161.306.848	189.145.387	217.705.951	245.933.799	274.331.328	302.925.119	332.636.069
3 2016	29.401.422	56.992.369	87.884.124	118.908.964	150.788.303	182.284.203	212.103.980	244.112.770	275.433.020	308.680.043	339.867.715	372.855.545
4 2017	31.993.154	60.403.214	92.426.240	124.378.864	158.044.129	189.791.253	221.436.804	254.090.038	286.274.360	320.771.025	353.362.341	386.920.308
5 2018	32.708.033	64.657.836	100.530.968	136.159.926	173.879.645	207.275.328	243.421.640	280.396.752	316.617.858	346.021.511	373.737.793	402.266.329
6 2019	32.757.263	63.050.805	98.101.714	131.040.214	166.610.037	197.520.771	230.896.908	264.966.143	298.623.240	331.789.677	364.603.480	397.400.437

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan (1), normalisasi data dilakukan pada salah satu tahun 2014:

$$\text{Nilai Max} = 402.266.329 \text{ Nilai Min} = 23.167.747$$

$$\text{Jan 2014} = \frac{0.8(23.167.747-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,1$$

$$\text{Feb 2014} = \frac{0.8(45.553.477-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,147239913$$

Mar 2014	$= \frac{0.8(70.666.919-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,200236032$
Apr 2014	$= \frac{0.8(95.949.776-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,253589662$
Mei 2014	$= \frac{0.8(123.377.914-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,311470413$
Jun 2014	$= \frac{0.8(150.252.828-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,368183712$
Jul 2014	$= \frac{0.8(176.423.874-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,42341166$
Agus 2014	$= \frac{0.8(201.963.301-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,477306722$
Sept 2014	$= \frac{0.8(228.637.026-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,533595458$
Okt 2014	$= \frac{0.8(256.493.432-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,592379969$
Nov 2014	$= \frac{0.8(283.062.525-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,648447903$
Des 2014	$= \frac{0.8(310.233.222-23.167.747)}{402.266.329 - 23.167.747} + 0.1 = 0,705785384$

**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 masa
  - 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 A-2

### Denormalisasi Data

Proses denormalisasi bertujuan untuk mengembalikan data kedalam bentuk seperti semula. Pada persamaan berikut yang digunakan pada proses denormalisasi.

$$x = \frac{((x' - 0.1)(b - a))}{0.8} + a \quad (2)$$

Dimana  $x'$  = Hasil Normalisasi

$x$  = Data Real

$a$  = Data Minimum

$b$  = Data Maksimum

#### A. Denormalisasi Data ULP Kota Timur

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan maka:

Nilai  $Max = 461.435.920$  Nilai  $Min = 29.457.833$

$$\text{Jan 2020} = \frac{((0,12186 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 41.261.634$$

$$\text{Feb 2020} = \frac{((0,1947 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 80.593.239$$

$$\text{Mar 2020} = \frac{((0,34319 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 160.773.772$$

$$\text{Apr 2020} = \frac{((0,48065 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 234.998.407$$

$$\text{Mei 2020} = \frac{((0,59781 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 298.261.597$$

$$\text{Jun 2020} = \frac{((0,67761 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 341.351.412$$

$$\text{Jul 2020} = \frac{((0,7351 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 372.394.437$$

$$\text{Agus 2020} = \frac{((0,81131 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 413.545.749$$

$$\text{Sept 2020} = \frac{((0,89484 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 458.649.661$$

$$\text{Oct 2020} = \frac{((0,97745 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 503.256.799$$

$$\text{Nov 2020} = \frac{((1,1104 - 0.1)(461.435.920 - 29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 575.046.157$$

$$\text{Des 2020} = \frac{((1,2714-0.1)(461.435.920-29.457.833))}{0.8} + 29.457.833 = 661.981.747$$

#### B. Denormalisasi Data ULP Kota Barat

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan maka:

Nilai  $Max = 486.838.242$  Nilai  $Min = 34.293.503$

$$\text{Jan 2020} = \frac{((0,10891-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 39.333.720$$

$$\text{Feb 2020} = \frac{((0,17502-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 76.730.886$$

$$\text{Mar 2020} = \frac{((0,25918-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 124.338.592$$

$$\text{Apr 2020} = \frac{((0,33344-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 166.346.058$$

$$\text{Mei 2020} = \frac{((0,39358-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 200.366.109$$

$$\text{Jun 2020} = \frac{((0,45826-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 236.954.351$$

$$\text{Jul 2020} = \frac{((0,54369-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 285.280.472$$

$$\text{Agus 2020} = \frac{((0,61375-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 324.912.078$$

$$\text{Sept 2020} = \frac{((0,6819-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 363.463.233$$

$$\text{Oct 2020} = \frac{((0,75587-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 405.306.650$$

$$\text{Nov 2020} = \frac{((0,82844-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 446.358.115$$

$$\text{Des 2020} = \frac{((0,8984-0.1)(486.838.242-34.293.503))}{0.8} + 34.293.503 = 485.933.153$$

#### C. Denormalisasi Data ULP Simpang Tiga

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan maka:

Nilai  $Max = 435.611.334$  Nilai  $Min = 21.749,189$

$$\text{Jan 2020} = \frac{((0,129-0.1)(435.611.334-21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 36.751.692$$

$$\text{Feb 2020} = \frac{((0,19853-0.1)(435.611.334-21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 72.721.485$$

$$\text{Mar 2020} = \frac{((0,283-0.1)(435.611.334-21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 116.420.155$$

$$\begin{aligned}
 \text{Apr 2020} &= \frac{((0,38109-0.1)(435.611.334 - 21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 167.164.827 \\
 \text{Mei 2020} &= \frac{((0,47212-0.1)(435.611.334 - 21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 214.257.166 \\
 \text{Jun 2020} &= \frac{((0,54281-0.1)(435.611.334 - 21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 250.827.060 \\
 \text{Jul 2020} &= \frac{((0,63176-0.1)(435.611.334 - 21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 296.843.357 \\
 \text{Agus 2020} &= \frac{((0,69011-0.1)(435.611.334 - 21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 327.029.427 \\
 \text{Sept 2020} &= \frac{((0,74245-0.1)(435.611.334 - 21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 354.106.358 \\
 \text{Oct 2020} &= \frac{((0,78111-0.1)(435.611.334 - 21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 374.106.246 \\
 \text{Nov 2020} &= \frac{((0,82154-0.1)(435.611.334 - 21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 395.021.804 \\
 \text{Des 2020} &= \frac{((0,85179-0.1)(435.611.334 - 21.749,189))}{0.8} + 21.749,189 = 410.670.966
 \end{aligned}$$

#### D. Denormalisasi Data ULP Rumbai

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan maka:

Nilai  $Max = 153.255.737$  Nilai  $Min = 10.299.032$

$$\begin{aligned}
 \text{Jan 2020} &= \frac{((0,11759 - 0.1)(153.255.737 - 10.299.032))}{0.8} + 10.299.032 = 13.442.293 \\
 \text{Feb 2020} &= \frac{((0,19693 - 0.1)(153.255.737 - 10.299.032))}{0.8} + 10.299.032 = 27.620.024 \\
 \text{Mar 2020} &= \frac{((0,30245 - 0.1)(153.255.737 - 10.299.032))}{0.8} + 10.299.032 = 46.476.013 \\
 \text{Apr 2020} &= \frac{((0,36624 - 0.1)(153.255.737 - 10.299.032))}{0.8} + 10.299.032 = 57.875.023 \\
 \text{Mei 2020} &= \frac{((0,44503 - 0.1)(153.255.737 - 10.299.032))}{0.8} + 10.299.032 = 71.954.472 \\
 \text{Jun 2020} &= \frac{((0,50547 - 0.1)(153.255.737 - 10.299.032))}{0.8} + 10.299.032 = 82.754.851
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Jul 2020} &= \frac{((0,59742-0,1)(153.255.737-10.299.032))}{0,8} + 10.299.032 = 99.185.937 \\ \text{Agus 2020} &= \frac{((0,69239-0,1)(153.255.737-10.299.032))}{0,8} + 10.299.032 = 116.156.685 \\ \text{Sept 2020} &= \frac{((0,77201-0,1)(153.255.737-10.299.032))}{0,8} + 10.299.032 = 130.384.451 \\ \text{Oct 2020} &= \frac{((0,81319-0,1)(153.255.737-10.299.032))}{0,8} + 10.299.032 = 137.743.148 \\ \text{Nov 2020} &= \frac{((0,8654-0,1)(153.255.737-10.299.032))}{0,8} + 10.299.032 = 147.072.860 \\ \text{Des 2020} &= \frac{((0,91547-0,1)(153.255.737-10.299.032))}{0,8} + 10.299.032 = 156.020.162 \end{aligned}$$

#### E. Denormalisasi Data ULP Panam

Tahap normalisasi data dilakukan dengan persamaan maka:

$$\text{Nilai Max} = 402.266.329 \quad \text{Nilai Min} = 23.167.747$$

$$\begin{aligned} \text{Jan 2020} &= \frac{((0,12611-0,1)(402.266.329 - 23.167.747))}{0,8} + 23.167.747 = 35.540.577 \\ \text{Feb 2020} &= \frac{((0,18884-0,1)(402.266.329 - 23.167.747))}{0,8} + 23.167.747 = 65.266.645 \\ \text{Mar 2020} &= \frac{((0,26284-0,1)(402.266.329 - 23.167.747))}{0,8} + 23.167.747 = 100.333.263 \\ \text{Apr 2020} &= \frac{((0,32943-0,1)(402.266.329 - 23.167.747))}{0,8} + 23.167.747 = 131.888.482 \\ \text{Mei 2020} &= \frac{((0,39369-0,1)(402.266.329 - 23.167.747))}{0,8} + 23.167.747 = 162.339.575 \\ \text{Jun 2020} &= \frac{((0,45067-0,1)(402.266.329 - 23.167.747))}{0,8} + 23.167.747 = 189.340.872 \\ \text{Jul 2020} &= \frac{((0,51336-0,1)(402.266.329 - 23.167.747))}{0,8} + 23.167.747 = 219.047.984 \\ \text{Agus 2020} &= \frac{((0,57823-0,1)(402.266.329 - 23.167.747))}{0,8} + 23.167.747 = 249.788.141 \\ \text{Sept 2020} &= \frac{((0,64372-0,1)(402.266.329 - 23.167.747))}{0,8} + 23.167.747 = 280.822.098 \end{aligned}$$

$$\text{Oct 2020} = \frac{((0,71914-0.1)(402.266.329 -23.167.747))}{0.8} + 23.167.747 = 316.561.617$$

$$\text{Nov 2020} = \frac{((0,80855-0.1)(402.266.329 -23.167.747))}{0.8} + 23.167.747 = 358.930.622$$

$$\text{Des 2020} = \frac{((0,900-0.1)(402.266.329 -23.167.747))}{0.8} + 23.167.747 = 402.076.78$$

### 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 masa
- 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 RIWAYAT HIDUP



Muhammad Wira Kelusa, lahir pada tanggal 09 September 1996 di Duri Kecamatan Mandau Kabupaten Bengkalis. Putra dari pasangan Kelus dan Fidyawati, yang beralamat di Duri Kecamatan Mandau, Kabupaten Bengkalis, Riau, merupakan anak Pertama dari Dua bersaudara. Penulis menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Dasar pada tahun 2008 di SDN 001 Mandau Kab. Bengkalis, Riau, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Mandau dan lulus pada tahun 2011. Penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 4 Mandau dan lulus pada tahun 2014 pada jurusan Ilmu Pengetahuan Alam.

Setelah menyelesaikan Pendidikan di SMA Negeri 4 Mandau pada tahun 2014, kemudian penulis melanjutkan pendidikannya dan pada tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada Jurusan Teknik Elektro, dan lulus pada tahun 2021 dengan konsentrasi Energi.

Sebagai Tugas Akhir perkuliahan penulis mengadakan penelitian di Kota Pekanbaru dengan judul **“Analisis Prakiraan Pemakaian Energi Listrik Jangka Menengah Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Studi Kasus: Kota Pekanbaru)”**.