

PROPOSAL SKRIPSI

**ANALISA SISA UMUR TRANSFORMATOR DISTRIBUSI
DENGAN METODE PERCEPTRON**



Disusun Oleh :

MACHFUD SYARIFUDIN

NPM: 03.2014.1.07112

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK ELEKTRONIKA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT TEKNOLOGI ADHI TAMA SURABAYA**

2021

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI

Judul : Analisa Sisa Umur Transformator Distribusi Dengan Metode Perceptron

Oleh : Machfud Syarifudin

NPM : 03.2014.1.07112

Telah Diseminarkan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 08 Maret 2021

Mengetahui/menyetujui :

Dosen Penguji :

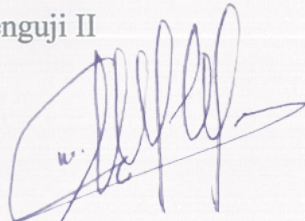
1. Penguji I



Trisna Wati, S.Pd., MT

NIP : 183137

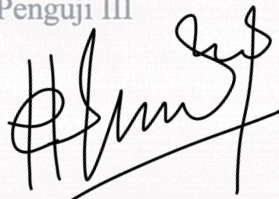
2. Penguji II



Nasyith Hananur Rohiem, S.ST., MT

NIP : 203172

3. Penguji III



Novie Elok Setiawati, ST., MT

NIP : 193163

IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Skripsi : Analisa Sisa Umur Transformator Distribusi Dengan Metode Perceptron.
2. Data Mahasiswa
 - a) Nama : Macfud Syarifudin
 - b) NPM : 03.2014.1.7112
 - c) Tempat, Tgl. Lahir : Sidoarjo, 13 Juni 1992
 - d) Bidang Keahlian : Sistem Tenaga Listrik
 - e) Jurusan : Teknik Elektro - ITATS
 - f) Alamat Lengkap : Lebanisuko Rt.08 Rw.02 Wringinanom, Gresik
 - g) No. Telepon : 0857-3271-5273
 - h) Email : Syarifudinmachfud@gmail.com
3. Objek Skripsi (Jenis material yang akan diteliti dalam skripsi) :
 - Analisa Sisa Umur Transformator Distribusi Dengan Metode Perceptron.
4. Masa Pelaksanaan Skripsi
 - Mulai :
 - Berakhir :
5. Lokasi Penelitian :
 - PT. PLN (Persero) Surabaya Utara.
6. Hasil yang Diharapkan :
 - Dapat mengetahui prediksi sisa umur transformator sesuai standar IEC 60076-7 dengan menggunakan metode perceptron.
7. Instansi Lain yang Terlibat :
 - Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)
8. Usulan Dosen Pembimbing : 1. Novie Elok Setiawati, S.T., M.T.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
IDENTITAS PENELITIAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
1.6 Sistematik Penulisan	3
 BAB II DASAR TEORI	 4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2. Transfomator	5
2.2.1 Macam-Macam Transfomator.....	6
2.2.2 Kontruksi Dan Alat Pelengkap.....	6
2.2.3 Prinsip Kerja Transfomator.....	7
2.3 Perhitungan Sisa Umur Transfomator.....	7
2.3.1 Faktor Pembebanan	8
2.3.2 Temperatur Top Oil.....	8
2.3.3 Selisih Temperatur Hot Spot dengan Top Oil.....	8
2.3.4 Laju Penuaan Relative.....	10
2.3.5 Nilai SisaUmur Dalam Satuan Jam Per Hari	10
2.3.6 Sisa Umur Dalam Satu Tahun.....	10

2.4 Metode Perceptron	11
2.5 Algoritma Perceptron	12
2.6 Mean Square Error	13
 BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Diagram Blok Penelitian	15
3.2 Tahapan – Tahapan Penelitian	16
3.2.1 Pengukuran Arus Transformator	16
3.2.2 Menghitung Data Pembebanan dan Sisa Umur Transformator.....	25
3.2.3 Prediksi Sisa Umur Transformator	26
 DAFTAR PUSTAKA	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagian – Bagian Dari Transfomator	7
Gambar 2.2 Perceptron Jaringan Saraf Tiruan (Neural Network)	11
Gambar 2.3 Pembatasan Daerah Positif dan Daerah Negatif	12
Gambar 3.1 Blok Diagram Tahapan Penelitian	15
Gambar 3.2 Arsitektur JST Perceptron	28
Gambar 3.3 Flowchart Training Algoritma Perceptron	29

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kapasitas dan tahun operasi transformator distribusi	16
Tabel 3.2 Data hasil pengukuran arus transformator selama 24 jam	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem distribusi tenaga listrik terdapat salah satu peralatan listrik yang mempunyai peran sangat penting yaitu transformator. Karena transformator distribusi sendiri berfungsi untuk menurunkan tegangan tinggi ketegangan rendah, agar tegangan yang sampai kekonsumen sesuai dengan peralatan yang dimiliki konsumen. Karena fungsinya yang sangat penting tersebut apabila terjadi kerusakan pada transformator maka sistem penyaluran tenaga listrik akan terganggu dan mengakibatkan kerugian yang besar[1].

Pada saat ini dengan adanya perubahan dan peningkatan beban, ada trafo distribusi yang sudah mengalami pembebanan berlebihan. Ini mengakibatkan peningkatan suhu trafo yang berlebihan bahkan bisa sampai melewati batas toleransi yang ada. Panas yang timbul disebabkan oleh peningkatan suhu akan mengakibatkan terjadinya penguraian dari bahan-bahan transformator yang dapat mempercepat proses penuaan suatu transformator. Jadi setiap kenaikan sekitar 6°C dari batas yang diizinkan akan mengakibatkan berkurangnya umur[2].

Pemeliharaan transformator harus selalu diperhatikan, agar memiliki umur penggunaan yang panjang. Pengurangan umur transformator dapat berkurang akibat beberapa hal, penyebab tersebut antara lain faktor pembebanan. Dari beberapa hal penyebab yang mempengaruhi umur tersebut maka diketahui parameter dari transformator sehingga dapat dilakukan pengujian analisa untuk memunculkan penilaian dari kondisi transformator dengan pembebanan normal sesuai rekomendasi pabrik pembuatnya[3].

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui sisa umur transformator dengan metode perceptron. Metode *perceptron* merupakan bentuk jaringan syaraf tiruan yang sederhana. Metode *perceptron* menggunakan pola perhitungan lebih kompleks dengan perulangan sehingga ditemukan titik kecocokan yang akurat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pembebanan terhadap sisa umur transformator?
2. Bagaimana menghitung sisa umur transformator sesuai standar IEC 60076-7?
3. Bagaimana mengetahui prediksi sisa umur transformator menggunakan metode *perceptron*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pembebanan terhadap sisa umur transformator
2. Mengetahui sisa umur transformator sesuai standar IEC 60076-7
3. Mengetahui prediksi sisa umur transformator menggunakan metode *perceptron*

1.4 Manfaat Penelitian.

Hasil yang diperoleh dari penelitian diharapkan dapat membawa manfaat sebagai berikut :

1. Sebagai pedoman dalam perhitungan untuk memprediksi life time transformator.
2. Dapat menjadi referensi untuk memperoleh nilai akurat dalam memprediksi sisa umur transformator.
3. Sebagai sumbangan pikiran atau masukan, saran kepada lembaga yang terkait dalam hal ini PT. PLN sebagai penyedia energi listrik.

1.5 Batasan Masalah

1. Transformator yang digunakan merupakan transformator distribusi dengan level tegangan 20KV/ 380-220 V.
2. Analisis yang dilakukan sebatas pengaruh pembebanan transformator.
3. Menggunakan metode *perceptron*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini, dibuat untuk menguraikan secara singkat inti dari laporan akhir ini dan juga merupakan garis besar pembahasan dari tiap – tiap bab, dengan urutan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, batasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan tentang teori – teori dasar yang mendukung dan menunjang pembahasan dalam laporan akhir, mengenai masalah yang akan dibahas pada penulisan laporan akhir ini.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan hal-hal mengenai proses dalam melakukan pengambilan data dan melakukan perhitungan tentang beban yang tidak seimbang pada gardu distribusi di area PT. PLN UP3 Surabaya Selatan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan pembahasan ketidakseimbangan beban yang dapat menimbulkan arus di netral serta dapat menimbulkan rugi yang dapat merugikan pihak produsen.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan tentang kesimpulan dan saran berdasarkan analisis yang telah dilakukan.

BAB II

TINAJUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas hal-hal dasar yang melandasi alur berfikir dalam menyelesaikan permasalahan dan mencapai tujuan dari penelitian ini, serta hal-hal yang mendukung dan menjadi dasar rujukan dalam penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu.

Pada bab ini menjelaskan tentang penelitian yang sudah dilakukan tentang prediksi dan monitoring transformator terhadap sisa umur transformator. Penelitian yang telah dilakukan untuk menganalisa bahwa transformator distribusi yang berada di kota Pontianak yang memiliki rata-rata suhu sekitar 30°C tidak boleh dibebani diatas 91% dari rating daya transformator karena akan mengalami penyusutan umur yang sangat besar[1]. Metode yang digunakan adalah mengumpulkan data lalu menentukan persentase pembebanan dan suhu lilitan yang dihasilkan, selanjutnya menghitung susut umur transformator selama 24 jam kemudian mengevaluasi susut umur transformator dan menarik kesimpulan dari analisa perhitungan. Hasil dari penelitian ini adalah susut umur yang didapatkan di atas hanya berasal dari pengaruh penurunan kemampuan isolasi akibat pemanasan dari pembebanan dan suhu sekitar belum memperhitungkan dari pengaruh lain, seperti pengaruh penurunan isolasi akibat ketidakseimbangan beban menghasilkan panas yang dapat mengakibatkan penambahan laju penyusutan umur.

Selanjutnya, penelitian ini membahas tentang Analisa Umur Pakai Transformator Distribusi 20 KV Di PT PLN Cabang Ambon, bahwa prediksi sisa umur pakai transformator distribusi yang terbebani diatas 80% dari kapasitas transformator pada penyulang Karpan I kota Ambon, adalah $25 \div 78,5$ tahun[2]. Cara penyelesaian penelitian ini adalah dengan *Survey Research* (penelitian survei), dimana tidak dilakukan perubahan atau tidak ada perlakuan khusus terhadap variabel yang diteliti. Analisis umur pakai transformator distribusi pada penelitian ini, difokuskan pada penentuan presentasi daya beban, tegangan output dan arus beban trafo distribusi, perhitungan nilai presentasi error umur pakai trafo

distribusi, perhitungan kehilangan umur pakai trafo distribusi, perhitungan sisa umur pakai trafo distribusi, perhitungan prediksi umur pakai trafo distribusi dan kesimpulan. Hasil dari penelitian ini adalah diprediksikan umur pakai transformator distribusi yang terbebani diatas 80% dari kapasitas transformator pada penyulang Karpan I kota Ambon adalah $30 \div 78,5$ atau > 20 tahun.

Selanjutnya pada penelitian Kerja Pembebanan Dan Temperatur Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga 150/20 KV 60 MVA bahwa pembebanan Transformator pada suhu hot-spot hanya mencapai 107,180 C, maka umur transformator akan makin bertambah sebesar 1,3891 tahun.[1] Metode yang digunakan adalah Observasi dilakukan dengan perhitungan dan analisa penyusutan umur, pengambilan data dengan studi literature, wawancara dengan pihak-pihak terkait, dan mengumpulkan data dari arsip dan dokumen milik perusahaan. Hasil dari penelitian ini adalah apabila nilai suhu akhir hot-spot Transformator Tenaga semakin besar, maka umur Trafo semakin kecil dan kemampuan mensuplai beban juga berkurang. Apabila beban Trafo mengalami kenaikan, maka akan menaikkan suhu akhir hot-spot dengan mendekati nilai maksimum yang diijinkan.

2.2. Transfomator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik kerangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan medan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip electromagnet.[2] Transformator digunakan secara luas baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan, misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya jarak jauh. Dalam keadaan normal arus yang mengalir ke transformator tentunya diharapkan tidak melebihi arus nominalnya. Apabila arus yang mengalir melebihi harga nominal akan mengakibatkan transformator mengalami kerusakan. Hal ini tentunya tidak dikehendaki sama sekali.[3]

2.2.1 Macam-macam Transformator

Dilihat dari fungsinya transformator tenaga dibagi atas transformator penaik tegangan dan transformator penurun tegangan.

A. Transformator penaik tegangan(Trafo Daya)

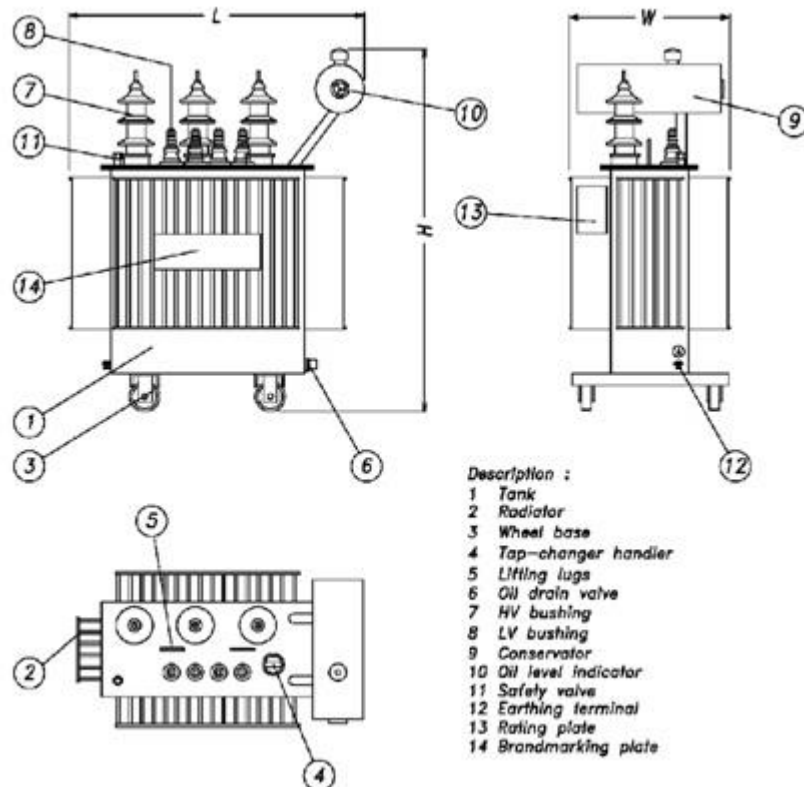
Transformator penaik tegangan digunakan pada sisi pembangkit yang berfungsi untuk menaikkan tegangan dari tegangan menengah menjadi tegangan tinggi/ekstra tinggi yang mencapai hingga 33 KiloVolt.

B. Transformator penurun tegangan(Trafo Distribusi)

Transformator penurun tegangan digunakan untuk menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan menengah. Pada dasarnya, Trafo Distribusi ini mendistribusikan energi listrik pada tegangan rendah yang kurang dari 33 Kilo Volt untuk keperluan rumah tangga ataupun industri yang berada dalam kisaran tegangan 220V hingga 440V.

2.2.2 Konstruksi Dan Alat Pelengkap

Transformator dirancang dan dibuat dari komponen dan bahan baku yang sama sekali baru dan sesuai dengan persyaratan desain sebagaimana ditetapkan oleh SPLN. Transformator dilengkapi pula dengan alat pelengkap yang sama sekali baru dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh pabrikan. Bagi transformator produksi dalam negeri yang dimaksudkan dengan pabrikan adalah pemberi lisensi. Adapun alat-alat yang umum dipasang untuk memperlengkapi suatu transformator distribusi roda yang dipasang pada alas (kecuali untuk transformator tiang), lubang penguras minyak, lubang pengisi minyak, kantong termometer, terminal hubung tanah, kuping pengangkat, serta plat nama dan spesifikasi. Konstruksi dan alat pelengkap transformator distribusi dapat dilihat pada gambar 2.1. Sedangkan alat pelengkap yang disertakan sesuai dengan standar PLN adalah termometer tanpa kontak, termometer dengan kontak, konservator, tabung silika gel, bushing tegangan menengah yang dapat ditarik, relay dan kontak terminal dengan tegangan rendah.



Gambar 2.1 Bagian-bagian dari transformator.

2.2.3 Prinsip Kerja Transformator

Tegangan yang dihasilkan dapat lebih besar atau lebih kecil dengan frekuensi yang sama. Transformator bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik diantara 2 kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kedua kumparan ini terpisah secara elektrik namun berhubungan secara magnetis melalui jalur yang memiliki jalur reluktansi rendah. Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik maka fluks yang timbul adalah fluks bolak-balik dan akan mengalir melalui inti besi.[4]

2.3 Perhitungan Sisa Umur Transformator

pada bab ini menjelaskan tentang tahapan perhitungan sisa umur transformator menggunakan standr IEC 60076-7, tahapannya sebagai berikut :

2.3.1 Faktor Pembebanan

Faktor pembebanan terhadap suatu transformator akan mengakibatkan kenaikan suhu yang ditimbulkan oleh panas. Maka untuk menentukan perhitungan dari faktor pembebanan adalah sebagai berikut :

$$K = \frac{\frac{R+S+T}{KVA}}{\sqrt{3}+V} \quad (2.1)$$

Dimana :

R,S,T = Masing-masing fasa

KVA = Kapasitas transformator

V = Tegangan

2.3.2 Temperatur Top Oil

Temperatur top oil adalah suhu yang ada pada bagian atas kumparan, merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan setelah mengetahui hasil dari faktor pembebanan. Berikut cara menentukan perhitungan dari temperatur top oil :

$$\theta_o = \left[\frac{1+K^2R}{1+R} \right]^x X \Delta\theta_{or} \quad (2.2)$$

Dengan :

K = factor beban

R = rasio rugi-rugi

$\Delta\theta_{or}$ = kenaikan temperature *top oil*

2.3.3 Selisih Temperatur Hot Spot dengan Top Oil

Temperatur hot spot dipengaruhi oleh besar beban dan suhu lingkungan, yang akan mengakibatkan pemburukan isolasi apabila temperatur melebihi dari batas yang diizinkan. Sedangkan temperatur hot spot sendiri mempunyai selisih dengan top oil. Berikut cara menentukan selisih antara temperatur hot spot dengan top oil :

$$\Delta\theta_{h1} = k_{21} \times K^y \times \Delta\theta_{hr} \quad (2.3)$$

$$\Delta\theta_{h2} = (k_{21} - 1) \times K^y \times \Delta\theta_{hr} \quad (2.4)$$

$$\Delta\theta_h = \Delta\theta_{h1} - \Delta\theta_{h2} \quad (2.5)$$

Dengan,

K = Faktor beban

k_{21} = Konstanta

$\Delta\theta_{hr}$ = Gradien *hot spot* ke *top oil* (dala tangki)

y = Eksponen belitan

$$\theta_h = \theta_o + \Delta\theta_h \quad (2.6)$$

Dengan,

θ_o = Temperatur *top oil*

$\Delta\theta_h$ = Selisih temperature *hot spot* dan *top oil*

Uraian	ONAN
Eksponen Minyak(x)	0,8
Eksponen Belitan(y)	1,6
Rasio Rugi-Rugi(R)	5
Faktor <i>Hot Spot</i> (H)	1,1
Konstanta Minyak(τ_o)	180
Konstanta Belitan(τ_w)	4
Temperatur <i>Ambient</i> (θ_α)	20
Temperatur <i>Hot Spot</i> (θ_h)	98
Gradient <i>Hot Spot to Top Oil</i> (dalam tangki)($\Delta\theta_{hr}$)	23
Rata-Rata Kenaikan Temperatur Minyak($\Delta\theta_{omr}$)	44
Kenaikan Temperatur <i>Top Oil</i> ($\Delta\theta_{or}$)	55
Kenaikan Temperatur <i>Bottom Oil</i> ($\Delta\theta_{br}$)	33
k_{11}	1
k_{21}	1
k_{22}	2

2.3.4 Laju Penuaan Relative

Nilai laju penuaan relative dari umur pemakaian tergantung pada suhu titik panas. Untuk menentukan nilai laju penuaan relative dari umur pemakaian transformator didefinisikan sebagai :

$$V = 2^{\frac{\theta_h - 98^{\circ}C}{6}} \quad (2.7)$$

Dengan, θ_h = Temperatur *hot spot*

2.3.5 Nilai Sisa Umur Dalam Satuan Jam per hari

Pada kenyataannya penyusutan umur transformator tidak hanya disebabkan oleh pembebanan saja, tapi banyak hal yang dapat mempengaruhi susut umur transformator. Dalam menghitung sisa umur transformator dalam satuan jam perhari di berikan persamaan untuk dapat menentukan besarnya susut umur sebagai berikut :

$$L = \sum_{n=1}^N V_n \times t_n \quad (2.8)$$

Dimana :

V_n = Laju penuaan relative selama interval ke-n

t_n = Interval waktu ke-n

n = Nomor pada tiap interval waktu ke-n

N = Jumlah nomor selama periode interval

2.3.6 Sisa Umur Dalam Satuan Tahun

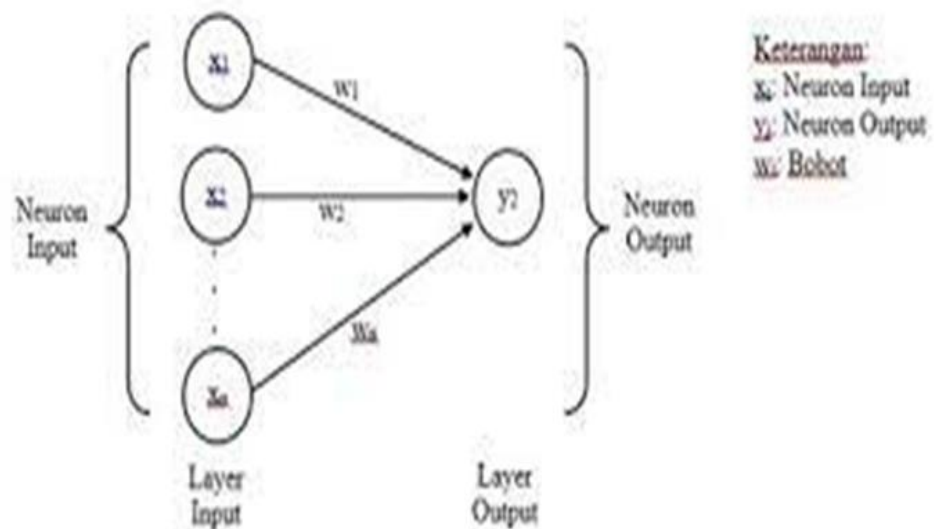
Setelah mengetahui sisa umur dalam satuan jam per hari selanjutnya menghitung sisa umur dalam satuan pertahun. Untuk mengetahui susut umur dalam satuan pertahun maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Sisa Umur} = \frac{8760 - (L \times 365)}{8760} \times (30\text{-tahun operasi}) \quad (2.9)$$

Dengan 8760 adalah konversi satuan jam per tahun

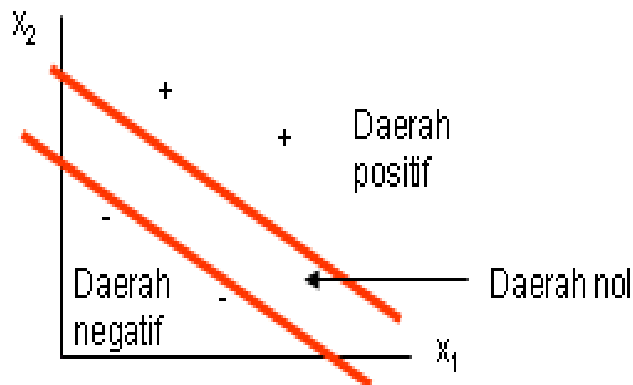
2.4 Metode Perceptron

Metode *perceptron* adalah bentuk jaringan syaraf tiruan yang sangat sederhana, biasanya digunakan untuk mengklasifikasikan suatu tipe pola tertentu yang sering dikenali dengan pemisahan linear. Selain itu, metode *perceptron* dapat menyelesaikan masalah dengan baik dibanding dengan jaringan syaraf tiruan lain, sehingga memungkinkan keluaran yang didapat sesuai dengan target tiap masukkan.[5] Bentuk dari perceptron pada Jaringan Syaraf Tiruan (Neural Network) dapat dilihat di gambar berikut.



Gambar 2.2 Perceptron Jaringan Saraf Tiruan (Neural Network)

Pada dasarnya perceptron pada Jaringan Syaraf Tiruan (Neural Network) dengan satu lapisan memiliki bobot yang bisa diatur dan suatu nilai ambang. Algoritma yang digunakan oleh aturan perceptron ini akan mengatur parameter-parameter bebasnya melalui proses pembelajaran. Proses perubahan bobot pembelajarannya ditambahkan laju pembelajaran (*learning rate*) yang berfungsi untuk mengontrol perubahan bobot pada setiap iterasi. Besarnya nilai lebih besar dari 0 (nol) dan maksimal 1. [7] Fungsi aktivasi dibuat sedemikian rupa sehingga terjadi pembatasan antara daerah positif dan daerah negatif.



Gambar 2.3 Pembatasan Daerah Positif Dan Daerah Negatif

Garis pemisah antara daerah positif dan daerah nol memiliki pertidaksamaan:

$$w_1x_1 + w_2x_2 + b > \theta$$

Sedangkan garis pemisah antara daerah negatif dengan daerah nol memiliki ketidaksamaan:

$$w_1x_1 + w_2x_2 + b < -\theta$$

Misalkan kita gunakan pasangan vektor input s dan vektor output t sebagai pasangan vektor yang akan dilatih

2.5 Algoritma Perceptron

- Inisialisasi semua bobot dan bias:

(untuk sederhananya set semua bobot dan bobot bias sama dengan nol ($w_i = b = 0$)) Set learning rate: $\alpha = 1$, ($0 < \alpha \leq 1$)

- Selama kondisi berhenti bernilai false, lakukan langkah-langkah sebagai berikut:

(i) Untuk setiap pasangan pembelajaran $s - t$, kerjakan:

- a. Set input dengan nilai sama dengan vektor input:

$$x_i = s_i$$

- b. Hitung respon untuk unit output:

$$y_{in} = b + \sum_i x_i w_i \quad (2.10)$$

$$y_{out} = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_{in} > \theta \\ 0, & \text{jika } -\theta \leq y_{in} \leq \theta \end{cases}$$

-1, jika $y_{in} < \theta$

c. Perbaiki bobot dan bias jika terjadi error:

Jika $y \neq t$ maka:

$$W_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \alpha * t * x_i \quad (2.11)$$

$$B (\text{baru}) = b (\text{lama}) + \alpha * t \quad (2.12)$$

Jika $y = t$ tidak ada perubahan bobot :

$$W_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama})$$

$$B (\text{baru}) = b (\text{lama})$$

(ii) Tes kondisi berhenti : jika tidak terjadi perubahan bobot pada (i) maka kondisi berhenti TRUE, namun jika masih terjadi perubahan maka kondisi berhenti FALSE. [6]

Dimana :

w_i = sinyal input

α = laju pembelajaran

t = target

x_i = inputan

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam algoritma perceptron:

- Iterasi dilakukan terus hingga semua pola memiliki output jaringan yang sama dengan targetnya (jaringan sudah memahami pola)
- Perubahan bobot hanya dilakukan pada pola yang mengandung kesalahan (output jaringan target). Perubahan tersebut merupakan hasil kali unit input dengan target dan laju pembelajaran. Perubahan bobot hanya akan terjadi kalau unit input 0.[7]

2.6 Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) adalah rata-rata kesalahan meramal yang dikuadratkan. Sebelum melanjutkan proses memprediksi sisa umur

transformator, hasil pembelajaran jaringan dilakukan pengujian akurasi dengan menggunakan MSE, persamaan sebagai berikut :

$$MSE = \sum \frac{(t - Y_k)^2}{N} \quad 2.13$$

Keterangan :

t = nilai output target

Y_k = nilai output jaringan

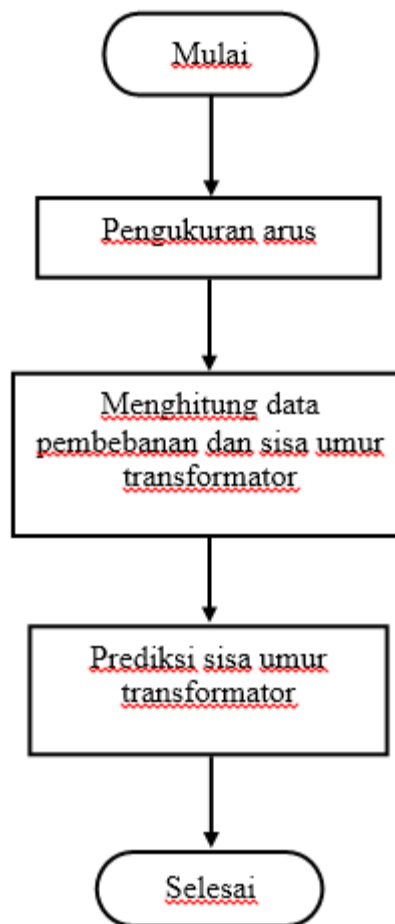
N = banyaknya data

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan semua tahapan proses kerja memprediksi sisa umur transformator dengan menggunakan metode *perceptron* dan beserta hasil penelitiannya. Berikut blok diagram tentang tahapan kerja yang akan dilakukan.

3.1 Diagram Blok Penelitian.



Gambar 3.1 Blok Diagram Tahapan Penelitian

3.2 Tahapan-Tahapan Penelitian

Sebelum menyelesaikan masalah pada penelitian ini, maka tahapan – tahapan penelitian di tetapkan. Sehingga, penelitian yang di lakukan lebih terstruktur dan memudahkan ketika menganalisa dan mengidentifikasi permasalahan. Tahapan tersebut berada pada struktur penelitian sebagai berikut.

3.2.1 Pengukuran Arus Transformator

Tahapan yang pertama dilakukan adalah pengukuran arus pada transformator, pengukuran ini dimaksudkan untuk mendapatkan data arus pada beberapa transformator yang akan diteliti. Data dari transformator tersebut memiliki kapasitas dan range sisa umur yang bervariasi, yang dapat dilihat pada tabel 3.1. Data dari hasil pengukuran arus transformator selama 24 jam dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.1 Kapasitas dan tahun operasi transformator distribusi

No	Label Transformator	Kapasitas (KVA)	Tahun Operasi (tahun)
1	TR-3	100	4
2	TR-4	400	6
3	TR-6	100	5
4	TR-7	315	7
5	TR-11	200	4
6	TR-13	315	7
7	TR-15	160	6
8	TR-18	200	5

Tabel 3.2 Data hasil pengukuran arus transformator selama 24 jam

TR-3				
Waktu	R (A)	S (A)	T (A)	Suhu (°C)
01.00	4.85	3.71	3.8	35.12
02.00	4.85	3.71	3.8	35.12
03.00	4.85	3.71	3.8	35.12
04.00	4.85	3.71	3.8	35.12
05.00	4.85	3.71	3.8	35.12
06.00	4.85	3.71	3.8	35.12
07.00	4.85	3.71	3.8	35.12
08.00	6.79	5.19	5.32	35.85
09.00	6.79	5.19	5.32	35.85
10.00	16.83	12.87	13.18	39.61
11.00	16.83	12.87	13.18	39.61
12.00	16.83	12.87	13.18	39.61
13.00	16.83	12.87	13.18	39.61
14.00	16.83	12.87	13.18	39.61
15.00	17.71	13.54	13.87	39.94
16.00	18.92	14.47	14.82	40.39
17.00	18.92	14.47	14.82	40.39
18.00	13.58	10.39	10.64	38.39
19.00	13.58	10.39	10.64	38.39
20.00	13.58	10.39	10.64	38.39
21.00	13.58	10.39	10.64	38.39
22.00	4.85	3.71	3.8	35.12
23.00	4.85	3.71	3.8	35.12
24.00	4.85	3.71	3.8	35.12

TR-4				
Waktu	R (A)	S (A)	T (A)	Suhu (°C)
01.00	186.01	181.42	176.91	66.8
02.00	186.01	181.42	176.91	66.8
03.00	186.01	181.42	176.91	66.8
04.00	186.01	181.42	176.91	66.8
05.00	186.01	181.42	176.91	66.8
06.00	186.01	181.42	176.91	66.8
07.00	186.01	181.42	176.91	66.8
08.00	82.93	80.89	78.87	48.7
09.00	82.93	80.89	78.87	48.7
10.00	82.93	80.89	78.87	48.7
11.00	82.93	80.89	78.87	48.7
12.00	82.93	80.89	78.87	48.7
13.00	82.93	80.89	78.87	48.7
14.00	82.93	80.89	78.87	48.7
15.00	249.63	243.47	237.41	78
16.00	249.63	243.47	237.41	78
17.00	249.63	243.47	237.41	78
18.00	249.63	243.47	237.41	78
19.00	249.63	243.47	237.41	78
20.00	249.63	243.47	237.41	78
21.00	249.63	243.47	237.41	78
22.00	249.63	243.47	237.41	78
23.00	249.63	243.47	237.41	78
24.00	249.63	243.47	237.41	78

TR-6				
Waktu	R (A)	S (A)	T (A)	Suhu (°C)
01.00	33.11	23.71	40.54	42.18
02.00	33.11	23.71	40.54	42.18
03.00	33.11	23.71	40.54	42.18
04.00	33.11	23.71	40.54	42.18
05.00	33.11	23.71	20.27	42.18
06.00	16.55	11.85	15.02	38.45
07.00	12.26	8.78	15.02	37.48
08.00	12.26	8.78	15.02	37.48
09.00	12.26	8.78	15.02	37.48
10.00	12.26	8.78	15.02	37.48
11.00	12.26	8.78	15.02	37.48
12.00	12.26	8.78	15.02	37.48
13.00	12.26	8.78	15.02	37.48
14.00	12.26	8.78	15.02	37.48
15.00	12.26	8.78	15.02	37.48
16.00	12.26	8.78	15.02	37.48
17.00	12.26	8.78	15.02	38.59
18.00	12.26	8.78	15.02	45.5
19.00	12.26	8.78	15.02	45.5
20.00	12.26	8.78	15.02	46.05
21.00	12.26	8.78	15.02	46.19
22.00	12.26	8.78	15.02	46.05
23.00	12.26	8.78	15.02	44.81
24.00	12.26	8.78	15.02	42.32

TR-7				
Waktu	R (A)	S (A)	T (A)	Suhu (°C)
01.00	138.77	73.46	80.97	68.75
02.00	124.49	65.9	72.64	65.2
03.00	124.49	65.9	72.64	65.2
04.00	124.49	65.9	72.64	65.2
05.00	124.49	65.9	72.64	65.2
06.00	124.49	65.9	72.64	65.2
07.00	124.49	65.9	72.64	65.2
08.00	65.36	34.6	38.14	50.51
09.00	57.19	30.27	33.37	48.06
10.00	57.19	30.27	33.37	48.06
11.00	57.19	30.27	33.37	48.06
12.00	57.19	30.27	33.37	48.06
13.00	57.19	30.27	33.37	48.06
14.00	57.19	30.27	33.37	48.06
15.00	57.19	30.27	33.37	48.06
16.00	57.19	30.27	33.37	48.06
17.00	179.86	95.21	104.95	53.58
18.00	179.86	95.21	104.95	53.58
19.00	179.86	95.21	104.95	88.06
20.00	179.86	95.21	104.95	90.82
21.00	179.86	95.21	104.95	91.51
22.00	179.86	95.21	104.95	88.06
23.00	179.86	95.21	104.95	90.82
24.00	179.86	95.21	104.95	84.62

TR-11				
Waktu	R (A)	S (A)	T (A)	Suhu (°C)
01.00	35.67	37.88	42.19	49.52
02.00	36.51	38.77	43.18	49.92
03.00	37.35	39.66	44.17	50.31
04.00	38.18	40.55	45.16	50.7
05.00	39.02	41.43	46.15	51.09
06.00	13.68	14.52	16.18	39.19
07.00	13.68	14.52	16.18	39.19
08.00	13.68	14.52	16.18	39.19
09.00	13.68	14.52	16.18	39.19
10.00	13.68	14.52	16.18	39.19
11.00	13.68	14.52	16.18	39.19
12.00	13.68	14.52	16.18	39.19
13.00	13.68	14.52	16.18	39.19
14.00	13.68	14.52	16.18	39.19
15.00	13.68	14.52	16.18	39.19
16.00	19.15	20.33	22.65	41.76
17.00	19.15	20.33	22.65	41.76
18.00	53.74	57.07	63.56	58.01
19.00	54.43	57.8	64.38	58.33
20.00	55.12	58.53	65.19	58.66
21.00	55.81	59.26	66.01	58.98
22.00	56.5	59.99	66.82	59.3
23.00	49.92	53.01	59.04	56.21
24.00	34.84	36.99	41.2	49.13

TR-13				
Waktu	R (A)	S (A)	T (A)	Suhu (°C)
01.00	51.58	50.35	35.79	54.55
02.00	55.15	53.83	38.27	57.31
03.00	55.15	53.83	38.27	57.31
04.00	55.15	53.83	38.27	57.31
05.00	55.15	53.83	38.27	57.31
06.00	19.7	19.23	13.67	40.79
07.00	19.7	19.23	13.67	40.79
08.00	19.7	19.23	13.67	40.79
09.00	19.7	19.23	13.67	40.79
10.00	19.7	19.23	13.67	40.79
11.00	19.7	19.23	13.67	40.79
12.00	19.7	19.23	13.67	40.79
13.00	19.7	19.23	13.67	40.79
14.00	19.7	19.23	13.67	40.79
15.00	19.7	19.23	13.67	40.79
16.00	27.57	26.92	19.13	44.46
17.00	27.57	26.92	19.13	44.46
18.00	71.89	70.18	49.88	67.4
19.00	76.81	74.98	53.3	69.24
20.00	76.81	74.98	53.3	69.7
21.00	80.75	78.83	56.03	69.4
22.00	80.75	78.83	56.03	69.24
23.00	81.74	79.79	56.72	65.11
24.00	49.24	48.07	34.17	54.55

TR-15				
Waktu	R (A)	S (A)	T (A)	Suhu (°C)
01.00	57.63	104.24	64.54	51.81
02.00	57.63	104.24	64.54	51.81
03.00	57.63	104.24	64.54	51.81
04.00	57.63	104.24	64.54	51.81
05.00	57.63	104.24	64.54	51.81
06.00	57.63	104.24	64.54	51.81
07.00	23.46	42.42	26.27	39.87
08.00	23.46	42.42	26.27	39.87
09.00	23.46	42.42	26.27	39.87
10.00	23.46	42.42	26.27	39.87
11.00	23.46	42.42	26.27	39.87
12.00	23.46	42.42	26.27	39.87
13.00	23.46	42.42	26.27	39.87
14.00	23.46	42.42	26.27	39.87
15.00	23.46	42.42	26.27	39.87
16.00	32.84	59.39	36.77	43.15
17.00	32.84	59.39	36.77	43.15
18.00	96.17	173.94	107.69	63.62
19.00	97.34	176.06	109	65.26
20.00	91.48	165.45	102.44	65.67
21.00	91.48	165.45	102.44	63.62
22.00	96.17	173.94	107.69	65.26
23.00	85.61	154.85	95.87	61.57
24.00	57.63	104.24	64.54	51.81

TR-18				
Waktu	R (A)	S (A)	T (A)	Suhu (°C)
01.00	41.59	45.83	40.85	57.58
02.00	41.59	45.83	40.85	57.58
03.00	41.59	45.83	40.85	57.58
04.00	57.97	63.9	56.95	57.58
05.00	57.97	63.9	56.95	46.24
06.00	57.97	63.9	56.95	46.24
07.00	100.54	110.81	98.76	46.24
08.00	100.54	110.81	98.76	40.57
09.00	100.54	110.81	98.76	40.57
10.00	100.54	110.81	98.76	40.57
11.00	127.05	140.02	124.81	40.57
12.00	127.05	140.02	124.81	40.57
13.00	127.05	140.02	124.81	40.57
14.00	127.05	140.02	124.81	41.87
15.00	127.05	140.02	124.81	41.87
16.00	127.05	140.02	124.81	41.87
17.00	127.05	140.02	124.81	44.48
18.00	127.05	140.02	124.81	68.92
19.00	36.69	40.44	36.05	70.87
20.00	36.69	40.44	36.05	71.36
21.00	36.69	40.44	36.05	68.92
22.00	36.69	40.44	36.05	70.87
23.00	36.69	40.44	36.05	66.47
24.00	36.69	40.44	36.05	55.23

3.2.2 Menghitung Data Pembebanan dan Sisa Umur Transformator.

Dalam menganalisa sisa umur transformator penulis harus mengetahui kondisi dari suatu transformator, kondisi tersebut antara lain pembebanan. Kondisi pembebanan harus diukur terlebih dahulu untuk mendapatkan data pembebanan dari tiap-tiap transformator yang akan di analisa. Dari data pembebanan yang diperoleh selanjutnya dapat dilakukan perhitungan dan analisa untuk mengetahui sisa umur operasi dari transformator.

Berikut ini adalah tahapan perhitungan data pembebanan dan sisa umur transformator :

1. Faktor Pembebanan

Faktor pembebanan suatu transformator dapat menyebabkan terjadinya penyusutan umur transformator tersebut, yang menyebabkan penuaan isolasi karena pemanasan akibat pembebanan. Untuk mengetahui hasil perhitungan dari faktor pembebanan tersebut menggunakan persamaan 2.1.

2. Temperatur *Top Oil*

Minyak pada bagian atas adalah campuran sebagian dari minyak yang bersirkulasi sepanjang kumparan. Persamaan 2.2 diperlukan untuk mendapatkan nilai kenaikan temperatur minyak bagian atas yang diukur selama pengujian kenaikan temperatur.

3. Selisih Temperatur *Hot Spot* dengan *Top Oil*

Pemburukan isolasi akan semakin cepat apabila isolasi tersebut bekerja dengan temperatur yang melebihi dari batas yang diizinkan yaitu 98°C dalam hal ini adalah temperatur *hot spot*. Untuk menghitung temperatur *hot spot* dapat dilihat pada persamaan 2.6, tetapi sebelumnya perlu menggabungkan persamaan antara 2.2 dan 2.5. Dari persamaan 2.3 dan 2.4 yang digabungkan sehingga didapatkan persamaan 2.5.

4. Laju Penuaan Relative

Nilai laju penuaan 2.7 dari umur pemakaian transformator tergantung pada suhu titik panas di atas suhu normal (98°C) pada beban nominal serta suhu lingkungan acuan serta peningkatan suhu kumparan.

5. Nilai Sisa Umur Dalam Satuan Jam per hari

Proses penuaan akibat adanya pembebanan lebih yang menimbulkan panas pada lilitan kumparan transformator sehingga pada suatu saat akan menurunkan umur transformator (penyusutan umur) dari yang diharapkan. Sehingga untuk menentukan sisa umur transformator dihitung dalam satuan jam perhari menggunakan persamaan 2.8.

6. Sisa Umur Dalam Satuan Tahun

Pada perhitungan umur isolasi yang normal (*normal insulation life*), IEEE menetapkan standar 180.000 jam atau 20,55 tahun. Untuk mendapatkan sisa umur transformator dalam satuan pertahun menggunakan persamaan 2.9.

3.2.3 Prediksi Sisa Umur Transformator

Pada dasarnya perhitungan yang tepat serta management yang baik dari Transformator distribusi akan meningkatkan keandalan system tenaga listrik sehingga kontinuitas pelayanan listrik ke konsumen terjamin. Dengan dasar alasan tersebut maka prediksi sisa umur transformator sangat diperlukan untuk mengetahui berapa lama waktu pakai transformator distribusi. Maka untuk memproses prediksi sisa umur transformator dilakukan dengan menggunakan metode *perceptron*

Dalam proses prediksi sisa umur transformator menggunakan metode *perceptron* harus diketahui arsitektur jaringannya, karena *user* harus mempunyai rancangan data yang akan digunakan untuk membangun sebuah struktur jaringan. Data (*input*) yang dibutuhkan seperti α , bobot (w), θ , bias (b), jumlah variabel *input*, nilai variabel *input* dan target (*output*) yang nantinya akan digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian sistem.

Format data training direncanakan menggunakan 2 komposisi, komposisi ini berguna untuk mengetahui performa dari perceptron :

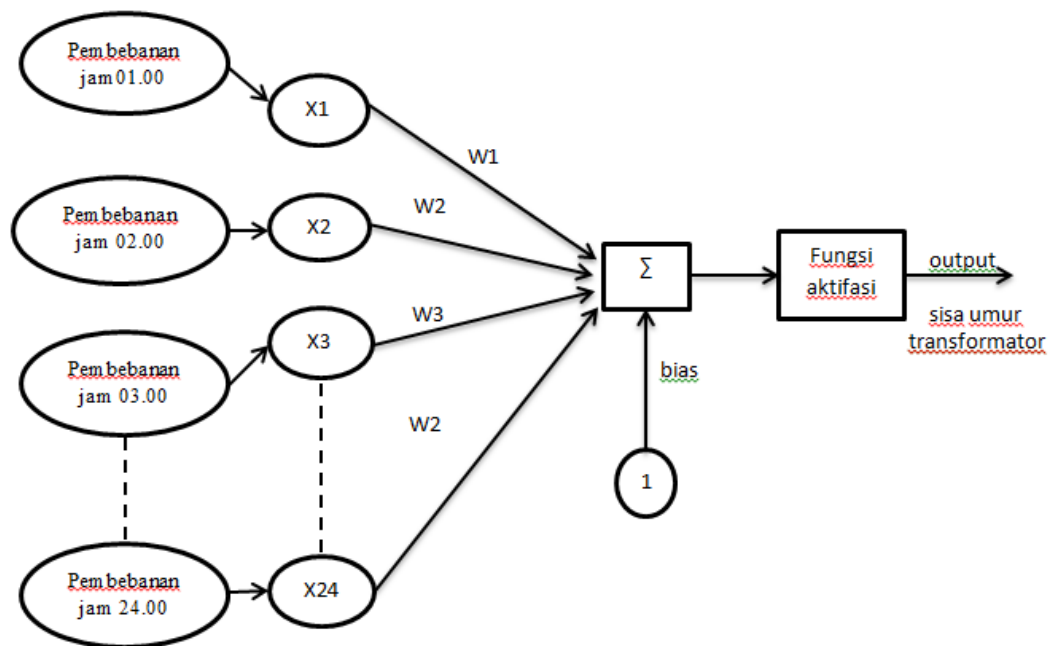
1. Komposisi 1,50% data training,50% data testing

Pada komposisi 1 ini digunakan untuk mengetahui hasil dari simulasi yang akan dilakukan untuk memprediksi sisa umur transformator. Pada komposisi ini pemilihan data training dan data testing yaitu meliputi separuh dari data label transformator, yang nanti akan didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar berapa persen(%) dan nilai MSE nya menggunakan persamaan 2.13. Maka akan diketahui nilai error yang besar dan nilai error yang kecil, nilai error yang kecil maka nanti dapat disimpulkan parameter input yang digunakan untuk mengetahui sisa umur transformator. Setelah nilai akurasi dan MSE diketahui maka akan didapat selisih antara umur asli dengan prediksi sisa umur transformator.

2. Komposisi 2,75% data training,25% data testing

Pada komposisi 2 ini digunakan untuk mengetahui hasil dari simulasi yang akan dilakukan untuk memprediksi sisa umur transformator. Nanti akan didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar berapa persen(%) dan nilai MSE nya menggunakan persamaan 2.13. Maka akan diketahui nilai error yang besar dan nilai error yang kecil, nilai error yang kecil maka nanti dapat disimpulkan parameter input yang digunakan untuk mengetahui sisa umur transformator. Setelah nilai akurasi dan MSE diketahui maka akan didapat selisih antara umur asli dengan prediksi sisa umur transformator.

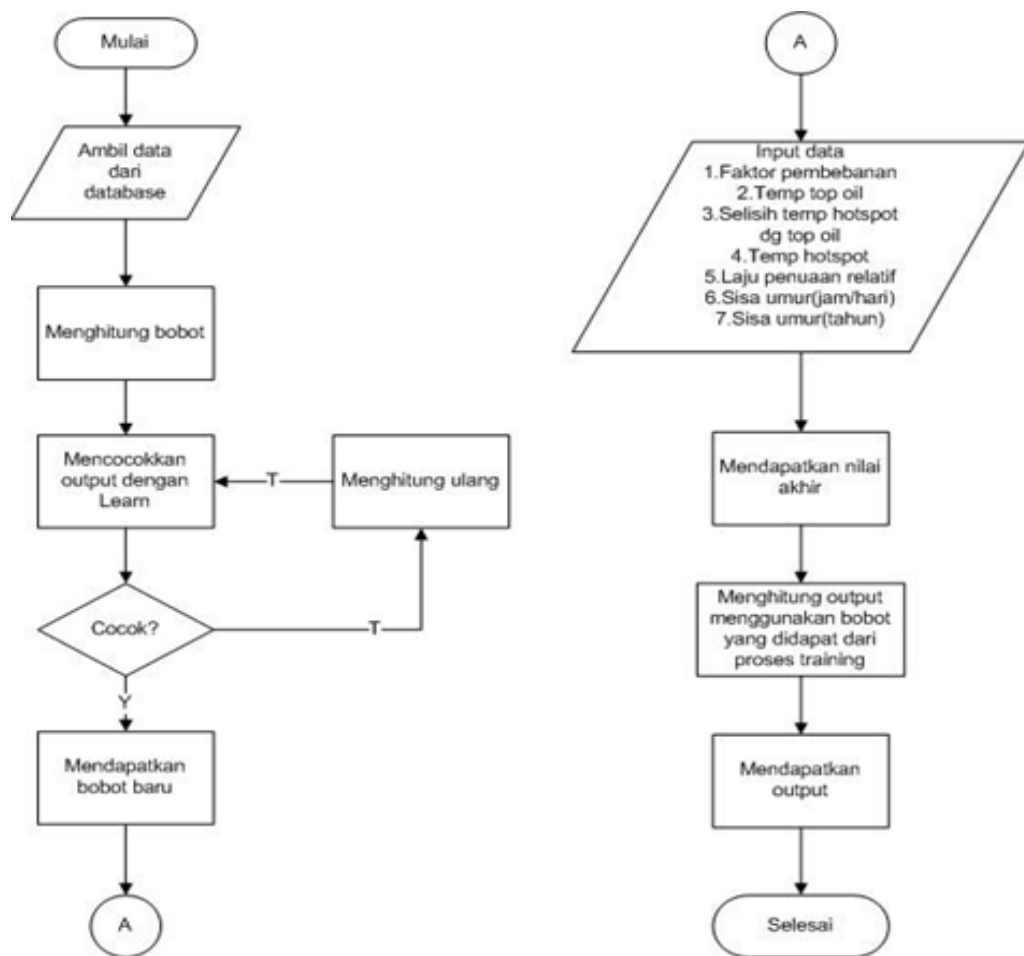
Selanjutnya untuk mengetahui validasi tersebut nanti dibandingkan hasil perhitungan manual dengan menggunakan perceptron, dari perbandingan nanti akan didapatkan seberapa persen (%) error menggunakan persamaan 2.13.



Gambar 3.2 Arsitektur JST *Perceptron*

Gambar 3.2 menunjukkan jaringan *perceptron*, dengan satu lapisan masukan yaitu data pembebanan dan satu lapisan keluaran yang merupakan sisa umur transformator(tahun).Dua lapisan tersebut terhubung penuh melalui pembobot.Ini berarti setiap unit pengolah pada lapisan keluaran. Bobot-bobot yang menghubungkan kedua lapisan ini beradaptasi selama jaringan mengalami pelatihan.

Dalam tahap pengolah data terdapat proses pelatihan,langkah awal adalah inisialisasi semua bobot dan bias yang umumnya dengan nilai 0,lalu tentukan nilai *threshold*(θ) dan laju pembelajaran (α) yang biasanya sama dengan 1.selanjutnya set aktivasi input dari data yaitu $x_i = s_i$.kemudian hitung nilai y_{in} dengan menggunakan persamaan 2.10,setelah mendapatkan hasil y_{in} dari persamaan 2.10 lalu hitung dan bandingkan dengan nilai y_{out} atau nilai aktivasinya.Apabila nilai y (out put) tidak sama dengan nilai target maka dilakukan perubahan nilai bobot dan bias menggunakan persamaan 2.11 dan 2.12.setelah nilai bobot dan bias baru ditemukan maka hitung kembali dengan menggunakan persamaan 2.10.apabila terjadi perubahan bobot pada perhitungan selanjutnya lakukan perhitungan terus-menerus hingga tidak ada perubahan bobot.



Gambar 3.3 Flowchart Training Algoritma Perceptron

Flowchart program menjelaskan secara rinci urutan instruksi yang terjadi pada saat melakukan perhitungan dengan bobot. Data masukan berupa nilai diproses berdasarkan rumus dan bobot yang ada, dengan mencocokkan output dengan learn sampai mendapatkan bobot baru yang akan dipakai pada proses selanjutnya. Bobot baru yang telah didapatkan dari pemrosesan diatas disimpan dalam database. Selanjutnya memasukkan nilai dari faktor pembebanan, temperatur top oil, selisih temperatur hotspot dengan top oil, temperatur hotspot, laju penuaan relatif, sisa umur(jam/hari), dan sisa umur(tahun). Hasil perhitungan nilai tersebut akan diproses menggunakan bobot baru untuk mendapatkan output yang merupakan hasil dari prediksi sisa umur transformator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. M. Tambunan, A. Hariyanto, and W. K. Tindra, “Kerja Pembebanan Dan Temperatur Terhadap Susut Umur,” *Sutet*, vol. 5, no. 2, pp. 91–99, 2015.
- [2] D. I. Pt, P. L. N. Persero, and K. Pontianak, “(3) 1,2,3).”
- [3] R. I. Putri, A. Priyadi, and M. H. Purnomo, “PREDIKSI KECEPATAN ANGIN PADA SISTEM KONVERSI ENERGI B-96 B-97,” vol. 7, pp. 96–99, 2015.
- [4] A. Tsiligkaridis, J. Zhang, H. Taguchi, and D. Nikovski, “Personalized Destination Prediction Using Transformers in a Contextless Data Setting,” *Proc. Int. Jt. Conf. Neural Networks*, 2020, doi: 10.1109/IJCNN48605.2020.9207514.
- [5] A. Putri, R. Kusuma, and S. Herawati, “Prediksi Kunjungan Wisatawan,” vol. 6, no. 2, pp. 85–90, 2017.
- [6] S. Karim, “Implementasi perceptron untuk memberikan perilaku Non Player Character (NPC) pada game Arabic Hunter berbasis Android,” 2014.
- [7] Yani Immarul Za’iim, “Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Jantung Koroner Menggunakan Metode Perceptron,” *Sist. Pakar untuk Diagnosa Penyakit Jantung Koroner Menggunakan Metod. Perceptron*, pp. 1–7, 2011.