

## PERAMALAN BEBAN HARI LIBUR MENGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

**I Made Mataram**

Staff Pengajar Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali, 80361  
[mataram@ee.unud.ac.id](mailto:mataram@ee.unud.ac.id)

### Abstrak

Karakteristik beban harian saat hari libur berbeda dengan hari biasa, serba tidak pasti dan cenderung mengalami penurunan. Ketidakpastian beban ini, jika tidak diperkirakan, akan sangat mempengaruhi operasi unit-unit pembangkit yang ada. Penjadwalan operasi dan alokasi pembangkit cadangan dapat mengganggu keandalan sistem tenaga listrik. Pada peramalan beban harian untuk hari-hari libur umat hindu di Bali yang kondisinya tidak tentu, sulit dilakukan oleh metode peramalan konvensional. Pada penelitian ini diusulkan peramalan dengan metode *artificial neural network*. Kelebihan metode ini dapat dengan mudah memformulasikan pengalaman dan pengetahuan peramal dan sangat fleksibel dalam perubahan aturan peramalan. Hasil peramalan memperlihatkan *error* rata-rata sangat kecil, yaitu dibawah 1 %

**Kata Kunci:** Peramalan beban jangka pendek, *artificial neural network*

### 1. PENDAHULUAN

Variasi beban tergantung pada kebutuhan setiap konsumen. Permintaan konsumen di Bali terhadap energi listrik dari tahun ke tahun cukup besar. Tiga pembangkit yang mensuplai tersebar di tiga kabupaten/kota yaitu PLTG dan PLTGU Pesanggaran (Denpasar), PLTG Gilimanuk (Jembrana), dan PLTG Pamaran (Singaraja). Kapasitas total ketiga pembangkit tersebut adalah 380 MW. Suplai berkapasitas 200 MW berasal dari interkoneksi Jawa-Bali. Berdasarkan data beban harian sampai bulan Desember 2006, kebutuhan beban sekitar 426 MW (beban puncak). Beban harian hari raya Galungan, rata-rata 280 MW dengan beban puncak rata-rata 335 MW. Pada hari-hari biasa penggunaan energi listrik relatif sama (stabil), tetapi hal ini berbeda pada saat hari Nyepi.

Permasalahan di atas akan membuat suatu keadaan beban yang tidak tentu dan cenderung mengalami penurunan sehingga operasi unit-unit pembangkit, seperti penjadwalan dan alokasi pembangkit cadangan menjadi kurang ekonomis.

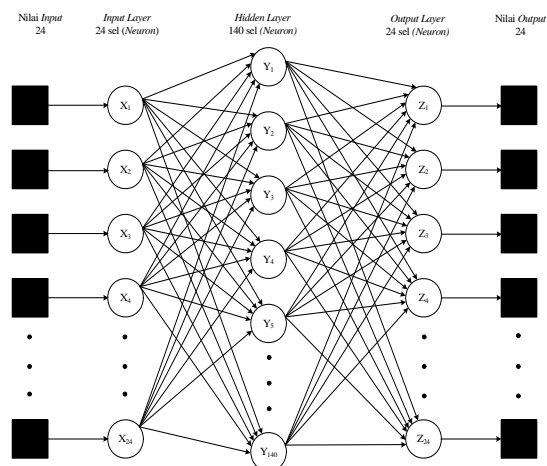
*Artificial Neural Network* (ANN) mampu melakukan komputasi dengan cara belajar dari pola-pola yang diajarkan dan menghasilkan peramalan relatif yang lebih akurat, yang pada akhirnya bermanfaat sebagai acuan dalam operasi sistem pembangkitan di Bali.

### 2. ARSITEKTUR ANN

Arsitektur ANN yang digunakan adalah *feedforward* dengan algoritma *backpropagation*. ANN banyak lapisan (*multilayer*) dengan fungsi aktivasi sigmoid, satu lapisan masukan (*input layer*) 24 sel (24 jam), satu lapisan dalam (*hidden layer*)

ditentukan secara acak yaitu 140 sel dan satu lapisan keluaran (*output layer*) 24 sel (24 jam). Untuk membangun suatu jaringan *feedforward* digunakan intruksi *newff*.

Jumlah sampel yang digunakan pada mode ini adalah satu hari setiap tahunnya. Sistem peramalan beban terdiri dua mode yaitu mode pelatihan *Resilient Backpropagation (trainrp)* dan mode pengujian.



**Gambar 1.** Arsitektur Neural Network

### 3. METODOLOGI

Data diambil dari PT. PLN (Persero) Area Pengatur Distribusi Bali bagian *dispatcher* Denpasar (Maret 2007 - Mei 2007). Hari libur sesuai Surat Keputusan Bersama 3 Menteri disesuaikan dengan kalender Bali periode 2002-2006 terdapat 6 (enam)

item hari libur khusus bagi umat Hindu antara lain Hari Penampahan Galungan, hari Galungan, hari Manis Galungan, hari Kuningan, hari Nyepi, hari Saraswati, hari Pagerwesi.

Analisis data menggunakan program MATLAB 7.04. Metode Meramalkan beban harian untuk hari libur dengan metode ANN dengan menghitung *error* hasil peramalan (Ismayani, 2005):

$$Error(\%) = \left| \frac{P'(t) - P(t)}{P(t)} \right| \times 100$$

dengan,

$P'(t)$  = nilai peramalan

$P(t)$  = nilai riil

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data-data historis beban harian diambil selama 5(lima) tahun, yaitu hari-hari libur Hindu periode 2002-2006 dari sistem tenaga listrik di Bali sesuai pustaka (Eka Wahyu, 2008). *Epochs* yang digunakan adalah 75000 dengan *goal* 0,00001 atau  $10^{-5}$  dan *learning rate* 0,01.

Hasil peramalan untuk hari-hari libur Hindu selengkapny adalah sebagai berikut.

**Tabel 1.** Perbandingan Hasil Peramalan Beban hari Penampahan Galungan Tahun 2006

PERAMALAN BEBAN LISTRIK PENAMPAHAN GALUNGAN (MW)			PERSENTASE ERROR PERAMALAN BEBAN PENAMPAHAN GALUNGAN (%)
JAM	BEBAN REAL	PERAMALAN ANN	
1	246.5	247.09	0.238779392
2	237.5	237.97	0.197503887
3	231.5	231.8	0.129421915
4	231.5	231.63	0.056123991
5	237.5	238.47	0.40675976
6	248.5	249.94	0.576138273
7	223.5	224.16	0.294432548
8	227.5	227.28	0.096796902
9	252.3	251.77	0.210509592
10	273.9	272.87	0.377469124
11	276.9	276.27	0.228037789
12	276.9	277.04	0.050534219
13	272.9	273.27	0.135397226
14	272.9	273.52	0.226674466
15	267.7	268.45	0.279381635
16	264.7	264.91	0.079272206
17	272.8	272.44	0.132139187
18	324.3	322.02	0.708030557
19	381.2	371.86	2.511697951
20	381.5	374.32	1.918144903
21	355.4	357.41	0.56237934
22	317.6	318.12	0.163460329
23	282.5	282.61	0.038922897
24	261.5	262.07	0.217499141
MIN	223.5	224.16	0.038922897
MAX	381.5	374.32	2.511697951
RATA	275.7916667	275.30375	0.409812801

**Tabel 2.** Perbandingan Hasil Peramalan Beban Hari Penampahan Galungan 2006

PERAMALAN BEBAN LISTRIK GALUNGAN (MW)			PERSENTASE ERROR PERAMALAN BEBAN GALUNGAN (%)
JAM	BEBAN REAL	PERAMALAN ANN	
1	244.5	244.78	0.11438843
2	235.5	236.02	0.220320312
3	231.5	230.95	0.238146785
4	233.5	233.97	0.200880455
5	237.5	237.79	0.121956348
6	257.5	257.89	0.151227267
7	218.5	219.12	0.282949982
8	223.5	223.78	0.125122889
9	230.1	229.6	0.217770035
10	233.3	233.2	0.042881647
11	236.5	236.26	0.101583002
12	239.9	239.89	0.004168577
13	246.7	246.44	0.105502354
14	246.6	246.91	0.125551821
15	243	243.26	0.106881526
16	250	250.13	0.051972974
17	232.8	232.96	0.068681319
18	293.6	292.91	0.235567239
19	364.1	368.28	1.135005974
20	363.2	365.07	0.512230531
21	344.4	345.49	0.315493936
22	327.4	327.78	0.115931417
23	270.8	271.14	0.125396474
24	248	248.05	0.020157226
MIN	218.5	219.12	0.004168577
MAX	364.1	368.28	1.135005974
RATA	260.5166667	260.9029167	0.197490355

**Tabel 3.** Perbandingan Hasil Peramalan Beban Hari Manis Galungan Tahun 2006

PERAMALAN BEBAN LISTRIK MANIS GALUNGAN (MW)			PERSENTASE ERROR PERAMALAN BEBAN MANIS GALUNGAN
JAM	BEBAN REAL	PERAMALAN ANN	
1	231	230.98	0.008658758
2	227	226.71	0.127916722
3	218	217.9	0.045892611
4	218	217.64	0.16541077
5	220	220.02	0.009090083
6	227	226.73	0.119084373
7	214	213.88	0.056106228
8	223	222.75	0.112233446
9	245.6	245.52	0.032583904
10	261.4	261.43	0.011475347
11	265.3	265.52	0.082856282
12	263	263.05	0.019007793
13	265	265.13	0.04903255
14	265	264.99	0.003773727
15	261.3	261.56	0.099403579
16	261.4	261.21	0.07273841
17	247.7	247.57	0.052510401
18	294.7	294.41	0.098502089
19	380.8	370.81	2.694102101
20	371.4	368.03	0.915686221
21	354.3	354.4	0.028216704
22	310.3	310.39	0.02899578
23	276.2	276.63	0.155442288
24	252.5	252.54	0.015839075
MIN	214	213.88	0.003773727
MAX	380.8	370.81	2.694102101
RATA	264.7458333	264.1583333	0.208523302

**Tabel 4.** Perbandingan Hasil Peramalan Beban Hari Kuningan 2006

PERAMALAN BEBAN LISTRIK KUNINGAN (MW)			PERSENTASE ERROR PERAMALAN BEBAN KUNINGAN (%)
JAM	BEBAN REAL	PERAMALAN ANN	
1	241.1	240.99	0.045645048
2	228.1	227.96	0.061414283
3	228.1	228.14	0.017533094
4	224.1	223.93	0.075916581
5	237.1	236.88	0.092874029
6	245.1	244.74	0.147094876
7	213.1	212.89	0.098642491
8	215.1	215.11	0.004648784
9	221.1	221.29	0.085860183
10	239.1	239.17	0.029267885
11	247.1	247.24	0.056625142
12	245.2	245.15	0.020395676
13	245.2	245.19	0.00407847
14	245.2	245.11	0.036718208
15	245.2	244.95	0.102061645
16	244.2	244.13	0.028673248
17	241.7	241.79	0.037223383
18	271.4	271.88	0.176548477
19	360.3	362.31	0.554773536
20	351.4	352.58	0.334675818
21	331.7	331.61	0.027140315
22	305.7	305.56	0.045817515
23	272.4	272.32	0.029377203
24	251.6	251.51	0.035783865
MIN	213.1	212.89	0.00407847
MAX	360.3	362.31	0.554773536
RATA	256.2625	256.35125	0.089532865

**Tabel 6.** Perbandingan Hasil Peramalan Beban Hari Saraswati 2006

PERAMALAN BEBAN LISTRIK SARASWATI (MW)			PERSENTASE ERROR PERAMALAN BEBAN SARASWATI (%)
JAM	BEBAN REAL	PERAMALAN ANN	
1	249.2	248.03	0.471717131
2	238.3	237.55	0.315723006
3	231.3	231.51	0.090708825
4	229.3	229.04	0.11351729
5	234.3	232.98	0.566572238
6	246.3	245.37	0.37901944
7	223.3	223.9	0.267976775
8	225.2	227	0.792951542
9	258.8	259.36	0.215916101
10	275.8	276.43	0.227905799
11	282.8	282.88	0.028280543
12	282.8	281.6	0.426136364
13	282.8	282.04	0.269465324
14	282.8	280.77	0.723011718
15	279.8	277.91	0.680076284
16	271.8	272.7	0.330033003
17	265.4	267.56	0.80729556
18	288.2	293.43	1.782367174
19	366.3	371.68	1.447481705
20	375.7	373.62	0.556715379
21	358	356.16	0.516621743
22	323.5	322.97	0.164101929
23	287.5	285.31	0.767586134
24	263.5	261.91	0.607078768
MIN	223.3	223.9	0.028280543
MAX	375.7	373.62	1.782367174
RATA	275.9458333	275.9045833	0.522844157

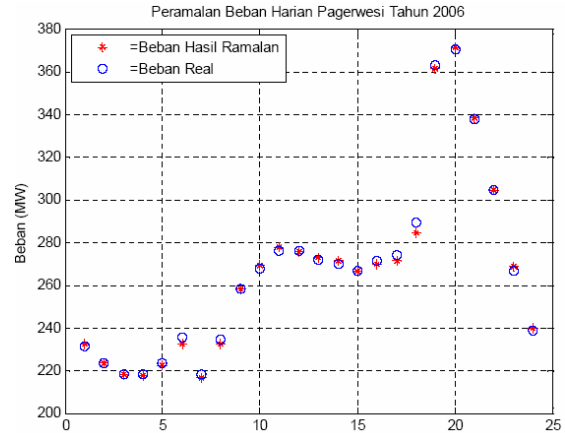
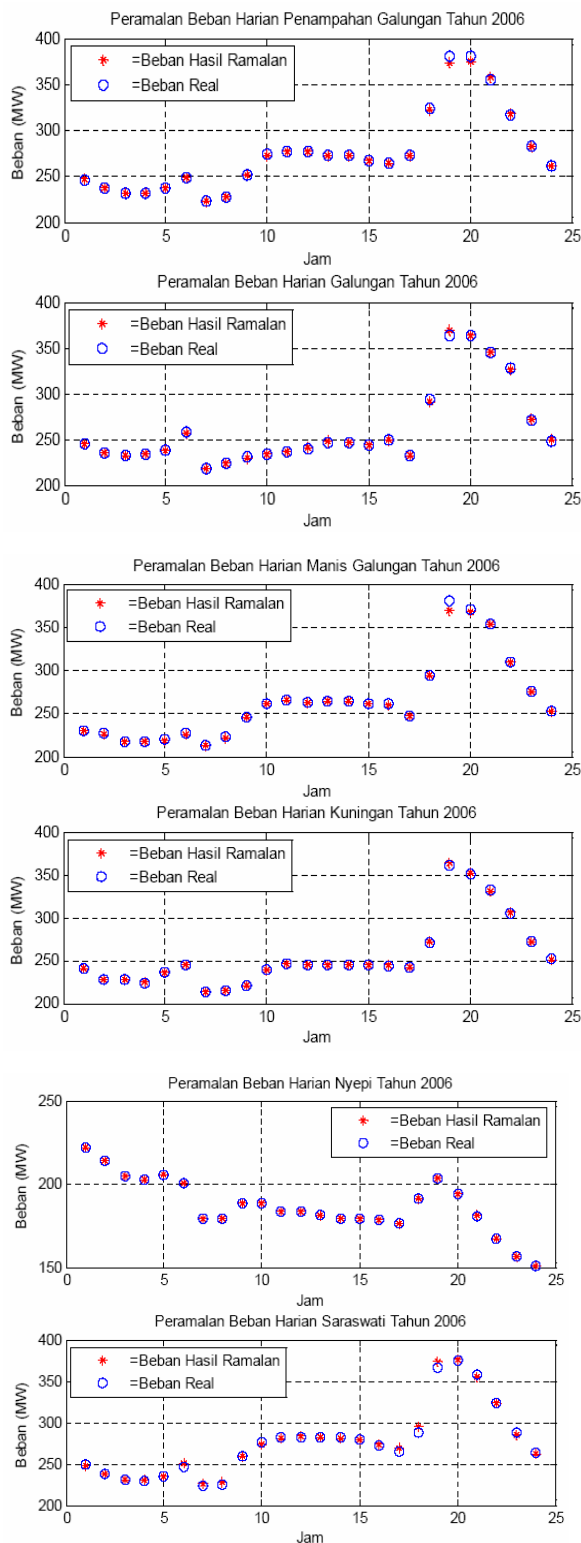
**Tabel 5.** Perbandingan Hasil Peramalan Beban Hari Nyepi Tahun 2006

PERAMALAN BEBAN LISTRIK NYEPI (MW)			PERSENTASE ERROR PERAMALAN BEBAN NYEPI (%)
JAM	BEBAN REAL	PERAMALAN ANN	
1	221.9	221.92	0.009012257
2	214	214	0
3	205	205.02	0.009755146
4	203	203.02	0.009851246
5	205.6	205.57	0.014593569
6	200.6	200.64	0.019936204
7	179.6	179.58	0.011137098
8	179.6	179.61	0.005567619
9	188.6	188.59	0.005302508
10	188.6	188.59	0.005302508
11	183.6	183.59	0.00544692
12	183.6	183.57	0.01634254
13	181.6	181.6	0
14	179.6	179.6	0
15	179.6	179.58	0.011137098
16	178.5	178.51	0.005601927
17	176.3	176.27	0.017019345
18	191.4	191.44	0.020894275
19	203.3	203.32	0.009836711
20	194.5	194.47	0.015426544
21	181.2	181.15	0.027601435
22	167.6	167.61	0.005966231
23	156.9	156.86	0.025500446
24	150.9	150.91	0.006626466
MIN	150.9	150.91	0
MAX	221.9	221.92	0.027601435
RATA	187.2958333	187.2925	0.010744087

**Tabel 7.** Perbandingan Hasil Peramalan Beban Hari Pagerwesi 2006

PERAMALAN BEBAN LISTRIK PAGERWESI (MW)			PERSENTASE ERROR PERAMALAN BEBAN PAGERWESI (%)
JAM	BEBAN REAL	PERAMALAN ANN	
1	231.4	231.78	0.163948572
2	223.4	223.73	0.147499218
3	218.4	218.26	0.064143682
4	218.4	218.66	0.118906064
5	223.4	223.93	0.236681106
6	235.4	235.65	0.10608954
7	218.4	217.7	0.321543408
8	234.3	232.85	0.622718488
9	258.2	258.17	0.01162025
10	267.7	267.85	0.056001493
11	276.3	276.47	0.061489493
12	276	276.85	0.307025465
13	272.1	272.57	0.17243277
14	269.8	270.72	0.339834515
15	266.5	267.52	0.381279904
16	271.3	270.52	0.28833358
17	274.2	272.53	0.612776575
18	289.4	286.61	0.97344824
19	362.9	361.48	0.392829479
20	370.1	368.74	0.368823561
21	337.4	337.19	0.062279427
22	304.3	304.32	0.006572029
23	266.6	267.75	0.429505135
24	238.7	239.61	0.379783815
MIN	218.4	217.7	0.006572029
MAX	370.1	368.74	0.97344824
RATA	266.8583333	266.7275	0.276065242

Sedangkan grafik untuk tiap-tiap hari libur Hindu adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik peramalan Pembebanan hari hari\ libur

### 5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan di atas maka dapat disimpulkan peramalan beban untuk hari libur Hindu di Bali menggunakan metode *Artificial Neural Network* menghasilkan peramalan beban harian selama 24 jam dengan *error* rata-rata yang sangat kecil. Pada peramalan tahun 2006 didapatkan *error* rata-rata di bawah 1%.

### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Gooi, H.B. 1995. *ANN-Based Electric Load Forecasting*. Singapore :International Power Engineering Conference.
- [2]. Kim, Kwang-Ho. 1995. *Implementation of Hibrid Short Term Load Forecasting System Using Neural Network and Fuzzy Expert Systems*. IEEE Transactions On Power Systems, Vol. 10, No. 3, pp. 1534-1539.
- [3]. Kim, Kwang-Ho. 2000. *Short Term Load Forecasting for Special Days in Anomalous Load Conditions Using Neural Networks and Fuzzy Inference Method*. IEEE Transactions On Power Systems, Vol. 15, No. 2, pp. 559-565.
- [4]. Kosko, Bart. 1997. *Fuzzy Engineering*. New Jersey: Prentice-Hall Inc Kusumadewi, Sri. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB & EXCEL LINK*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [5]. Kusumadewi, Sri. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [6]. Mori, Hiroyuki. 1996. *Optimal Fuzzy Inference for Short Term Load Forecasting*. IEEE Transactions On Power Systems, Vol. 11, No. 1, pp.390-396.
- [7]. Purwiyanti, Sri. 2000. *Algoritma Genetik Untuk Mengoptimalkan Proses Belajar Jaringan Syaraf Tiruan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.