



**PRAKIRAAN KEBUTUHAN LISTRIK MENGGUNAKAN METODE JST
(JARINGAN SYARAF TIRUAN) *FEED FORWARD BACKPROPAGATION*
DI KABUPATEN PEMALANG TAHUN 2020-2024**

SKRIPSI

Untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

Eko Sefriyanto Adhi

5301412001

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “**Prakiraan Kebutuhan Listrik Menggunakan Metode JST (Jaringan Syaraf Tiruan) Feed Forward Backpropagation di Kabupaten Pemalang Tahun 2020 - 2024**” telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada Hari/Tanggal : Kamis, 22 Agustus 2019

Oleh

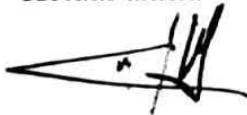
Nama : Eko Sefriyanto Adhi

NIM : 5301412001

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1

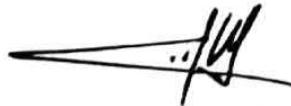
Panitia:

Ketua Panitia



Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

Sekretaris



Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

Penguji I



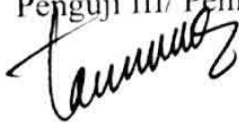
Drs. Djoko Adi Widodo, M.T.
NIP. 195909271986011001

Penguji II



Drs. Said Sunardiyo, M. T.
NIP.196505121991031003

Penguji III/ Pembimbing



Drs. Sutarno, M.T.
NIP. 195510051984031001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Oudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor) baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun diperguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketiada kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini.

Semarang, 20 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



Eko Sefriyanto Adhi
NIM.5301412001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur (Q.S. Yusuf:87)
- Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya, jika kamu orang-orang yang beriman (Q.S. Ali-Imran: 139)
- Cukuplah Allah bagiku, tiada Tuhan selain Dia. Hanya kepada-Nya aku bertawakal (Q.S. At-Taubah: 129)
- Jika kebaikan bisa kamu lakukan sekarang mengapa harus menunggu nanti

Persembahan:

1. Bapak Sahid Sujatmiko dan alm. Ibu Nafsah Aqomah tercinta, terima kasih atas cinta, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, doa, dan dukungan yang telah diberikan selama ini.
2. Kedua adikku Bagus Nugroho Mukti dan Muhammad Nur Anam serta keluarga besarku, terima kasih atas doa, perhatian dan dukungannya.
3. Semua rekan - rekan jurusan Teknik Elektro 2012
4. Soda Ocean family yang telah memberikan motivasi, semangat, bantuan dan hiburan
5. Sahabat-sahabatku yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama ini.
6. Almamaterku

ABSTRAK

Adhi, Eko Sefriyanto. 2019. “Prakiraan Kebutuhan Listrik Menggunakan Metode JST (Jaringan Syaraf Tiruan) *Feed Forward Backpropagation* Di Kabupaten Pemalang Tahun 2020-2024”. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Drs. Sutarno, M.T.

Pertumbuhan yang terjadi di Kabupaten Pemalang dari segala bidang mempengaruhi ketersediaan energi listrik agar senantiasa memadai dan tepat sasaran. Pada penelitian ini akan membahas analisa prakiraan kebutuhan listrik di Kabupaten Pemalang menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan bantuan *software* Matlab R2013a. Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui tingkat akurasi model Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk prakiraan kebutuhan listrik di Kabupaten Pemalang pada tahun 2020 – 2024.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi, studi pustaka, pengambilan ke PT PLN Rayon Pemalang, dan analisis prakiraan dengan menggunakan Matlab R2013a.

Setelah dilakukan analisa dengan menggunakan *software* Matlab R2013a, di dapatkan hasil bahwa metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dengan menggunakan fungsi pembelajaran *Gradient Descent* dengan *Momentum* dan *Adaptive Learning Rate* (GDM / *traingdm*) pada Matlab R2013a dapat melakukan prakiraan kebutuhan listrik jangka panjang kebutuhan konsumsi beban listrik di Kabupaten Pemalang pada tahun 2020 - 2024.

Hasil prakiraan beban listrik wilayah Kabupaten Pemalang dengan menggunakan *software* aplikasi Matlab didapatkan hasil pada tahun 2020 sebesar 3439 MVA, tahun 2021 sebesar 3696 MVA, tahun 2022 sebesar 3973 MVA, tahun 2023 sebesar 4275 MVA, tahun 2024 sebesar 4596 MVA, dan nilai rata-rata peningkatan kebutuhan konsumsi listrik setiap tahunnya sebesar 6,99% dengan nilai mse terbaik sebesar 0,8% pada 10 jaringan serta nilai MAPE sebesar 1,07%.

Kata Kunci: Matlab, Jaringan Syaraf Tiruan, Prakiraan Kebutuhan Listrik.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul ”Prakiraan Kebutuhan Listrik Menggunakan Metode JST (Jaringan Syaraf Tiruan) *Feed Forward Backpropagation* Di Kabupaten Pemalang Tahun 2017-2022”. Penulisan ini dapat terselesaikan karena adanya bimbingan, bantuan serta motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Ing. Dhidik Prastiyanto, M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang atas kemudahan administrasi dalam menyelesaikan skripsi.
4. Drs. Sutarno, M.T., Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, petunjuk, motivasi, semangat dan dukungan dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bekal dalam penyusunan skripsi ini.
6. Orang tuaku tercinta yang tak pernah lelah memberikan cinta, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, doa, dan dukungan kepada penulis.
7. Sahabat-sahabat Pendidikan Teknik Elektro 2012 yang telah berjuang bersama, memberikan motivasi dan do’a.
8. Keluarga besar Soda Ocean yang telah memberikan motivasi, semangat, dukungan serta hiburan kepada penulis
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa apa yang telah penulis sampaikan masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun untuk skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 22 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
G. Penegasan Istilah	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Prakiraan (Forecasting).....	8
1. Klasifikasi Teknik Prakiraan	8

2. Metode Prakiraan.....	11
3. Karakteristik Beban Listrik	12
B. Data.....	13
C. Jaringan Syaraf Tiruan.....	16
1. Keunggulan dan Kelemahan Neural Network.....	17
2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	18
3. Fungsi Aktivasi.....	21
D. Backpropagation.....	23
1. Arsitektur Backpropagation.....	23
2. Pengaturan Bobot dan Bias Awal.....	25
3. Jumlah <i>Hidden Layer</i> (Layen Tersembunyi).....	26
4. Jumlah Pola Pelatihan (<i>Epoch</i>).....	26
5. Lama Iterasi	27
6. Parameter Laju Pembelajaran (<i>Learning rate</i>).....	27
7. Momentum.....	28
8. Pengukuran Kesalahan Prakiraan	28
E. Penelitian Terdahulu.....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
A. Jenis Penelitian	32
B. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	32
C. Desain Penelitian	33
D. Alat dan Bahan	34
E. Teknik Pengumpulan Data	34

F. Teknik Pengolahan dan Analisis Data.....	35
1. Seleksi dan Persiapan Data.....	36
2. Pelatihan (<i>Train</i>) Jaringan Syaraf Tiruan	38
3. Tahap Prakiraan Jaringan Syaraf Tiruan	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
A. Hasil Penelitian.....	46
1. Praproses Data	46
2. Pelatihan (<i>Train</i>) Jaringan Syaraf Tiruan	48
3. Prakiraan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan	52
4. Validasi Hasil Penelitian	54
B. Pembahasan	55
BAB V PENUTUP.....	61
A. Simpulan.....	61
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Teknik Prakiraan.....	9
Tabel 4.1 Data Konsumsi Beban 2014 – 2018.....	47
Tabel 4.2 Hasil Prakiraan JST.....	54
Tabel 4.3 Perbandingan Nilai MSE Tiap Jaringan	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Layar Tunggal.....	19
Gambar 2.2 Jaringan Layar Jamak.....	19
Gambar 2.3 Jaringan Syaraf Tiruan Recurrent	20
Gambar 2.4 Grafik Fungsi Sigmoid Biner	22
Gambar 2.5 Grafik Fungsi Sigmoid Bipolar	22
Gambar 2.6 Arsitektur Backpropagation	23
Gambar 2.7 Diagram Blok Ilustrasi JST Backpropagation.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Mekanisme Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengolahan Data	36
Gambar 3.3 Diagram Blok Model JST	37
Gambar 3.4 Daftar Pola Pembelajaran JST.....	39
Gambar 3.5 Toolbox Neural Network	39
Gambar 3.6 Toolbox Import Data	40
Gambar 3.7 Toolbox Pembuatan Jaringan	40
Gambar 3.8 Toolbox Network/Data Manager	41
Gambar 3.9 Network atau Jaringan Pembelajaran.....	42
Gambar 3.10 Toolbox Jaringan Bagian Pembelajaran.....	42
Gambar 3.11 Parameter Pembelajaran	43
Gambar 3.12 Kotak Dialog Hasil Regresi	45
Gambar 3.13 Toolbox Jaringan Prakiraan	46
Gambar 3.14 Contoh Hasil Output Pelatihan JST	46

Gambar 4.1 Grafik Total Konsumsi Energi Listrik	48
Gambar 4.2 Pola Pembelajaran JST.....	49
Gambar 4.3 Hasil Error Pelatihan JST.....	52
Gambar 4.4 Hasil Output Pelatihan JST	52
Gambar 4.5 Hasil Plot Regresi Pelatihan JST.....	52
Gambar 4.6 Prakiraan Beban Listrik Tahun 2020 – 2024	53
Gambar 4.7 Grafik Hasil Prakiraan dengan Matlab.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Dosen Pembimbing	66
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian	69
Lampiran 3. Surat Balasan Izin Penelitian	70

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Pemalang saat ini sedang mengalami pertumbuhan di segala bidang, data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Pemalang menyebutkan bahwa rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk di Kabupaten Pemalang sejak 2014 hingga 2018 sebesar 5,3% per tahun, dan tingkat pertumbuhan ekonomi dalam satuan nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) sebesar 2,7% per tahun yang diperkuat dengan naiknya nilai Upah Minimum Kabupaten (UMK) di Kabupaten Pemalang sebesar 8% setiap tahunnya, dengan pertumbuhan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat dipengaruhi dari ketersediaan energi listrik yang memadai dan tepat sasaran. Dalam memenuhi kebutuhan energi listrik, Kabupaten Pemalang bergantung pada sumber listrik jaringan interkoneksi Jawa - Bali. Sebagai penyedia tenaga listrik dalam hal ini yakni PLN, jumlah daya yang dihasilkan dari pembangkit dan didistribusikan ke konsumen haruslah sesuai dengan permintaan daya yang diminta. Oleh karenanya, prediksi kebutuhan energi listrik perlu dikembangkan dengan tujuan memprediksi beban secara aktual sehingga daya yang dibangkitkan dan didistribusikan sesuai dengan permintaan dari konsumen saat itu (Fajar, 2012).

Perencana prakiraan kebutuhan energi listrik harus pintar melihat kemungkinan-kemungkinan perkembangan sistem tenaga ditahun-tahun yang akan datang. Berdasarkan materi teknis RUKN (Rencana Umum

Ketenagalistrikan Nasional) tahun 2008-2027, pemenuhan kebutuhan tenaga listrik di berbagai wilayah/daerah belum terpenuhi baik secara kualitas maupun kuantitas sesuai yang dibutuhkan konsumen. Peningkatan konsumsi energi listrik di Kabupaten Pemalang Jawa Tengah, mulai dari tahun 2016 hingga 2018 rata – rata sebesar 7,8% pertahun (PLN APD Pemalang ,2018) sedangkan dalam skala regional Jawa - Bali peningkatan 2008-2027 diperkirakan 10% setiap tahunnya (RUKN,2008). Kecenderungan peningkatan konsumsi energi listrik di tahun 2016 – 2018 yang terjadi di Kabupaten Pemalang kemungkinan akan terus berlanjut di masa mendatang mengingat peningkatan jumlah konsumen yang melakukan pemasangan listrik rata- rata mencapai 800 sambungan baru setiap tahunnya mulai dari sektor rumah tangga, bisnis dan sarana umum (PLN APD Pemalang, 2018).

Perencanaan kebutuhan energi listrik, khususnya di Kabupaten Pemalang pada saat ini jarang dilakukan prakiraan untuk skala Dati II kabupaten/kotamadya, karena pada umumnya sudah termasuk dalam kebutuhan energi listrik pada tingkat Provinsi. Menurut prakiraan melalui pengkajian-pengkajian kecenderungan peningkatan konsumsi listrik di masa lalu ke masa yang akan datang oleh PT. PLN Persero Area Tegal wilayah kerja Kabupaten Pemalang didapat nilai error sebesar 7%, oleh karena itu perencanaan yang baik diharapkan dapat memprediksi kebutuhan energi listrik dalam kegiatan pengembangan khususnya di Kabupaten Pemalang sehingga tidak terjadi pemadaman di daerah tertentu akibat kekurangan daya yang disuplai. Prakiraan juga diharapkan dapat mengantisipasi kerugian daya

listrik jika daya yang dikirim dari bus - bus pembangkit jauh lebih besar daripada permintaan daya pada bus- bus beban (Marsiana, 2014).

Pada penelitian ini, digunakan pengaplikasian salah satu program untuk mempermudah penghitungan yaitu Matlab dengan memanfaatkan salah satu fungsi *Neural Network* untuk memperkirakan konsumsi beban listrik. Karakteristik *Neural Network* ditentukan oleh Pola hubungan antar neuron yang disebut dengan arsitektur jaringan, lalu metode untuk menentukan bobot penghubung yang disebut metode *training/learning* dan fungsi aktivasi (Agus Hasim, 2008). Beberapa keunggulan dalam prakiraan beban menggunakan JST yakni *Adaptive learning, Self Organization, Real Time Operation, Fault Tolerance* melalui *Redundant Information Coding* (Diyah, 2006) yang tanpa perlu menggunakan rumus ataupun perhitungan dalam metodenya, serta memiliki keakuratan tinggi dengan syarat data yang dimasukkan memenuhi syarat jumlah dan validitas tinggi (Fajar Alya, 2012) dan kemampuan komputasi yang paralel dengan cara belajar dari pola-pola yang diajarkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk memilih judul “Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Dengan Metode JST (Jaringan Syaraf Tiruan) *Feed Forward Backpropagation* Di Kabupaten Pemalang Pada Tahun 2020-2024”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat masalah yang dapat diidentifikasi yakni faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kebutuhan energi listrik, seperti rasio pertumbuhan penduduk, pertumbuhan

ekonomi yang meliputi nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dan kenaikan UMK. Pertumbuhan industri, kenaikan harga listrik dan Bahan Bakar Minyak (BBM), Lingkup Sosial Budaya yang meliputi kejadian atau *event* khusus setiap tahunnya, hingga dari sisi teknis dan non teknis PLN seperti jumlah dan jenis pelanggan PLN, daya yang tersambung, dan energi yang dijual serta beban puncak, oleh karenanya dibutuhkan prakiraan dengan tingkat *error* yang lebih baik dan dengan data input berupa faktor yang lebih kompleks.

C. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mempersempit ruang lingkup permasalahan yang akan dikaji lebih lanjut.

Pembatasan masalah tersebut yaitu :

1. Ruang lingkup penelitian adalah wilayah kabupaten Pemalang, Jawa Tengah.
2. Prakiraan yang dilakukan adalah prakiraan kebutuhan energi listrik Kabupaten Pemalang pada bulan Januari 2020 sampai Juni tahun 2024.
3. Input JST adalah beban listrik di Kabupaten Pemalang pada tahun 2014-2018, pertumbuhan penduduk, jumlah pelanggan, konsumsi energi, jumlah trafo terpasang, pertumbuhan ekonomi (PDRB) dari 4 sektor yakni rumah tangga, industri, layanan publik dan komersial serta kenaikan UMK.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada skripsi ini, yaitu bagaimana mendapatkan persamaan model prakiraan kebutuhan listrik jangka panjang di Kabupaten Pemalang pada tahun 2020-2024 menggunakan metode Jaringan Syaraf

Tiruan (JST) *Feed Forward Backpropagation* yang menghasilkan nilai *error* terbaik.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini antara lain :

1. Membuat model prakiraan kebutuhan listrik jangka panjang di Indonesia, khususnya pada sistem kelistrikan di Kabupaten Pemalang, dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Feed Forward Backpropagation*.
2. Mengetahui tingkat akurasi model prakiraan kebutuhan listrik jangka panjang menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Feed Forward Backpropagation* dengan melihat besarnya presentase kesalahan (*error*).

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat digunakan sebagai alternatif metode prakiraan oleh PLN atau peneliti untuk memperoleh hasil akurasi yang lebih baik.
2. Dapat menjadi referensi para peneliti yang ingin menggunakan metode serupa, karena penjelasan mengenai teknik dan cara penerapan metode JST (Jaringan Syaraf Tiruan) tertera didalam penelitian ini.
3. Dapat digunakan sebagai bahan rujukan atau pertimbangan oleh peneliti selanjutnya dalam menentukan metode lain yang lebih efektif.

G. Penegasan Istilah

Perlu dijelaskan istilah yang berkaitan dengan judul dalam penelitian ini agar mudah dipahami, terarah, jelas dan tepat sasaran. Selain itu juga untuk

menghindari agar tidak terjadi kesalahpahaman serta salah tafsir. Adapaun istilah yang perlu dijelaskan adalah :

1. Prakiraan

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) memiliki arti hasil yakni memprakirakan / melakukan peramalan, adalah suatu peristiwa berdasarkan hasil perhitungan rasional atau ketepatan analisis data.

2. Beban Listrik

Suatu peralatan yang terkoneksi dengan sistem daya sehingga mengkonsumsi energi listrik. atau Total daya aktif/reaktif yang dikonsumsi oleh suatu peralatan yang terkoneksi ke sistem daya.

3. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi (J.J Siang, 2005:2).

4. Metode Backpropagation

Backpropation merupakan salah satu metode JST yang menggunakan satu atau beberapa layer tersembunyi. Penggunaan layer tersembunyi ini dimaksudkan sebagai penyempurna dari kelemahan pengenalan pola yang bisa terjadi pada layar tunggal. (J.J Siang, 2009:87).

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Prakiraan (Forecasting)

Prakiraan pada dasarnya merupakan suatu dugaan atau prediksi mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di masa yang akan datang. Prakiraan dapat disebut juga dengan peramalan yang ilmiah (*educated guess*). Setiap pengambilan keputusan yang menyangkut keadaan di masa yang akan datang, maka pasti ada prakiraan yang melandasi pengambilan keputusan tersebut (S. Assauri, 1984).

Prakiraan adalah penggunaan data masa lalu dari sebuah variabel atau kumpulan variabel untuk mengestimasi nilainya di masa yang akan datang. Asumsi dasar dalam penerapan teknik prakiraan adalah: *“if we can predict what the future will be like we can modify our behaviour now to be in a better position, than we otherwise would have been, when the future arrives”*. Artinya, jika kita dapat memprediksi apa yang terjadi di masa depan maka kita dapat mengubah kebiasaan kita saat ini menjadi lebih baik dan akan jauh lebih berbeda di masa yang akan datang. Hal ini disebabkan kinerja di masa lalu akan terus berulang setidaknya dalam masa mendatang yang relatif dekat (Murahartawaty, 2009).

1. Klasifikasi Teknik Prakiraan

Pada umumnya teknik prakiraan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis bergantung dari cara melihatnya, yaitu :

a. Dilihat dari sifat penyusunannya

1. Prakiraan yang subjektif, yaitu prakiraan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari penyusunnya. Dalam hal ini pandangan orang yang menyusunnya sangat menentukan baik tidaknya hasil prakiraan tersebut.
2. Prakiraan yang objektif, yaitu prakiraan yang didasarkan atas data yang relevan pada masa lalu, dengan menggunakan teknik-teknik dan metode - metode dalam penganalisaannya.

Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi Teknik Prakiraan

Rentang Waktu	Tipe Keputusan	Contoh
Jangka Pendek	Operasional	Perencanaan Produksi, Distribusi
Jangka Menengah	Taktis	Penyewaan lokasi dan Peralatan
Jangka Panjang	Strategis	Penelitian dan Pengembangan akuisisi dan merger

Sumber : Murahartawaty, 2009

b. Dilihat dari jangka waktu prakiraannya (Marsudi, 2006) :

1. Prakiraan jangka pendek (short term forecasting), yaitu prakiraan yang dilakukan untuk penyusunan hasil prakiraan yang jangka waktunya harian hingga setiap jam. Biasa digunakan untuk studi perbandingan beban listrik prakiraan dengan aktual (realtime).
2. Prakiraan jangka menengah (mid term forecasting), yaitu prakiraan yang dilakukan untuk penyusunan hasil prakiraan yang

jangka waktunya mingguan hingga bulanan. Biasa digunakan untuk mempersiapkan jadwal persiapan dan operasional sisi pembangkit.

3. Prakiraan jangka panjang (long term forecasting), yaitu prakiraan yang dilakukan untuk penyusunan hasil prakiraan yang jangka waktunya tahunan atau beberapa tahun kedepan. Biasanya dapat digunakan untuk mempersiapkan ketersediaan unit pembangkitan, sistem transmisi, serta distribusi.

c. Dilihat dari sifat prakiraan yang telah disusun (Marsudi, 2006) :

1. Prakiraan kualitatif, yaitu prakiraan yang didasarkan atas kualitatif pada masa lalu. Hasil prakiraan yang dibuat sangat tergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil prakiraan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, judgement atau pendapat dan pengetahuan serta pengalaman dari penyusunnya
2. Prakiraan kuantitatif, yaitu prakiraan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil prakiraan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang digunakan dalam prakiraan tersebut. Dengan metode yang berbeda akan diperoleh hasil prakiraan yang berbeda, adapun yang perlu diperhatikan dari penggunaan metode tersebut, adalah baik tidaknya metode yang digunakan, sangat ditentukan oleh perbedaan atau penyimpangan antara hasil prakiraan dengan kenyataan yang terjadi.

2. Metode Prakiraan

Beberapa teknik prakiraan yang telah dikembangkan untuk prakiraan dapat dikelompokkan ke dalam dua metode yaitu kualitatif dan kuantitatif, dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yaitu metode prakiraan dengan menggunakan pola data historis yang dimiliki. Prakiraan kuantitatif digunakan bila memenuhi kondisi sebagai berikut (Nasution, 2011) :

- a. Tersedianya data atau informasi tentang masa lalu.
- b. Informasi masa lalu tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data.
- c. Informasi masa lalu yang diperoleh dapat diasumsikan polanya akan terus berlanjut sampai ke masa datang.

Metode kuantitatif dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Metode Deret Berkala (*Time Series*)

Teknik prakiraan yang menggunakan sejumlah data masa lalu untuk membuat prakiraan. Membuat prediksi dengan asumsi bahwa masa depan adalah fungsi dari masa lalu (Silvana, 2012). Tujuan dari metode ini adalah meneliti pola data yang dipakai untuk meramal dan melakukan ekstrapolasi ke masa depan yang akan diramalkan untuk mengetahui pola data yang diperlukan dalam menentukan metode prakiraan yang sesuai.

2. Metode Kausal

Metode kausal adalah metode prakiraan yang menggabungkan banyak variabel atau faktor yang mungkin

mempengaruhi kuantitas yang sedang diramalkan (Silvana, 2012). Metode ini mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab akibat.

Sedangkan metode kualitatif berbeda dari metode kuantitatif, metode ini tidak memerlukan data historis. Input yang dibutuhkan bergantung kepada pertimbangan dan pengetahuan yang telah di dapat. Silvana (2012) mengatakan metode kualitatif merupakan produksi intuisi yang bersifat subyektif.

3. Karakteristik Beban Listrik

Beban Listrik adalah Suatu piranti yang terkoneksi dengan sistem daya sehingga mengkonsumsi energi listrik atau Total daya aktif/reaktif yang dikonsumsi oleh suatu peralatan yang terkoneksi ke sistem daya. (Febi Setyo P, 2015). Menurut D. Suswanto (2003) kegiatan pemakaian (konsumsi) listrik kita dikelompokkan menjadi 4 sesuai dengan karakteristiknya masing-masing, yaitu :

1. Beban rumah tangga, beban ini memiliki karakteristik pembebanan yang ditunjukkan oleh adanya fluktuasi konsumsi energi listrik yang cukup besar, utamanya terjadi pada saat malam hari.
2. Beban komersil, beban ini memiliki karakteristik pembebanan yang mempunyai beban puncak yang lebih tinggi pada siang hari dan akan menurun di waktu malam hari, saat perkantoran dan pertokoan mulai tidak beroperasi.

3. Beban industri, beban yang memiliki karakteristik pembebanan yang relatif stabil, nilai perbandingan rata-rata beban puncak tiap harinya akan mendekati satu.
4. Beban layanan publik, karakteristik beban ini bersifat sama seperti beban industri yang relatif stabil, karena digunakan secara umum dan kontinyu.

B. Data

Data merupakan hasil pencatatan peneliti, baik berupa fakta ataupun angka (S. Arikunto, 2006). Ada beberapa jenis pembagian data menurut (J. Supranto, 2004), diantaranya:

1. Menurut Sifatnya

- a. Data kualitatif, ialah data yang tidak berbentuk angka. Misalnya penjualan merosot, produksi meningkat (tanpa menunjukkan angkanya), para karyawan suatu perusahaan resah, pasaran tekstil sepi, dia orang kaya, harga daging mahal, rakyat suatu negara makmur, keamanan mantap, tertib, harga stabil, dan lain sebagainya.
- b. Data kuantitatif, ialah data yang berbentuk angka. Misalnya produksi beras 30 juta ton, produksi minyak naik 10%, karyawan yang resah hanya 5%, kekayaan orang tersebut bernilai Rp 850.000.000,00, harga daging per kg Rp 2000, pendapatan per kapita penduduk suatu negara US \$6000 per tahun, penjualan mencapai 500 juta, dan sebagainya.

2. Menurut sumber data

- a. Data internal, ialah data yang menggambarkan keadaan dalam suatu organisasi (misalnya : suatu perusahaan, departemen, negara). Data internal suatu perusahaan meliputi data tenaga kerja, data keuangan, data peralatan / mesin, data kebutuhan bahan mentah, data produksi, data hasil penjualan ; suatu departemen antara lain meliputi : data kepegawaian data peralatan, data keuangan dan lain sebagainya ; suatu negara meliputi data penduduk, data pendapatan nasional, data keuangan negara, data konsumsi, data ekspor dan import, data investasi dan lain sebagainya. Pada dasarnya data internal meliputi data input dan output suatu organisasi, sebab suatu organisasi yang dibentuk pasti bertujuan untuk menghasilkan produksi dan jasa (output). Pimpinan atau kepala suatu organisasi harus mengelola input secara efisien dan efektif untuk mencapai output yang optimum.
- b. Data eksternal, ialah data yang menggambarkan keadaan di luar suatu organisasi. Kehidupan suatu perusahaan misalnya dipengaruhi oleh faktor - faktor yang berasal baik dari dalam maupun dari luar perusahaan tersebut. Data menggambarkan faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi kehidupan perusahaan antara lain daya beli masyarakat, selera masyarakat, konsumsi listrik masyarakat, saingan dari barang sejenis baik dari impor maupun produksi domestik, perkembangan harga, dan keadaan perekonomian pada umumnya.

Juga kehidupan suatu negara dipengaruhi oleh kejadian-kejadian yang terjadi di luar negara tersebut seperti krisis moneter, krisis energi, perang teluk, dan sebagainya.

3. Menurut cara memperolehnya
 - a. Data primer, ialah data yang dikumpulkan langsung dari obyeknya dan diolah sendiri oleh suatu organisasi atau perorangan. Misalnya data konsumsi listrik oleh PLN, suatu perusahaan mendatangi para ibu rumah tangga menanyakan tentang banyaknya permintaan sabun, tapal gigi, dan lain sebagainya. Departemen perdagangan mengumpulkan harga langsung dari pasar, biro pusat statistik mengumpulkan data industri langsung mendatangi perusahaan kemudian mengolahnya.
 - b. Data sekunder, ialah data yang diperoleh oleh suatu organisasi atau perusahaan dalam bentuk yang sudah jadi berupa publikasi. Suatu departemen atau perusahaan memperoleh data penduduk, pendapatan nasional, indeks harga konsumen dari biro pusat statistik dan data perbankan dari Bank Indonesia.
4. Menurut waktu pengumpulannya
 - a. Data cross section, ialah data yang dikumpulkan pada suatu waktu tertentu untuk menggambarkan keadaan pada waktu tersebut. Misalnya pendapatan nasional tahun 1991 menggambarkan keadaan pendapatan tingkat nasional pada tahun 1991, produksi dan penjualan suatu perusahaan tahun 1992 menggambarkan keadaan

produksi dan penjualan tahun 1992, data beban listrik area Semarang 2014 yang menyatakan konsumsi listrik secara total di daerah Semarang pada tahun 2014 dan lain sebagainya.

- b. Data berkala (time series), adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan perkembangan atau pertumbuhan. Data produksi semen Cibinong dari tahun 1974 s/d 1992, data pemakaian listrik dari tahun 2010 s/d 2014 menggambarkan perkembangan tingkat konsumsi listrik selama 4 tahun.

C. Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut Jong Jek Siang (2005:3), jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi. Suatu jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh 3 hal, yakni :

- a. Pola-pola hubungan antar neuron yang disebut arsitektur jaringan.
- b. Metode penentuan bobot penghubung yang disebut metode *training / learning / algoritma*.
- c. Fungsi aktivasi yang digunakan.

Jaringan syaraf tiruan berfungsi membuat pemodelan sistem komputasi yang dapat menirukan jaringan syaraf biologis manusia yang pemrosesan utamanya ada di otak. Analogi sistem kerja otak manusia tersebut membuat neural network mempunyai bagian – bagian layaknya sel syaraf manusia yakni : sebuah unit pemroses yang disebut neuron (dalam otak manusia

disebut akson) yang berisi penambah dan fungsi aktivasi, sejumlah bobot (dalam otak manusia disebut sinaps), sejumlah vektor masukan (dalam otak manusia disebut dendrit). Fungsi aktivasi digunakan untuk mengatur keluaran yang diberikan oleh neuron.

1. Keunggulan Dan Kelemahan Neural Network

Sebagai alat pemecah masalah, neural network atau jaringan syaraf tiruan memiliki keunggulan dan kelemahan, beberapa keunggulan Neural Network (Diyah, 2006) :

- 1) *Adaptive learning*: Suatu kemampuan untuk melakukan suatu kegiatan yang didasarkan atas data yang diberikan pada saat pembelajaran atau dari pengalaman sebelumnya.
- 2) *Self-Organisation*: Dapat membuat organisasi sendiri atau merepresentasikan informasi yang didapat pada saat pembelajaran.
- 3) *Real Time Operation*: Dapat menghasilkan perhitungan parallel dan dengan device hardware yang khusus yang dibuat akan memberikan keuntungan dengan adanya kemampuan tersebut.
- 4) *Fault Tolerance* melalui *Redundant Information Coding*: Kerusakan pada bagian tertentu dari jaringan akan mengakibatkan penurunan kemampuan. Beberapa jaringan mempunyai kemampuan untuk menahan kerusakan besar pada jaringan.
- 5) Kelebihan Jaringan Syaraf Tiruan terletak pada kemampuan belajar yang dimilikinya. Dengan kemampuan tersebut pengguna tidak perlu merumuskan kaidah atau fungsinya. Jaringan Syaraf

Tiruan akan belajar mencari sendiri kaidah atau fungsi tersebut. Dengan demikian *Neural Network* mampu digunakan untuk menyelesaikan masalah yang rumit dan atau masalah yang terdapat kaidah atau fungsi yang tidak diketahui.

- 6) Kemampuan *Neural Network* dalam menyelesaikan masalah yang rumit telah dibuktikan dalam berbagai macam penelitian.

Adapula Kelemahan dari metode *Neural Network* yaitu :

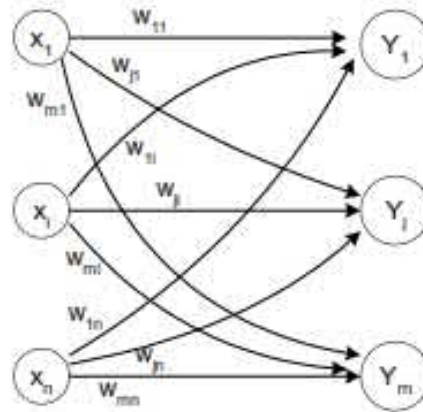
- a. *Neural Network* kurang sesuai digunakan untuk aritmatika dan pengolahan data.
- b. *Neural Network* masih membutuhkan campur tangan penguji untuk memasukkan pengetahuan dan menguji data.
- c. belum ditemukan metode paling efektif dalam mempresentasikan data input, memilih arsitektur yang sesuai.

2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Berdasarkan jumlah layer dalam suatu jaringan syaraf tiruan, maka dapat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu :

a. Jaringan Layar Tunggal (*Single Layer Network*)

Semua unit input dalam jaringan ini dihubungkan dengan semua unit output, meskipun dengan bobot yang berbeda-beda. Jaringan layar tunggal ditunjukkan pada Gambar 2.1

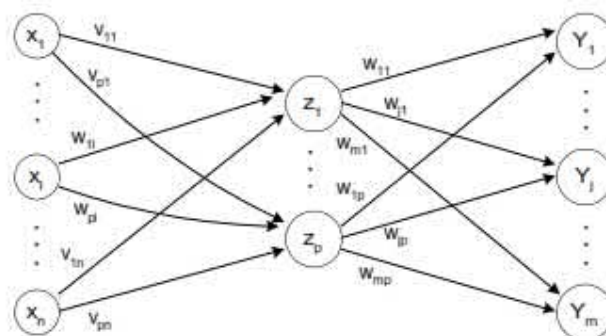


Gambar 2.1 Jaringan layer tunggal

(Sumber J.J Siang, 2003)

b. Jaringan Layer Jamak (Multi Layer Network)

Jaringan layer jamak merupakan perluasan dari layer tunggal. Jaringan layer jamak memperkenalkan satu atau lebih layer tersembunyi (hidden layer) yang mempunyai simpul yang disebut neuron tersembunyi (hidden neuron). Jaringan layer jamak ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.2 Jaringan layer jamak

(Sumber J.J Siang, 2003)

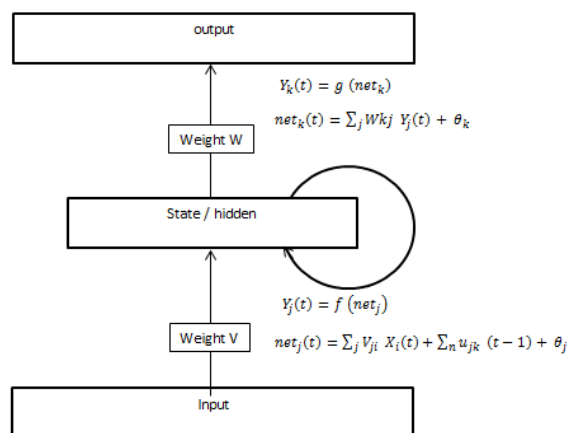
Selain dibedakan dari jumlah layernya, jaringan syaraf tiruan dapat dibedakan berdasarkan arah aliran input, yang dibedakan menjadi dua kelas, yaitu :

a. Jaringan umpan maju (*Feedforward Network*).

Pada jaringan umpan maju, sinyal bergerak dari unit masukan ke unit keluaran dengan arah maju (Fajar, 2012), jaringan layer tunggal dan jaringan layer jamak yang ditunjukkan gambar 2.1 dan gambar 2.2 sebelumnya merupakan contoh dari jaringan umpan maju.

b. Jaringan umpan balik (*Reccurent Network*).

Pada jaringan *reccurent* terdapat neuron output yang memberikan sinyal pada unit input yang sering disebut *feedback loop* (Dinar,2004), sebagai contoh suatu reccurent network bisa terdiri dari satu lapisan neuron tunggal dengan masing- masing neuron memberikan kembali outputnya sebagai input pada semua neuron yang lain.



Gambar 2.3 Jaringan Syaraf Tiruan reccurent (Dinar A.S 2004)

3. Fungsi Aktivasi

Fungsi Aktivasi dipakai untuk menentukan keluaran suatu neuron. Dalam backpropagation, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat yaitu : kontinu, terdiferensial dengan mudah dan merupakan fungsi yang tidak turun. Beberapa fungsi yang sering dipakai adalah sebagai berikut :

a. Fungsi *Threshold* (batas ambang)

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \geq a \\ 0 & \text{jika } x \leq a \end{cases} \quad (\text{J.J Siang, 2008:26})$$

Untuk beberapa kasus, fungsi threshold yang dibuat tidak berharga 1 atau 0, tapi berharga -1 atau 1 (sering disebut threshold bipolar), jadi

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \geq a \\ -1 & \text{jika } x \leq a \end{cases} \quad (\text{J.J Siang, 2008:26})$$

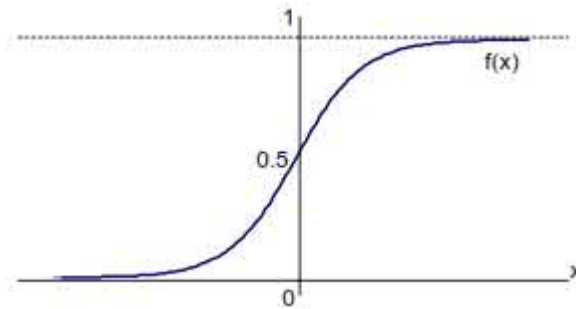
b. Fungsi Sigmoid Biner

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (\text{J.J Siang, 2008:26})$$

Fungsi sigmoid biner sering digunakan karena nilai fungsinya yang terletak antara 0 dan 1 dan dapat diturunkan dengan mudah.

$$f'(x) = f(x) (1-f(x)) \quad (\text{J.J Siang, 2008:26})$$

dengan : $f'(x)$ = turunan pertama dari fungsi sigmoid



Gambar 2.3 Grafik fungsi sigmoid biner

(Sumber J.J Siang, 2008:99)

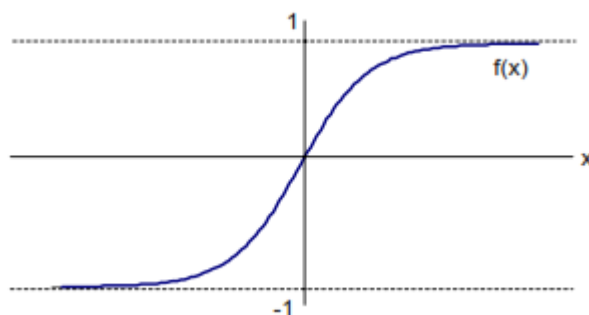
c. Fungsi Sigmoid Bipolar

$$f(x) = \frac{2}{1+e^{-x}} - 1 \quad (\text{J.J Siang, 2008:99})$$

Fungsi sigmoid bipolar memiliki bentuk yang mirip dengan fungsi sigmoid biner, perbedaannya yakni sigmoid bipolar memiliki range $(-1,1)$

$$f'(x) = \frac{(1+f(x))(1-f(x))}{2} \quad (\text{J.J Siang, 2008:99})$$

dengan : $f'(x)$ = turunan pertama dari fungsi sigmoid



Gambar 2.4 Grafik fungsi sigmoid bipolar

(Sumber J.J Siang, 2008:100)

d. Fungsi Identitas

Fungsi identitas dapat dirumuskan sebagai :

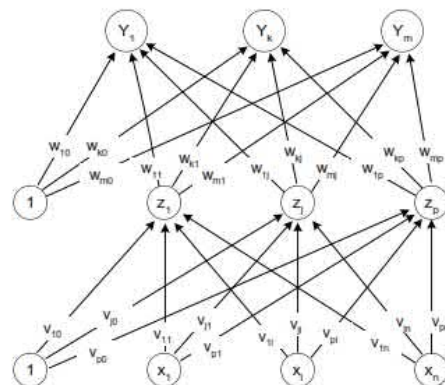
$$f(x) = x \quad (\text{J.J Siang, 2008:26})$$

D. *Backpropagation*

1. Arsitektur Backpropagation

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layer tersembunyi. Gambar 2.1 adalah arsitektur backpropagation dengan n buah masukan (ditambah sebuah bias), sebuah layer tersembunyi yang terdiri dari p unit (ditambah sebuah bias), serta m buah unit keluaran.

V_{ji} merupakan bobot garis dari unit masukan x_i ke unit layer tersembunyi z_j dengan v_{j0} merupakan bobot garis yang menghubungkan bias di unit masukan ke unit later tersembunyi z_j). W_{kj} merupakan bobot dari unit layer tersembunyi z_j ke unit keluaran y_k , dengan W_{k0} merupakan bobot dari bias di layer tersembunyi ke unit keluaran z_k . (J.J Siang, 2003:99)

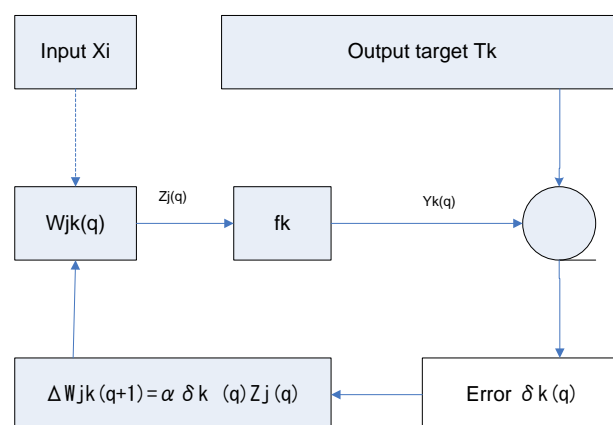


Gambar 2.2 Contoh arsitektur *backpropagation*.

(Sumber : J.J Siang, 2003)

Variabel V_{ji} adalah bobot garis dari unit masukan X_i ke unit layer tersembunyi Z_j . Variabel V_{j0} adalah bobot garis yang menghubungkan bias di unit masukan Z_j . Variabel W_{kj} adalah bobot dari unit layer tersembunyi Z_j ke unit keluaran Y_k . Variabel W_{k0} adalah bobot dari bias layer tersembunyi ke unit keluaran Y_k . (Dinar A.S, 2004)

Pelatihan backpropagation terdiri dari 3 fase. Fase pertama adalah fase maju, pola masukan dihitung maju dimulai dari layer masukan hingga layer keluaran dengan memakai fungsi aktivasi yang telah ditentukan sebelumnya. Fase kedua adalah fase mundur yaitu selisih antara keluaran jaringan dengan target yang ingin dicapai adalah error yang terjadi. Nilai error tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di layer keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menegcilkan nilai error yang terjadi, blok diagram dari algoritma backpropagation ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 2.8 diagram blok ilustrasi JST backpropagation.
(Arief Heru K, 2005)

Keterangan :

X_i : sinyal masukan pembelajaran

W_{jk} : bobot koneksi antara sel j ke sel k

Z_i : sinyal keluaran unit tersembunyi.

F_k : sinyal keluaran target (referensi)

δ_k : sinyal kesalahan (error)

α : konstanta laju pembelajaran

q : Iterasi (pengulangan) ke- q

2. Pengaturan Bobot dan Bias Awal

Pemilihan bobot awal akan mempengaruhi apakah jaringan mencapai titik minimum local atau global, dan seberapa cepat konvergensinya. Menurut Nguyen dan Widrow (1990) dalam J.J Siang (2003) mengusulkan cara membuat inisialisasi bobot dan bias ke unit tersembunyi sehingga menghasilkan iterasi lebih cepat. Algoritma inisialisasi Nguyen Widrow adalah sebagai berikut :

a. Inisialisasi semua bobot (v_{ji} (lama)) dengan bilangan acak dalam interval $[-0,5, 0,5]$

b. Hitung $\|V_j\| = \sqrt{v_{j1}^2 + v_{j2}^2 + \dots + v_{jn}^2}$

c. Bobot yang dipakai sebagai inisialisasi = $v_{ji} = \frac{\beta v_{ji} \text{ (lama)}}{\|v_j\|}$

d. Bias yang dipakai sebagai inisialisasi = $v_{j0} =$ bilangan acak antara $-\beta$ dan β

Dengan : n = jumlah unit masukan

P = jumlah unit tersembunyi

β = faktor skala = $0,7 \sqrt{p}$

3. Jumlah Hidden Layer (Layar Tersembunyi)

Hasil teoritis yang didapat menunjukkan bahwa jaringan dengan sebuah layar tersembunyi sudah cukup bagi *Backpropagation* untuk mengenali sembarang perkawanan antara masukan dan target dengan tingkat ketelitian yang ditentukan. Akan tetapi penambahan jumlah layar tersembunyi kadangkala membuat pelatihan lebih mudah.

Jika jaringan memiliki lebih dari satu layar tersembunyi, maka algoritma pelatihan yang dijabarkan sebelumnya perlu direvisi. Dalam propagasi maju, keluaran harus dihitung untuk tiap layar, dimulai dari layar tersembunyi paling bawah (terdekat dengan masukan). Sebaliknya, dalam propagasi mundur, factor δ perlu dihitung untuk tiap layar tersembunyi, dimulai dari layar keluaran.

4. Jumlah Pola Pelatihan (*Epoch*)

Tidak ada kepastian tentang berapa banyak pola yang diperlukan agar jaringan dapat dilatih dengan sempurna. Jumlah pola yang dibutuhkan dipengaruhi oleh banyaknya bobot dalam jaringan serta tingkat akurasi yang diharapkan. Aturan kasarnya dapat ditentukan berdasarkan rumusan :

$$\text{Jumlah pola} = \text{Jumlah bobot} / \text{tingkat akurasi}$$

Untuk jaringan dengan 80 bobot dan tingkat akurasi 0.1, maka 800 pola masukan diharapkan akan mampu mengenali dengan benar 90 % pola diantaranya.

5. Lama Iterasi

Tujuan utama penggunaan Backpropagation adalah mendapatkan keseimbangan antara pengenalan pola pelatihan secara benar dan respon yang baik untuk pola lain yang sejenis (disebut data pengujian). Jaringan dapat dilatih terus menerus hingga semua pola pelatihan dikenali dengan benar. Akan tetapi hal itu tidak menjamin jaringan akan mampu mengenali pola pengujian dengan tepat. Jadi tidaklah bermanfaat untuk meneruskan iterasi hingga semua kesalahan pola pelatihan = 0.

6. Parameter Laju Pembelajaran (*Learning Rate*)

Parameter laju pembelajaran (*learningrate*) sangat berpengaruh pada proses pelatihan. Begitu pula terhadap efektivitas dan kecepatan mencapai konvergensi dari pelatihan. Nilai optimum dari learning rate tergantung permasalahan yang diselesaikan, prinsipnya dipilihlah sedemikian rupa sehingga tercapai konvergensi yang optimal dalam proses pelatihan. Nilai learning rate yang cukup kecil menjamin penurunan gradient terlaksana dengan baik, namun ini berakibat bertambahnya jumlah iterasi. Pada umumnya besarnya nilai laju pembelajaran tersebut dipilih mulai 0,001 sampai 1 selama proses pelatihan.

7. Momentum

Disamping koefisien laju pembelajaran, ada koefisien lain yang bertujuan untuk mempercepat konvergensi dari algoritma error backpropagation. Penggunaan koefisien momentum ini disarankan apabila konvergensi berlangsung terlalu lama, dan juga untuk mencegah terjadinya lokal minimum. Dengan penambahan momentum, bobot baru pada waktu ke-t+1 didasarkan atas bobot pada waktu t dan t-1.

8. Pengukuran Kesalahan Prakiraan

a. Rata-rata kesalahan (*average/mean error*)

Kesalahan atau error menunjukkan besar selisih antara nilai aktual dengan nilai yang diramalkan, $e_t = X_t - F_t$. Maka nilai kesalahan dapat bernilai positif ataupun negative. Bernilai negatif apabila nilai prakiraan melebihi dari nilai actual dan bernilai positif apabila nilai prakiraan lebih kecil dari data aktual. *Mean error* (ME) dapat dinotasikan dengan persamaan berikut.

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n} \quad (\text{Aulia Khair, 2011})$$

Namun *mean error* sulit untuk menentukan kesalahan error secara keseluruhan, karena penjumlahan nilai positif dan negatif akan saling melemahkan dan dapat menambah kesalahan.

b. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

Berbeda dengan *mean error*, pada *mean absolute deviation* nilai kesalahan dari prakiraan dengan actual diubah kedalam nilai mutlak

positif. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi adanya nilai positif dan negatif yang akan saling melemahkan atau menambah perhitungan kesalahan pada penjumlahan, dengan begitu didapat berapa besar nilai penyimpangan dari hasil prakiraan.

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \quad (\text{Aulia Khair, 2011})$$

c. *Mean Percentage Error* (MPE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MPE adalah rata-rata dari presentase kesalahan (selisih nilai actual dan prakiraan).

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n PE_i}{n} \quad (\text{Aulia Khair, 2011})$$

Sedangkan MAPE juga merupakan nilai rata-rata kesalahan, namun memberikan nilai absolute pada selisih nilai aktual dengan nilai hasil prakiraan. MAPE merupakan nilai indicator yang biasa digunakan untuk menunjukkan *performance* atau keakuratan pada hasil proses prakiraan.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n} \quad (\text{Aulia Khair, 2011})$$

Keterangan persamaan :

X_t = nilai aktual pada waktu t

F_t = nilai prakiraan pada waktu t

e = error atau kesalahan (selisih dari $X_t - F_t$)

n = banyaknya jumlah observasi

PE = Persentase kesalahan

E. Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah beberapa penelitian mengenai prakiraan kebutuhan listrik menggunakan *JST Backpropagation* yang pernah dibuat sebelum peneliti.

1. Hasil penelitian dari Ramadani Dwisatya dan M.Ramdlan Kirom (2014) *Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Algoritma Feed Forward Backpropagation dengan Mempertimbangkan Variasi Tipe Hari*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi yang dilakukan PLN masih lebih baik daripada JST dengan nilai 2,63% untuk prediksi PLN dan 3,3% untuk JST pada hari kerja, lalu 3,46% untuk PLN dan 4,11% untuk JST pada hari libur akhir pekan. Namun untuk tipe hari libur nasional, JST memiliki prediksi yang jauh lebih baik dengan nilai 2,89% dan 8,84% untuk PLN.
2. Hasil Penelitian dari Febi Satya Purnomo (2015) *Penggunaan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) Untuk Prakiraan Beban Konsumsi Listrik Jangka Pendek (Short Term Forecasting)*. Hasil penelitian Model ARIMA memiliki nilai MAPE (*Mean Absolute Percentaged Error*) sebesar 6,03%. Artinya tingkat akurasi dari metode ARIMA tersebut adalah 93,97%, hasil tersebut menunjukkan bahwa metode ARIMA layak digunakan untuk memprakirakan beban konsumsi listrik jangka pendek di PT PLN (Persero) APJ Semarang.

3. Hasil penelitian Dwi Ardianto (2019), Peramalan Daya Listrik Jangka Sangat Pendek Pembangkit Termal Berdasarkan Data Meteorologi Menggunakan Metode *k-Nearest Neighbor- Artificial Neural Network* memiliki nilai MAPE (*Mean Absolute Percentaged Error*) sebesar 5,58%, cukup akurat untuk meramalkan daya yang dibangkitkan oleh PLTGU UP Gresik satu jam ke depan.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Setelah melakukan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Prakiraan konsumsi beban listrik menggunakan JST didapatkan hasil pada tahun 2020 – 2024 sebesar 3439 MVA, 3696 MVA, 3973 MVA, 4275 MVA dan 4596 MVA, dengan peningkatan kebutuhan beban listrik rata – rata 6,99% setiap tahunnya.
2. Nilai rata-rata MAPE terbaik peramalan JST pada wilayah Kabupaten Pemalang pada tahun 2020-2024 yaitu sebesar 1,07%, dengan nilai MSE sebesar 0,8% yang merupakan hasil terbaik.

B. Saran

Saran yang dapat peneliti berikan untuk kedepannya adalah:

1. Sebaiknya dilakukan proses pencarian data yang lebih lengkap dengan memperhatikan variabel- variabel lain (selain beban aktual) yang dapat mempengaruhi perubahan pola beban untuk pembelajaran jaringan, seperti kegiatan sosial masyarakat meliputi *event* tiap tahunan sepakbola ataupun *event* sosial budaya serta kondisi suhu dan iklim yang terjadi di daerah tersebut.
2. Bagi peneliti ingin menggunakan software aplikasi Matlab sebaiknya menggunakan tipe yang paling terbaru, karena *tool* yang terdapat di dalamnya sudah terupdate, sehingga dapat menunjang dalam proses prakiraan.

Daftar Pustaka

- Assauri, Sofjan. 1984. Teknik dan Metode Peramalan. Jakarta. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Akhter, M. N., Mekhilef S., Mokhlis H., Shah N. M., 2019. Review on forecasting of photovoltaic power generation based on machine learning and metaheuristic techniques. *IET Renew. Power Gener.*, 2019, Vol. 13 Iss. 7
- Azad, H. B., Mekhilef S., Ganapathy V. G., 2014. *Long-Term Wind Speed Forecasting and General Pattern Recognition Using Neural Networks. IEEE Transactions on Sustainable Energy* · February 2014
- BPS. 2016. *Kabupaten Pemalang Dalam Angka 2016* . Pemalang . BPS Kabupaten Pemalang
- Diyah, Puspitaningrum. 2006. *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*. Yogyakarta . Penerbit Andi.
- Purnomo, F.S. 2015. *Penggunaan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) Untuk Prakiraan Beban Konsumsi Listrik Jangka Pendek (Short Term Forecasting)*. Semarang. Universitas Negeri Semarang.
- Handayani, Irma. 2012. *Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan*. Banten. UNTIRTA.
- Hasim, A. 2008. *Prakiraan Beban Listrik Kota Pontianak dengan Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network)*. Bogor. IPB
- Hayati, M., & Shirvany Y., 2007. *Artificial Neural Network Approach for Short Term Load Forecasting for Illam Region*. *Interational Journal of Electrical, Computer, and Systems Engineering* Volume 1 Number 2.
- Irawan, Feriza A. 2012. *Buku Pintar Pemrograman MATLAB*. Yogyakarta. Mediakom
- Kuncoro, H. A., & Dalimi, R. 2005. *Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Panjang Pada Sistem Kelistrikan Di Indonesia*. *Jurnal Teknologi, Edisi*, (3), 211-217.
- Marsiana, S., Dwijanto, D., & Alamsyah, A. 2014. *Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dalam Peramalan Beban Puncak Distribusi Listrik Di Wilayah Pemalang*. *Unnes Journal of Mathematics*, 3(1).
- Marsudi, Djiteng. 1990. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta Selatan. Balai Penerbit dan Humas ISTN

- Maulidah, Silvana, SP, MP .2012. *peramalan (forecasting) permintaan* . Lab of Agribusiness Analysis and Management.Faculty of Agriculture. Universitas Brawijaya
- Murahartawaty. 2009. *Peramalan*. Jakarta. Sekolah Tinggi Teknologi Telkom.
- Nasution, H., Jamaluddin, H., & Syeriff, J. M. 2011. *Energy analysis for air conditioning system using fuzzy logic controller*. TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control), 9(1), 139-150.
- PLN. 2008. *Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional 2008- 2027*. Jakarta. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral
- Prasetyo, Eko. 2012. *Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab*. Yogyakarta. Penerbit ANDI
- Rahman, Fajar Alya. 2012. *Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*. Jakarta. FT UI
- Sari, D. A., Wahyudi, W., & Facta, M. 2011. *Peramalan Kebutuhan Beban Jangka Pendek Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation* ,(Doctoral dissertation, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip).
- Siang, J.J. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta. Penerbit ANDI
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung. CV Alfabeta.
- Ujiyanto, Tri. 2015. *Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik APJ Pekalongan Tahun 2014-2018 Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation Dengan Software Matlab 2014A*. Semarang. Universitas Diponegoro.