

# SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTU NILAI INTERVAL KADAR LEMAK TUBUH MENGGUNAKAN REGRESI INTERVAL DENGAN NEURAL FUZZY

**Tedy Rismawan dan Sri Kusumadewi**

Laboratorium Komputasi dan Sistem Cerdas, Jurusan Teknik Informatika, FTI, UII

E-mail: tedyrismawan@yahoo.com, cicie@fti.uui.ac.id

## Abstrak

*Sistem pendukung keputusan merupakan salah satu sistem komputer yang digunakan untuk membantu manusia dalam hal mengambil suatu keputusan. Kesibukan masyarakat pada saat ini terkadang membuat mereka lupa akan kesehatan. Salah satu faktor penentu kesehatan adalah kadar lemak tubuh.*

*Nilai interval kadar lemak seseorang dapat ditentukan melalui variabel-variabel yang berpengaruh dengan perhitungan menggunakan salah satu metode pada neuro-fuzzy, yaitu model regresi interval. Model regresi interval merupakan metode yang didasari oleh jaringan backpropagation. Pada model ini terdapat 2 jaringan backpropagation yang dilatih, satu model untuk mencari batas bawah dan model yang lain untuk mencari batas atas.*

*Sistem pendukung keputusan yang dibangun memiliki kemampuan untuk menerima input data user berupa jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, lingkar perut, lingkar panggul, lingkar lengan atas, dan lingkar lengan bawah, kemudian memprosesnya menggunakan model regresi interval dengan neural fuzzy, yang kemudian memberikan informasi hasilnya berupa interval nilai kadar lemak tubuh dari user. Setelah melalui tahap pengujian validitas sistem, maka diperoleh hasil kinerja sistem yang mencapai 86,44%.*

*Kata Kunci : Sistem Pendukung Keputusan, Regresi Interval, Kadar Lemak.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan jaman, peran komputer semakin banyak di dalam kehidupan masyarakat. Hampir semua bidang kehidupan telah menggunakan komputer sebagai alat bantu. Diharapkan pada perkembangannya, komputer dapat langsung dirasakan manfaatnya oleh masyarakat.

Kehidupan masyarakat saat ini yang cenderung sangat sibuk mengakibatkan masyarakat sering kali tidak memperhatikan masalah kesehatan mereka. Banyak faktor yang mempengaruhi tingkat kesehatan seseorang, salah satunya adalah kadar lemak pada tubuhnya. Kadar lemak seseorang dapat ditentukan berdasarkan variabel-variabel kondisi fisiknya menggunakan alat pengukur kadar prosentase lemak yang saat ini sudah cukup mudah untuk diperoleh. Namun, karena harga alat tersebut cukup mahal dan masih banyak masyarakat yang belum mengetahuinya, maka sistem ini dibangun agar masyarakat dapat memperoleh informasi mengenai interval nilai kadar lemaknya dengan cara yang mudah, dan cepat.

Sistem ini menentukan nilai kadar prosentase lemak seseorang menggunakan penggabungan dari metode sistem fuzzy dan jaringan syaraf tiruan, metode ini

disebut regresi interval dengan neural fuzzy. Metode regresi interval dengan neural fuzzy dapat menghasilkan interval batas awal dan interval batas akhir dari kadar prosentase lemak berdasarkan masukan kondisi fisik dari pengguna sistem.

### Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sistem aplikasi penentu nilai kadar lemak tubuh menggunakan model regresi interval dengan neural fuzzy.

## DASAR TEORI

### Model Regresi Interval dengan Neural Fuzzy

Model regresi interval merupakan model regresi yang menggunakan neural fuzzy. Misalkan diberikan pasangan input – output  $(x_k, d_k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, p$  dengan  $x_k = (x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kn})$ . Suatu model regresi fuzzy pada pola ke-k direpresentasikan sebagai (Lin, 1996):

$$Y(x_k) = A_0 + A_1x_{k1} + \dots + A_nx_{kn} \quad (1)$$

Dengan  $A_i$  adalah bilangan fuzzy. Oleh karena itu, nilai estimasi output  $Y(x_k)$  juga merupakan bilangan fuzzy. Analisis regresi fuzzy dapat disederhanakan menjadi analisis regresi interval dimana model regresi interval nantinya akan dibentuk (Lin, 1996).

Konsep dasar dari analisis regresi interval yang didasarkan pada jaringan backpropagation, diperkenalkan oleh Ishibuchi dan Tanaka (1992). Model tersebut menggunakan 2 jaringan backpropagation. Satu jaringan digunakan untuk batas atas interval, sedangkan satu jaringan lainnya digunakan untuk batas bawah interval data. Kedua jaringan tersebut dilatih secara terpisah (Jang, 1997). Misalkan  $g^+(x_k)$  dan  $g^-(x_k)$  adalah *output* dari kedua jaringan backpropagation tersebut (BPN<sup>+</sup> dan BPN<sup>-</sup>) yang berhubungan dengan *input* vektor  $x_k$ , dimana setiap jaringan memiliki  $n$  neuron pada lapisan input dan 1 neuron pada lapisan output. Proses pembelajaran dilakukan terhadap kedua jaringan (BPN<sup>+</sup> dan BPN<sup>-</sup>) untuk mendapatkan *output* jaringan  $g^+(x_k)$  dan  $g^-(x_k)$  yang berkaitan dengan kondisi sebagai berikut (Lin, 1996):

$$g^-(x) \leq d_k \leq g^+(x), k = 1, 2, \dots, p. \quad (2)$$

Pada proses pembelajaran BPN<sup>+</sup>, fungsi biaya yang digunakan adalah:

$$E = \sum_{k=1}^p E_k = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^p \alpha_k [d_k - g^+(x_k)]^2 \quad (3)$$

Dimana nilai  $\alpha_k$  diberikan sebagai berikut:

$$\alpha_k = \begin{cases} 1; & d_k > g^+(x_k) \\ \alpha; & d_k \leq g^+(x_k) \end{cases} \quad (4)$$

Dimana  $\alpha$  merupakan bilangan positif yang cukup kecil pada interval (0,1). Nilai  $\alpha$  ini dapat diberikan dengan menggunakan fungsi penurunan, sebagai:

$$\alpha(t) = \frac{1}{[1 + (\frac{t}{2000})]^2} \quad (5)$$

Dimana nilai  $t$  merupakan nilai dari iterasi yang sedang dilakukan.

Aturan pembelajaran backpropagation digunakan untuk mendapatkan bobot-bobot  $w_j$  (bobot antara lapisan tersembunyi dengan lapisan output) dan  $w_{ji}$  (bobot antara lapisan input dengan lapisan tersembunyi) pada jaringan BP<sup>+</sup>, dan perbaikan bobot adalah sebagai berikut (Kusumadewi, 2006):

$$\Delta w_j = \eta \left( -\frac{\partial E_k}{\partial w_j} \right) = \eta \delta_k y_{kj} \quad (6)$$

$$\Delta w_{ji} = \eta \left( -\frac{\partial E_k}{\partial w_{ji}} \right) = \eta \delta_{kj} x_{ji} \quad (7)$$

Dimana nilai dari  $\delta_k$  dan  $\delta_{kj}$  adalah (Kusumadewi, 2006):

$$\delta_k = \alpha_k (d_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (8)$$

$$\delta_{kj} = y_{kj} (1 - y_{kj}) \delta_k w_j \quad (9)$$

$y_k = g^+(x_k)$  adalah output jaringan, dan  $y_{kj}$  adalah output neuron ke- $j$  pada lapisan tersembunyi untuk input  $x_k$  (Kusumadewi, 2006).

Cara yang sama juga digunakan untuk melakukan pembelajaran pada jaringan BPN<sup>-</sup> untuk mendapatkan output jaringan  $g^-(x_k)$ . Fungsi biaya yang digunakan untuk pembelajaran ini seperti terlihat pada persamaan (3), dengan  $\alpha_k$  diberikan sebagai berikut (Kusumadewi, 2006):

$$\alpha_k = \begin{cases} \alpha; & d_k \geq g^-(x_k) \\ 1; & d_k < g^-(x_k) \end{cases} \quad (10)$$

Dimana  $\alpha$  adalah bilangan positif yang cukup kecil pada interval (0,1).

Kedua algoritma pembelajaran tersebut digunakan untuk menentukan 2 fungsi,  $g^+(x)$  dan  $g^-(x)$  dimana  $g^-(x) \leq d_k \leq g^+(x)$ ,  $k = 1, 2, \dots, p$ . Dari sini, dapat diperoleh interval (Kusumadewi, 2006):

$$G(x) = [g^-(x), g^+(x)] \quad (11)$$

Karena  $g^+(x)$  dan  $g^-(x)$  diperoleh dari pembelajaran yang terpisah, maka sangat dimungkinkan  $g^+(x) < g^-(x)$ . Sehingga, jika hal tersebut terjadi, maka dapat dilakukan modifikasi pada interval tersebut sebagai berikut (Kusumadewi, 2006):

$$h^-(x) = \begin{cases} g^-(x); & g^-(x_k) \leq g^+(x) \\ \frac{1}{2}(g^-(x) + g^+(x)); & g^-(x_k) > g^+(x) \end{cases} \quad (12)$$

$$h^+(x) = \begin{cases} g^+(x); & g^-(x_k) \leq g^+(x) \\ \frac{1}{2}(g^-(x) + g^+(x)); & g^-(x_k) > g^+(x) \end{cases} \quad (13)$$

Berdasarkan persamaan (12) dan (13) maka interval yang terjadi adalah (Kusumadewi, 2006):

$$G(x) = [h^-(x), h^+(x)] \quad (14)$$

### Lemak dan Klasifikasinya

Lemak tubuh adalah lemak sub kutan, lemak perut, dsb tergantung lokasinya dalam tubuh. Sebagian lagi, lemak perut diketahui memiliki hubungan dalam memudahkan masuknya penyakit dalam tubuh. Porsen lemak tubuh menunjukkan jumlah dari masa lemak tubuh dibandingkan dengan berat total seluruh tubuh (Medicastore, 2008).

Orang selalu berfikir bahwa lemak tubuh itu jelek. Padahal, lemak memiliki peran penting dalam cadangan energi, melindungi organ dalam tubuh dan dsb. Kelebihan dan kekurangan lemak tidak baik bagi tubuh.

Penyebaran lemak tubuh pada wanita dan laki-laki itu berbeda. Jadi, klasifikasi porsen lemak tubuh antara laki-laki dan wanita berbeda (Medicastore, 2008):

Berikut ini adalah tabel klasifikasi porsen lemak tubuh laki-laki dan perempuan (Tabel 1) (Medicastore, 2008):

Tabel 1. Klasifikasi porsen lemak tubuh

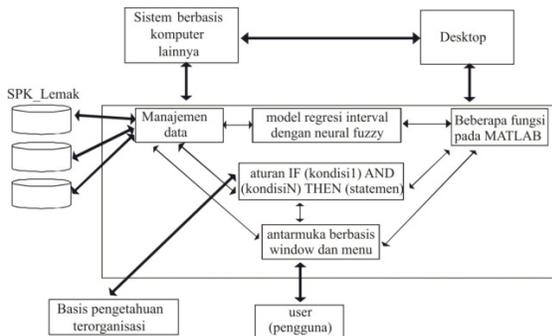
Laki-laki	Klasifikasi	Wanita
%lemak >= 25%	Tinggi	%lemak >= 35%
20% < %lemak < 25%	Agak Tinggi	30% < %lemak < 35%
10% < %lemak < 20%	Normal	20% < %lemak < 30%
%lemak < 10%	Rendah	%lemak < 20%

## MODEL YANG DIUSULKAN

### Gambaran Umum Model

Pada penelitian ini, diasumsikan data yang terdapat pada sampel data hanya data yang berasal dari responden yang memiliki umur antar 18 sampai dengan 24 tahun.

Model yang diusulkan pada penelitian ini adalah sebuah sistem pendukung keputusan. Model ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan data-data sampel yang diambil dari Laboratorium Informatika Kedokteran, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Komponen-komponen pembentuk sistem pendukung keputusan digunakan dengan pendekatan dari Turban (2005). Komponen-komponen tersebut terdiri atas manajemen data, manajemen model, subsistem berbasis pengetahuan, dan antarmuka. Diagram model yang diusulkan dapat dilihat pada gambar 1:



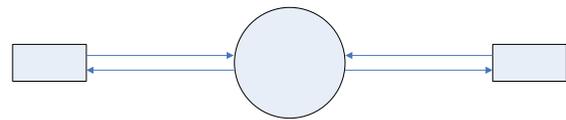
Gambar 1. Model yang diusulkan.

### Keterangan:

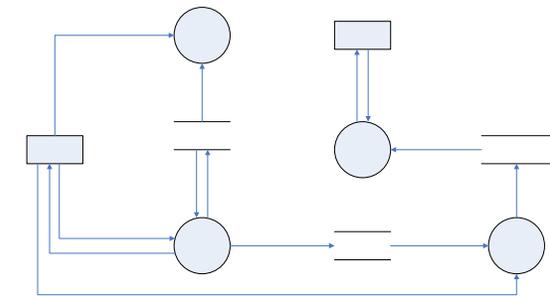
1. SPK\_Lemak : merupakan nama basis data pada sistem.
2. Manajemen\_data: berisi perintah-perintah yang digunakan untuk memanipulasi data yang ada pada basis data.
3. Model regresi interval dengan neural fuzzy: merupakan manajemen model yang digunakan pada sistem ini.
4. Aturan IF (kondisi) AND (kondisi) THEN (statemen): merupakan aturan umum yang terdapat di dalam basis pengetahuan pada sistem. Adapun aturan yang terdapat pada sistem adalah IF (tinggi badan=a) AND (berat badan=b) AND (jenis kelamin=c) AND (lingkar perut=d) AND (lingkar panggul=e) AND (lingkar lengan atas=f) AND (lingkar lengan bawah=g) THEN (persen lemak=h).
5. Beberapa fungsi pada MATLAB: fungsi yang digunakan pada sistem yang diperoleh dari *tools* pemrograman MATLAB, antara lain: max, min, rand, size, dan load.

6. Antarmuka berbasis *window* dan menu: merupakan jenis antarmuka yang digunakan untuk membangun sistem ini sehingga dapat digunakan dengan mudah oleh *user*.
7. Desktop: merupakan basis pembangunan sistem ini.
8. Pengguna: semua *user* yang menggunakan sistem ini, yaitu administrator dan *end-user*.

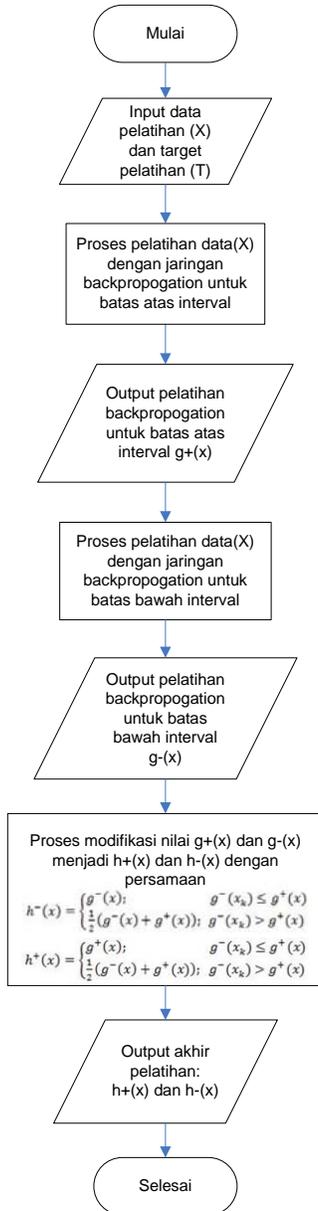
Gambar 2 merupakan gambar dari aliran data pada level 0, dimana terdapat *user* sebagai pengguna akhir sistem dan admin sebagai pengelola dari sistem. Sedangkan gambar 3 merupakan gambar aliran data pada level 1. Pada level ini, data *input* dari user (kondisi fisik) diolah berdasarkan bobot-bobot pelatihan yang menggunakan regresi interval dengan neural fuzzy. Nilai bobot-bobot tersebut diperoleh setelah melakukan pelatihan terhadap data yang ada pada basis data. Untuk proses 3 (pelatihan sampel data) dan proses 4 (pengujian) digunakan *flowchart* seperti pada gambar 4 dan 5.



Gambar 2. DFD level 0

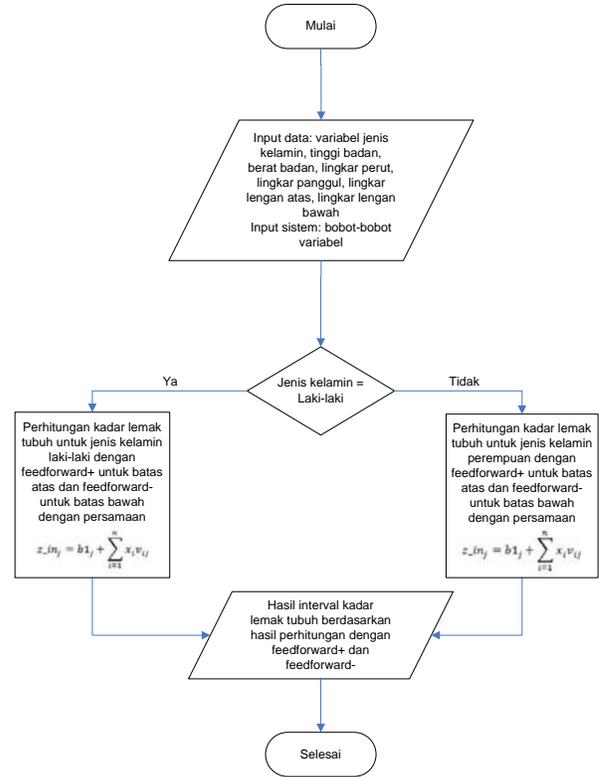


Gambar 3. DFD level 1



Gambar 4. Flowchart pelatihan

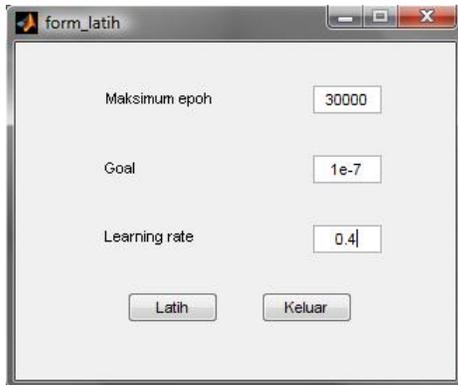
Pada gambar 4, hasil akhir yang diperoleh adalah  $h^+(x)$  dan  $h^-(x)$ . Nilai  $h^+(x)$  merupakan batas atas kadar lemak, sedangkan nilai  $h^-(x)$  merupakan batas bawah kadar lemak.



Gambar 5. Flowchart pengujian sistem

Sebelum user melakukan proses konsultasi, sistem yang ada harus dilatih terlebih dahulu agar dapat memperoleh nilai bobot-bobot hasil pelatihan yang nantinya akan digunakan untuk proses konsultasi (gambar 6). Pada proses pelatihan, administrator juga diminta untuk mengisi beberapa nilai parameter untuk pelatihan, yaitu nilai maksimum epoch, goal, dan laju pembelajaran. Apabila pelatihan telah dilakukan, maka diperoleh bobot-bobot pelatihan yang kemudian disimpan dalam suatu file penyimpanan.

Setelah proses pelatihan dilakukan maka sistem dapat digunakan untuk konsultasi. Untuk melakukan konsultasi, seorang user harus memasukkan terlebih dahulu kondisi fisiknya, yaitu jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, lingkar perut, lingkar panggul, lingkar lengan atas dan lingkar lengan bawah. Adapun halaman untuk memasukkan data kondisi fisik dapat dilihat pada gambar 7. Setelah memasukkan data maka user selanjutnya menekan tombol proses untuk memperoleh hasil dari interval kadar lemaknya beserta klasifikasi untuk nilai kadar lemak (gambar 8).



Gambar 6. Halaman pelatihan.

Jenis Kelamin: Perempuan

Tinggi Badan: 153 cm

Berat Badan: 52 cm

Lingkar Perut: 72 cm

Lingkar Panggul: 89 cm

Lingkar Lengan Atas: 23 cm

Lingkar Lengan Bawah: 13 cm

Gambar 7. Halaman konsultasi

Hasil

Persentase Lemak : 29.3036 s/d 35.8047

Proses    Reset

Klasifikasi kadar lemak:

Laki-laki	Klasifikasi	Perempuan
% lemak >= 25%	Tinggi	% lemak >= 35%
20% < %lemak < 25%	Agak Tinggi	30% < %lemak < 35%
10% < %lemak < 20%	Normal	20% < %lemak < 30%
%lemak < 10%	Rendah	%lemak < 20%

Gambar 8. Hasil konsultasi

Tabel 2. Contoh data yang akan diuji

No	Tinggi badan	Berat badan	Lingkar perut	Lingkar panggul	Lingkar lengan atas	Lingkar lengan bawah	% Lemak
1	163	59	74	94	23	14	25.4
2	172	75	79	100	26	16	31
3	166	58	72	92	26	16	19
4	167	50	71	88	21	13	16.5
5	168	50	62	87	23	14	10.4
6	173	56	66	93	24	15	18.4
7	168	73	77	96	30	18	22.7
8	177	60	71	90	24	15	17.4
9	168	52	68	84	22	15	13.9
10	159	58	70	85	26	15	23.4

Pada pengujian ini akan digunakan 28 data laki-laki dan 31 data perempuan. Setelah melakukan proses pelatihan data dan pengujian, maka diperoleh hasil pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil pengujian validitas sistem untuk data laki-laki

Data ke-	Batas Atas	Batas Bawah	Target	Keterangan
1	21.3517	28.9825	25.4	T
2	22.6852	30.8195	31	F
3	18.1197	21.6202	19	T
4	10.834	16.501	16.5	T
5	10.6072	14.7974	10.4	F
6	13.0875	18.6947	18.4	T
7	21.5509	29.0705	22.7	T
8	16.3092	20.7306	17.4	T
9	10.9276	14.2326	13.9	T
10	19.5292	24.7789	23.4	T
11	22.358	30.8498	30.7	T
12	22.4887	30.5515	26.1	T
13	22.5679	29.9851	22.8	T
14	22.3475	30.2909	29.1	T
15	13.9749	20.4812	15.2	T
16	15.398	20.151	15.7	T
17	13.651	19.5225	17.9	T
18	14.1482	19.0207	18	T
19	22.0086	30.8588	22	F
20	12.6717	17.1522	15.9	T
21	20.8754	25.4809	22.7	T
22	19.117	24.3674	19.4	T
23	14.5663	19.396	19.4	F
24	20.6638	26.6369	25.1	T
25	19.9043	23.9667	21	T
26	18.6974	23.4273	23.4	T
27	12.2808	18.3178	17.2	T
28	19.9793	23.4887	20	T

### Data Pengujian

Contoh pola data yang akan diuji dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 4. Hasil pengujian validitas sistem untuk data perempuan

Data ke-	Batas Atas	Batas Bawah	Target	Keterangan
1	31.3627	37.5859	34.4	T
2	29.8116	33.5407	31.5	T
3	20.7447	27.3359	26.6	T
4	19.5315	26.578	24.6	T
5	26.5766	31.9362	28.7	T
6	30.4929	35.9069	31	T
7	29.3036	35.8047	31	T
8	28.507	32.5615	29.8	T
9	19.7976	27.4362	25.6	T
10	31.6037	37.3609	31.6	F
11	33.0028	37.7189	37.3	T
12	26.2758	30.6676	29.6	T
13	24.5512	30.4732	25.8	T
14	32.4072	37.6089	37.8	F
15	19.2938	27.0196	27	T
16	18.3129	25.7112	23.9	T
17	17.389	24.5015	23.8	T
18	17.6338	25.2943	25.3	F
Data ke-	Batas Atas	Batas Bawah	Target	Keterangan
19	32.6401	37.659	33.3	T
20	18.3635	26.2499	24.6	T
21	18.5683	26.4132	24.6	T
22	28.3688	32.5731	28.7	T
23	25.7149	31.3113	28.3	T
24	29.1723	34.7658	29.5	T
25	17.436	24.6257	17.2	F
26	18.5255	25.4708	25	T
27	29.7085	37.4647	29.8	T
28	30.5287	35.6573	32.3	T
29	22.0629	27.507	25.7	T
30	23.8761	26.6628	24.5	T
31	20.0123	27.4634	20.3	T

Keterangan:

T = True. Terjadi apabila nilai target berada diantara nilai batas atas dan batas bawah.

F = False. Terjadi apabila nilai target lebih dari batas atas atau kurang dari batas bawah.

Contoh pada tabel 3 data ke-2:

Batas bawah : 22.6852

Batas atas : 30.8195

Target : 31

Pada contoh di atas diperoleh bahwa nilai target berada di atas nilai batas atas, maka nilai yang dihasilkan dari sistem tersebut tidak valid.

Berdasarkan pengujian validitas yang telah dilakukan maka diperoleh:

Kinerja sistem =  $\frac{\text{jumlah hasil pengujian yang benar}}{\text{jumlah hasil pengujian yang salah}} \times 100\%$

Kinerja sistem =  $\frac{51}{59} \times 100\% = 86,44\%$

## PENUTUP

### Simpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model regresi interval dengan neural fuzzy dapat digunakan untuk menentukan interval nilai kadar lemak tubuh seseorang berdasarkan data input antara lain jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, lingkaran perut, lingkaran panggul, lingkaran lengan atas dan lingkaran lengan bawah.
2. Hasil kinerja sistem berdasarkan pengujian validitas dengan nilai maksimum epoch = 30000, laju pembelajaran = 0.3, momentum = 0.8, jumlah lapisan tersembunyi = 1, jumlah neuron pada lapisan tersembunyi = 5, diperoleh tingkat ketepatan sistem mencapai 86,44%.

### Saran

Diharapkan sistem dapat dikembangkan sehingga di masa yang akan datang sistem dapat:

1. Sistem dapat memiliki data sampel yang lebih banyak agar hasil akhir dari sistem dapat lebih baik
2. Sistem untuk pemberian informasi (proses pengujian) dapat dikembangkan dengan berbasis web.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jang, JSR; Sun, CT; dan Mizutani, E. 1997. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. London: Prentice-Hall.
- [2] Lin, Chin-Teng; dan Lee, George. 1996. *Neural Fuzzy Systems*. London: Prentice-Hall.
- [3] Kusumadewi, Sri dan Hartati, Sri. 2006. *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Medicastore. 2008. Omron Body Fat Analyzer (Karada Scan) Scale Model HBF-356. Online pada [http://www.medicastore.com/med/bedah\\_produk.php?id=8&iddtl=&idktg=&idobat=&UID=20080814132945202.162.43.90](http://www.medicastore.com/med/bedah_produk.php?id=8&iddtl=&idktg=&idobat=&UID=20080814132945202.162.43.90).(diakses tanggal 12 Agustus 2008).
- [5] Turban, Efraim; Aronson, Jay, E.; Liang, Ting-Peng. 2005. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. International Edition, Edisi 7. New Jersey: Pearson Prentice-Hall Education International