

Perkembangan struktur dari PNN mempunyai masukan i dimulai dari nod I_1 hingga I_n , K nod tersembunyi (K lembaran latihan), dan m keluaran nod antara O_1 hingga O_m . Algoritma PNN mempunyai dua langkah yaitu Langkah Pembelajaran dan Langkah memanggil kembali.

A. Langkah pembelajaran PNN

Langkah 1 Untuk setiap lembaran latihan $X(k)$, $k = 1, 2, \dots, K$, menciptakan masukan pemberat W^{IH} antara nod masukan I_i dan nod tersembunyi H_k ,

$$w_{ki}^{IH} = x_i(k) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

dengan

$$W^{IH} = [w_{ki}^{IH}]_{pxn} \quad \text{dan} \quad X(k) = [x_1(k), \dots, x_i(k), \dots, x_n(k)]^k, \\ x_i(k) \in \{0, 1\} \quad (3)$$

Langkah 2 Pemberat keluaran adalah “1” untuk “kategori 1” dan “0” untuk “kategori 2”. Pemberat keluaran W^{HO} antara nod tersembunyi H_k dan keluaran tersembunyi O_j oleh,

$$w_{kj}^{HO} = \begin{cases} 1, & k \in \text{kategori 1} \\ 0, & k \in \text{kategori 2} \end{cases} \quad (4)$$

dengan

$$W^{HO} = [w_{kj}^{HO}]_{pxm} \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

iaitu,

K = jumlah latihan

n = dimensi X

m = dimensi Y

B. Langkah memanggil kembali PNN

Langkah 1 Dapatkan pemberat rangkaian W^{IH} dan W^{HO}

Langkah 2 Menggunakan ujian vektor $X = [x_1, \dots, x_i, \dots, x_n]$ kepada rangkaian neural.

Langkah 3 Hitungan probabiliti dari pengujian vektor X dari fungsi Gauss fungsi jarak untuk mengukur antara vektor yang tak dikenali dan semua masukan latihan,

$$net_k = \sum_{i=1}^n (x_i - w_{ki}^{IH})^2 \quad (6)$$

$$H_k = \exp\left(-\frac{net_k}{2\sigma^2}\right) \quad (7)$$

parameter pelincir $\sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_k = \sigma$

Langkah 4 Kalkulasi jumlah dari probabiliti O_j oleh,

$$O_j = \sum_{k=1}^k w_{kj}^{HO} H_k \quad (k \in \text{kategori } 1) \quad (8)$$

H_k menjadi masuk Kategori 1.

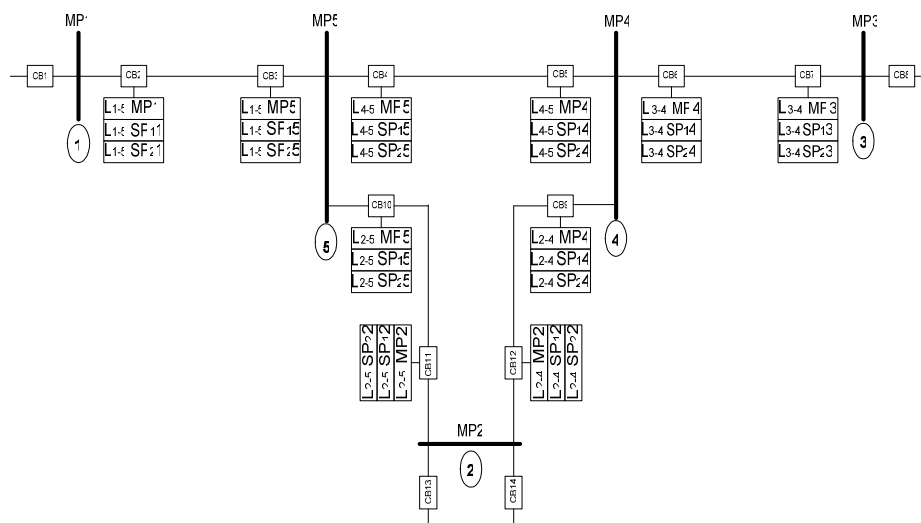
Langkah 5 Membuat penjumlahan dari probabiliti dibagi dengan jumlah dari H_k . Probabiliti keluaran P_k adalah:

$$\text{Prob } P_j = \frac{O_j}{\sum_{k=1}^K H_k} \quad (9)$$

3. Model Sistem Daya Listrik

Gambar 2 menggambarkan konsep mengenai zon perlindungan. Zon perlindungan digunakan untuk menggambarkan zon perlindungan pada peranti perlindungan. Di dalam sistem ini terdapat 10 zon yang terdiri dari 5 saluran penghantar (L1-5, L4-5, L3-4, L2-5, L2-4), dan lima bus (bus 1 hingga bus 5). Setiap zon terdiri dari peralatan perlindungan di mana setiap circuit breaker tersedia kepada dua zon yang berdekatan. Zon perlindungan dengan peralatan perlindungan berfungsi untuk sesaat pada keadaan-keadaan tidak normal untuk menghindari gangguan yang terburuk. Peralatan ini juga menyediakan perlindungan cadangan terutama ketika perlindungan utama gagal untuk beroperasi.

Peralatan perlindungan beroperasi untuk mengurangi risiko gangguan sistem komponen. Jika peralatan perlindungan utama gagal beroperasi maka perlindungan cadangan akan beroperasi untuk mengasingkan gangguan, adalah penting bagi zon perlindungan utama untuk mempunyai perlindungan cadangan. Sebagai contoh gangguan yang terjadi pada saluran penghantar 3 – 4 (dari bus 3 hingga bus 4), relay utama berhubungan dengan circuit breaker $CB7$ dan $CB6$. Jika relay perlindungan utama gagal beroperasi maka relay perlindungan cadangan akan bekerja iaitu $CB4$ dan $CB12$ [3], [5].



Gambar 2. Topologi Model Sistem 5 Bus

Tabel 1 menunjukkan latihan peralatan perlindungan untuk bus dan saluran penghantaran. Di dalam tabel dibawah ini memaparkan untuk banyak gangguan yang terdiri dari gangguan pada satu kawasan, gangguan pada dua kawasan dan gangguan pada tiga kawasan. Kemudian dipaparkan pula relay dan circuit breaker yang bekerja atau trip. Beberapa pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai keanggotaan berdasarkan algoritma PNN untuk mengaplikasikan persamaan (1) hingga persamaan (9).

Tabel 1. Beberapa pengujian untuk Sistem 5 Bus (Gangguan Banyak)

Kasus 1: Banyak Gangguan		
Sistem Komponen	Relay & Circuit Breaker	Alarm
L1-5, L4-5 & Bas5 <i>(gangguan pada tiga kawasan)</i>	L ₁₋₅ MP1 & L ₁₋₅ MP5 bekerja untuk trip CB2 & CB3, L ₄₋₅ MP4 & L ₄₋₅ MP5 bekerja untuk trip CB5 & CB4 dan MP5 bekerja Untuk trip CB3 & CB4	Operasi Normal
Kasus 2: Satu Gangguan		
Komponen Sistem	Relay & Circuit Breaker	Alarm
Bas4 <i>(Gangguan tunggal dengan satu circuit breaker trip)</i>	MP4 bekerja untuk trip CB5, sedangkan L ₂₋₄ SP ₂ 4 bekerja untuk trip CB9	CB6 gagal trip
Kasus 3: Dua Gangguan		
Komponen Sistem	Relay & Circuit Breaker	Alarm
L2-4, L3-4 <i>(Dua Gangguan dengan satu relay gagal bekerja)</i>	L ₂₋₄ MP2 bekerja untuk trip CB12, L ₃₋₄ MP3 bekerja untuk trip CB7 dan L ₃₋₄ MP4 bekerja untuk trip CB6	L₂₋₄MP4 : tidak bekerja CB9 : tidak trip
Kasus 4: Error Pada Sistem Komunikasi		
Komponen Sistem	Relay & Circuit Breaker	Alarm
Bus2	Tidak ada proses	error pada CB1 & CB2

4. Analisis Gangguan Menggunakan PNN

Apabila gangguan terjadi dalam sistem daya listrik, informasi dari pola alarm akan diterima dari pusat kontrol melalui SCADA selanjutnya gangguan akan dianalisis menggunakan latihan PNN. PNN akan memilih informasi alarm yang ada gangguan. Informasi yang dipilih merupakan masukan untuk struktur PNN. Nilai keanggotaan akan dihitung berdasarkan kepada algoritma PNN pada persamaan (1) sampai persamaan (9). Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian untuk sistem 5 bus untuk banyak gangguan. Banyak Gangguan adalah gangguan yang terjadi pada dua atau lebih kawasan yang berbeda ketika terjadi pada masa yang sama. Di dalam Tabel 2 adalah hasil pengujian untuk sistem 5 bus, yang mana menunjukkan nilai yang terdiri dari nilai tertinggi dan nilai terendah. Setiap nilai ini menunjukkan gangguan atau probabiliti gangguan pada setiap sistem komponen. Nilai tertinggi menunjukkan gangguan pada sistem komponen dan nilai terendah menunjukkan probabiliti gangguan pada sistem komponen.

Tabel.2 Hasil Pengujian untuk Sistem 5 Bus (Banyak Gangguan)

RN	Sistem Komponen	Kasus Pengujian			
		saluran 1-5, saluran 4-5, Bus 5	Bus 4	Saluran 2-4, Saluran 3-4	Bus 2
RN1	Saluran 1-5	0.7143	0.0000	0.0000	0.0000
	Saluran 4-5	0.7143	0.0000	0.0000	0.0000
	Bus 5	0.8545	0.0000	0.0000	0.0000
RN2	Bus 4	0.0000	0.8545	0.0000	0.0000
	Saluran 2-4	0.0000	0.7143	0.0000	0.0000
RN3	Saluran 2-4	0.0000	0.0000	0.7143	0.0000
	Saluran 3-4	0.0000	0.0000	0.7143	0.0000

5. Kesimpulan

Mendeteksi gangguan dengan RN telah dikembangkan dalam tulisan ini. Alarm prosesing digunakan untuk mendeteksi gangguan pada perlindungan sistem daya listrik. Beberapa kelebihan PNN adalah:

- Proses pengingatan dan pembelajaran sangat cepat.
- Tidak ada iterasi dalam proses pembelajaran.
- Tidak ada perkiraan untuk kuantiti lapisan tersembunyi dan jumlah nod tersembunyi.
- Jumlah lembaran latihan yang terbatas.
- Mampu melakukan penyesuaian terhadap perubahan rangkaian berdasarkan struktur rangkaian.

Daftar Pustaka

1. Aygen Z. E, S Seker, M. Bagriyanik, F.G Bagriyanik, E Ayaz. "Fault Section Estimation in Electrical Power System Using Artificial Neural Network Approach". 1999. *IEEE Transaction on Power Systems Vol.14. No.1.* 332-338.
2. De Souza, M.A.P Rodrigues, M.T Schiling, M.B.C Filho. "Fault Location in Electrical Power Systems Using Intelligent Systems Techniques". 2001. *IEEE Transactions on Power Delivery Vol.16. No.1. January.* 222-228.
3. Lewis Blackburn. 1987. "*Protective Relaying Principles and Application*". Marcel Dekker Inc.
4. Lin Min W, Lin C.H, Sun Z.C. 2004. *Adaptive Multiple Fault Detection and Alarm Processing for Loop System with Probabilistic Network.* *IEEE Transactions on Power Delivery Vol.19. No.1.* 64-69.
5. Protopas C.A, K.P Psaltiras, A.V Hachias. 1991. An Expert System for Sub Station Fault Diagnosis and Alarm Processing. *IEEE Transaction on Power Delivery Vol.6. No.2.* 648-655.
6. Veelenfurt LPJ. 1995. "Analysis and Applications of Artificial Neural Network". London. Prentice Hall International (UK).
7. Zhang Q, Z Han, F Wen. "Rough Set Methods in Power System Fault Classification". 2002. *Proceedings of the 2002 Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering.* 100-104.



