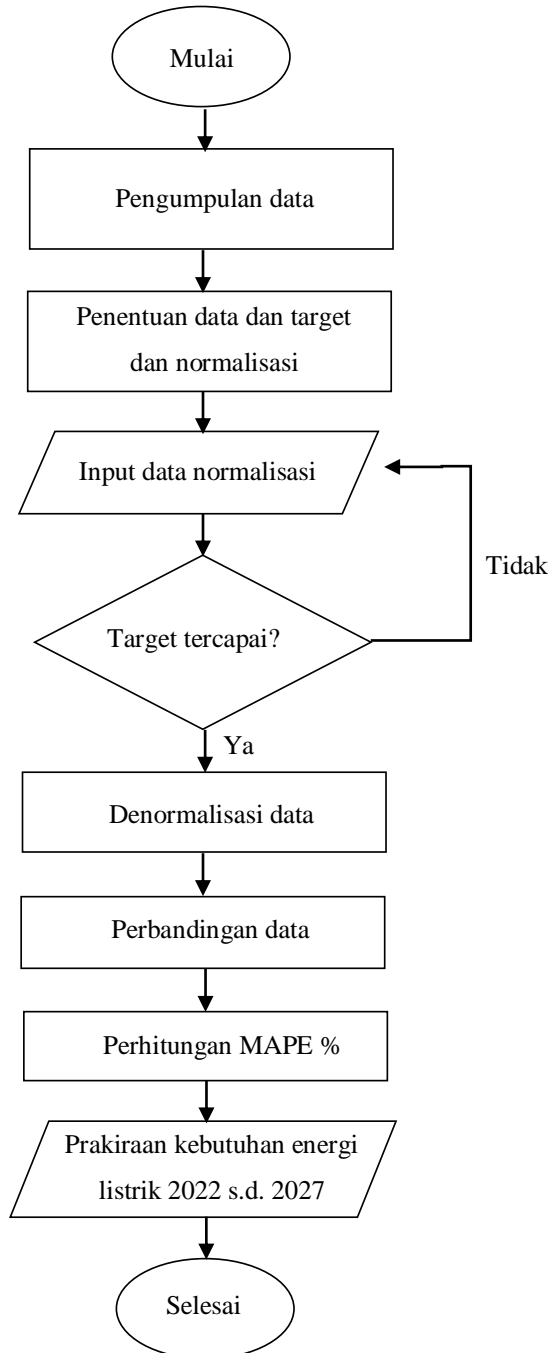


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dari perencanaan kebutuhan energi listrik Kota Serang tahun 2022 s.d. 2027 adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua tempat yang berbeda yaitu:

1. PT. PLN (Persero) Serang Banten.
2. Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Serang Banten.

3.3. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Satu unit Laptop dengan spesifikasi *Intel Core I3, processor 2.4 GHz*, dan sistem operasi *Windows 7* sebagai media perancangan dan pengujian simulasi.
2. Data-data dari beberapa referensi jurnal yang digunakan sebagai penunjang dari penelitian skripsi ini.
3. Microsoft Office (Excel 2013, Word 2013) sebagai pengolah dan perhitungan data serta pembuatan laporan dari hasil perhitungan.
4. Perangkat lunak MATLAB R2016b sebagai perangkat lunak utama perancangan dan perhitungan simulasi penelitian skripsi ini yang telah *install* di unit laptop.

3.4. Metode Penelitian

Metode Penelitian ini berisi langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi literatur bertujuan untuk mencari referensi yang dapat membantu dalam melaksanakan penelitian. Literatur yang digunakan berupa skripsi, jurnal penelitian, thesis, dan buku mengenai prakiraan kebutuhan listrik di berbagai daerah.
2. Mengumpulkan data sebelum membuat perhitungan berupa data real dari PT. PLN (persero) Kota Serang dan BPS Kota Serang.
3. Data yang telah didapatkan kemudian dikumpulkan dan disusun sedemikian rupa agar dapat diperhitungkan pada perangkat lunak Matlab maupun manual.

3.5. Perancangan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat perancangan penelitian yang terdiri dari Studi Literatur, pengumpulan data dan pengolahan data.

3.5.1. Studi Literatur

Pada bagian studi literatur dilakukan tahapan dengan cara membaca dan memahami buku maupun jurnal serta literatur yang berkaitan dengan pembahasan tentang prakiraan energi listrik. Studi literatur mempelajari teori khusus ataupun teori pendukung yang digunakan dalam pengolahan data pada prakiraan kebutuhan energi listrik. Sehingga mendapatkan hasil perhitungan yang dapat dijadikan pembanding maupun acuan pada prakiraan kebutuhan listrik di Kota Serang.

3.5.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data didapatkan dari beberapa pihak instansi atau perusahaan untuk melakukan pengolahan perhitungan prakiraan kebutuhan energi listrik. Data yang didapatkan mengenai histori kebutuhan energi listrik di wilayah Kota Serang, mendapatkan datanya dari pihak PT. PLN (Persero) Kota Serang. Jumlah penduduk, jumlah rumah tangga, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dan pertumbuhan ekonomi perkapita Kota Serang didapatkan data histori dari BPS Kota Serang.

Penelitian ini membutuhkan data untuk mendapatkan prakiraan, data yang dibutuhkan untuk perhitungan prakiraan ialah data histori dari masing masing perusahaan yang mempengaruhi kebutuhan energi listrik. Penelitian ini melakukan observasi keperusahaan atau instant agar mendapatkan data-data sebagai berikut.

1. Data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Serang dari website resmi Badan Pusat Statistik berupa jumlah penduduk (jiwa), dan PDRB dari Tahun 2016 sampai dengan 2021, data ini sangat dibutuhkan untuk melihat data jumlah penduduk dan jumlah rumah tangga.
2. Data PT. PLN (Persero) Kota Serang berupa jumlah pelanggan listrik PLN (sektor rumah tangga, industri, bisnis, social, pemerintah, multiguna), daya tersambung dan energi terjual dari tahun 2016 s.d. 2021.

Data pertumbuhan ekonomi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan Kota Serang Atas Dasar Harga Konstan Tahun 2016 s.d. 2021, data ini dibutuhkan untuk melihat PDRB dan rata-rata pertumbuhan PDRB perkapita sebagai acuan dalam perhitungan.

3.5.3. Pengolahan Data

Berdasarkan diagram alir penelitian pada (Gambar 3.1) langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data

Data yang dibutuhkan diambil dari PT. PLN (persero) dan Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Serang berupa jumlah:

- a. Pelanggan PLN jenis rumah tangga
- b. Pelanggan PLN jenis bisnis
- c. Pelanggan PLN jenis industri
- d. Pelanggan PLN jenis sosial
- e. Pelanggan PLN jenis pemerintah
- f. Pelanggan PLN jenis multiguna
- g. Jumlah energi yang terjual
- h. Jumlah daya yang tersambung
- i. Jumlah penduduk/populasi
- j. PDRB

2. Normalisasi data

Normalisasi data yaitu kegiatan mengubah skala nilai data yang memiliki satuan GWh yang akan di inputkan agar menjadi lebih kecil tanpa mengubah makna kandungan data tersebut.

3. Pengaturan parameter jaringan

Setelah menentukan data, kemudian dilakukan pengaturan parameter jaringan untuk mendapatkan arsitektur terbaik dalam analisa pengujian prakiraan kebutuhan energi listrik wilayah Kota Serang

4. Pelatihan model

Pelatihan pada model dilakukan untuk meminimalkan nilai *error* sehingga model jaringan sesuai dan dapat dipakai untuk prediksi. Data tahun 2016 s.d. 2021 digunakan sebagai data pelatihan model. Pelatihan model jaringan *neural*

network backpropagation menggunakan *input* pelatihan berupa data jumlah penduduk, PDRB, jumlah pelanggan listrik pada sektor rumah tangga, bisnis, industri, sosial, pemerintah dan multiguna. Sedangkan untuk target pelatihan yang digunakan merupakan data realisasi penjualan energi listrik pada sektor rumah tangga, bisnis, industri, sosial, pemerintah dan multiguna. Proses pelatihan dilakukan secara berulang dengan menggunakan data target yang diproses satu persatu dengan data *input* yang sama.

5. Proses Prakiraan

Setelah pelatihan dari setiap sektor pelanggan dilakukan didapat nilai bobot dan padanan lainnya yang selanjutnya digunakan untuk proyeksi konsumsi listrik. Proses selanjutnya data proyeksi jumlah pelanggan listrik dan PDRB atau *sample* menjadi *input* untuk disimulasikan ke dalam jaringan yang telah dilatih. Dengan asumsi bahwa nilai bobot dan padanan lainnya yang digunakan sama untuk proses pelatihan dan simulasi didapatkan. Maka dapat dicari nilai konsumsi energi listrik untuk tahun 2022-2027.

6. Denormalisasi data

Denormalisasi dilakukan untuk mengembalikan data yang masih ternormalisasi dalam bentuk skala (-1,1) ke dalam bentuk angka desimal yang memiliki satuan GWh.

7. Pengujian dengan data aktual

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap data aktual untuk mengetahui akurasi prakiraan dengan mendapatkan nilai MAPE.

8. Kesimpulan dan saran

Pada penelitian ini untuk melihat kinerja dari *backpropagation neural network* dalam prakiraan kebutuhan energi listrik. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini adalah model yang dikembangkan mendapat nilai MSE (*Mean Square Error*) yang kecil. MSE (*Mean Square Error*) merupakan ukuran ketepatan atau kemampuan model dalam mencapai target atau nilai yang diinginkan.

3.6. Perancangan Arsitektur *Backpropagation Neural Network*

Rancangan arsitektur *backpropagation* akan disesuaikan dengan model yang akan dikembangkan. Arsitektur jaringan merupakan gambaran hubungan

antar lapisan yang digunakan dalam proses pembelajaran. Pada jaringan *backpropagation*, setiap unit yang berada di lapisan *input* terhubung dengan setiap unit yang terdapat di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan *output*. Pada penelitian ini arsitektur yang digunakan adalah *multilayer network* yang terdiri dari 3 (tiga) *layer* yaitu:

- a. Satu *input layer* yang terdiri dari beberapa jumlah *neuron* yang disesuaikan dengan pola input masukan.
- b. Satu *hidden layer* yang terdiri dari beberapa jumlah *neuron* yang jumlahnya dicoba-coba
- c. Satu *output layer* yang terdiri dari beberapa jumlah *neuron* tergantung pada jumlah keluaran yang diinginkan. Berikut variabel-variabel yang dibutuhkan pada arsitektur yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Input Model Jaringan*

<i>Input</i>	Keterangan
<i>X1</i>	PDRB
<i>X2</i>	Jumlah penduduk
<i>X3</i>	Data pelanggan sektor rumah tangga
<i>X4</i>	Data pelanggan sektor bisnis
<i>X5</i>	Data pelanggan sektor industri
<i>X6</i>	Data pelanggan sektor sosial
<i>X7</i>	Data pelanggan sektor pemerintah
<i>X8</i>	Data pelanggan sektor multiguna

Pada Tabel 3.1 variabel *X* merupakan variabel *input* yang berisikan 8 buah yang didalamnya terdapat data PDRB, jumlah penduduk dan data jumlah pelanggan listrik sektor rumah tangga, bisnis, industri, sosial, pemerintah dan multiguna. Selanjutnya terdapat variabel *output* yang digunakan untuk konsumsi energi listrik dengan satuan kWh menggunakan simbol *Y1*.

3.7. Parameter Jaringan

Pada penelitian kali ini, proses pembentukan jaringan menggunakan parameter-parameter berikut ini.

1. Jumlah *hidden layer* dan *node* pada *hidden layer*

Hidden layer adalah tempat dimana bobot diberikan pada input yang didapatkan *input layer* pada setiap *node*. Pemilihan jumlah *hidden layer*

dan jumlah *node* yang tepat untuk sebuah jaringan belum pernah bisa dijelaskan pada satu formula tertentu. Pada penelitian ini, ditentukan jumlah *hidden layer* hanya sejumlah 1 *hidden layer* karena terbukti memberikan hasil lebih cepat namun masih meberikan hasil yang cukup akurat. Pada pemilihan jumlah *node*, penelitian kali ini menggunakan sistem *trial and error* untuk menentukanya. Jumlah *node* sangat berpengaruh dalam menciptakan sebuah jaringan yang akurat. Pada penelitian ini, jumlah *node* terbaik didapatkan pada jumlah 8 *node* pada *hidden layer*.

2. Fungsi pelatihan

Fungsi pelatihan berfungsi melatih network dalam memahami *pattern* atau pola pada jaringan untuk dapat melakukan peramalan dengan akurat. Dari total 12 fungsi pelatihan pada MATLAB, yaitu Lavenberg-Marquardt (LM), BFGS Quasi-Newton (BFG), *Gradient Descent with Momentum* (GDM), *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning* (GDX) serta *Bayesian Regularization* (BR). Fungsi pelatihan Lavenberg-Marquardt (LM) dipilih dengan berdasarakan dari beberapa percobaan yang dilakukan oleh MATLAB terhadap beberapa fungsi pembelajaran lainnya serta penelitian yang dilakukan.

3. Fungsi Aktivasi

Nilai yang sebelumnya terfapat di *node* pada bagian *hidden layer* telah diolah dan dihitung. Perhitungan pada proses pengolahan data tersebut dilakukan oleh fungsi aktivasi. Pada setiap *hidden layer* terdapat fungsi aktivasi untuk menghitung prosesnya lalu dikirimkan ke *output layer*. Dari *output layer* untuk terakhir menghasilkan *output* juga terdapat fungsi aktivasi pada *hidden layer*-nya. Pada penelitian ini, fungsi aktivasi yang digunakan pada *hidden layer* adalah tansigmoid (*Tansig*), karena data penelitian telah dinormalisasi pada skala (-1,1) sebelum dimasukkan pada jaringan. Pada bagian *output layer* hanya menggunakan fungsi *Purelin*.

4. Fungsi performa

Fungsi performa pada *neural network* menggunakan metode *Mean Square Error* (MSE). Fungsi dari fungsi performa itu sendiri adalah untuk

mengitung kesalahan berdasarkan perbedaan hasil dari nilai pada data asli dengan nilai dari hasil pelatihan. Dapat diketahui bagaimana performa dari proses peramalan tersebut, sehingga dapat ditentukan metode mana yang menghasilkan peramalan terbaik.

5. Fungsi Pembelajaran

Dalam menentukan seberapa cepat jaringan dapat mempelajari serta menentukan *gradient* yang sesuai dengan bobot dan nilai dalam menghasilkan peramalan yang baik, *neural network* memiliki fungsi pembelajaran untuk melakukan tugas tersebut Terdapat dua fungsi pembelajaran, yaitu *learningd* serta *learningdm*. Setelah melakukan beberapa percobaan secara *trial and error*, didapatkan parameter pelatihan jaringan dengan hasil terbaik. Berikut ini merupakan parameter terbaik yang telah didapat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Parameter	Digunakan
Jumlah <i>hidden layer</i>	1
Jumlah <i>node</i>	8
Fungsi pelatihan	<i>Train LM (Levenberg-Marquardt)</i>
Fungsi aktivasi	- TANSIG - PURELIN (<i>Output</i>)
Fungsi performa	MSE
Fungsi pembelajaran	LearnGD (<i>Gradient Descent</i>)

Pada Tabel 3.2 merupakan arsitektur jaringan saraf tiruan yang terdapat parameter pelatihan pada bagian jendela pelatihan *neural network* toolbox. Adapun parameter untuk pelatihan adalah sebagai berikut.

- a. *Epoch*, pada proses pelatihan, satu kali siklus pelatihan terhadap sebuah jaringan disebut iterasi atau *Epoch*. Berhentinya iterasi adalah jika pelatihan sudah memenuhi kriteria parameter lain atau sudah mencapai batas maksimum iterasi. Pada percobaan ini batas maksimum *epoch* yang digunakan yaitu 1000 dan 100000 untuk *traingdm* dan *trainbr*.
- b. *Goal* adalah target error yang ingin dicapai pada pelatihan jaringan. *Goal* mempengaruhi performa pelatihan, pada percobaan ini nilai target yaitu 0.

Pelatihan akan terus berjalan hingga mendekati nilai dari target atau berhenti bila parameter yang lainnya sudah terpenuhi.

c. *Time* pada pelatihan *neural network* merupakan parameter waktu pada proses pelatihan. Parameter ini berfungsi menjadi *timer* pada proses pelatihan. Pada percobaan waktu ditetapkan *infinite*/tak terbatas sehingga parameter akan berhenti bergantung pada parameter lain.

d. Fail dapat ditentukan pada bagian (*max_fail*) yang berfungsi memberikan Batasan kegagalan pada pelatihan saat performa pelatihan menurun. Pada pelatihan ini kegagalan dibatasi sebanyak 100 kali.

e. *Learning rate* merupakan perubahan atau penambahan bobot dan padanan lainnya secara otomatis dapat dilakukan dengan mengatur *learning rate*. Pada percobaan ini nilai rasio yang digunakan yaitu 0,001 yang bertujuan untuk memperkecil perubahan nilai bobot agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Berikut dibawah telah dirangkum parameter pelatihan yang digunakan terdapat pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Parameter Pelatihan Jaringan Peramalan

Parameter	Value
<i>Epoch</i>	- 1000 (traingdm)
<i>Goal</i>	0
<i>Max Fail</i>	1000
<i>Time</i>	inf
<i>Learning rate</i>	0,001

Pada Tabel 3.3 merupakan parameter pelatihan jaringan yang digunakan dalam peramalan. Pelatihan jaringan saraf tiruan *backpropagation* membutuhkan beberapa parameter yaitu jumlah *epoch* 1000, jumlah *max fail* 1000 dan jumlah *learning rate* 0,001.