

PREDIKSI PERHITUNGAN DOSIS RADIASI PADA PEMERIKSAAN MAMMOGRAFI MENGGUNAKAN ALGORITMA JARINGAN SYARAF TIRUAN PROPAGASI BALIK

Zaenal Arifin^{1*}, Heri Sutanto¹, Adi Pamungkas dan Rudi Setiawan

¹Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang

*Korespondensi penulis, Email: zaenalarifin@fisika.undip.ac.id

Abstract

Dose radiation calculation systems in mammography examination can be approximated by models of Artificial Neural Network (ANN) back propagation algorithm. In this study we performed with data from the measurement of air dose mammography and data measurement dose of radiation detectors. ANN architecture by using two inputs and one output. From the simulation results of training resulted in a correlation coefficient of 0.9994 and the MSE of 5.2907e-05. From the test results obtained by the correlation coefficient of 0.9370 dan MSE value generated is equal to 2.2026. this suggests that the neural network algorithm can be implemented to calculate the amount of radiation dose in mammography examination.

Keywords: Radiation Dose, Mammography, Artificial Neural Network, Accuracy.

Abstrak

Prediksi perhitungan dosis radiasi pada pemeriksaan mamografi dengan pendekatan model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) algoritma propagasi balik, dalam penelitian ini dilakukan dengan data dosis pengukuran dari pesawat mamografi dan data dosis pengukuran detektor radiasi. Arsitektur JST dengan menggunakan dengan dua masukan dan satu keluaran. Dari hasil simulasi pelatihan menghasilkan koefisien korelasi sebesar 0.9994 dan nilai MSE sebesar 5.2907e-05. Dari hasil pengujian diperoleh koefisien korelasi sebesar 0.9370 dan nilai MSE yang dihasilkan adalah sebesar 2.2026. hal ini menunjukkan bahwa algoritma jaringan syaraf tiruan dapat diimplementasikan untuk menghitung besarnya dosis radiasi pada pemeriksaan mamografi.

Kata-Kata Kunci: Dosis Radiasi, Mamografi, Jaringan Syaraf Tiruan, Akurasi.

Pendahuluan

Secara umum penerimaan dosis radiasi pada pasien dengan penggunaan pesawat sinar X selama ini belum terekam dengan baik. Ada keterbatasan teknologi saat itu, namun dengan perkembangan detektor dan komputasi saat ini bisa memenuhi hal tersebut. Beberapa pesawat sinar X terbaru sudah mampu menampilkan informasi dosis pasien sehingga bisa dijadikan rujukan/riset awal untuk membuat pendekatan informasi dosis radiasi pasien dengan didukung data awal terlebih dahulu.

Saat ini, untuk melakukan perekaman, akuisisi data dan perhitungan dosis masih dilakukan secara manual. Dengan demikian diperlukan metode berbasis komputer untuk memudahkan

perekaman dosis dengan aplikasi yang mudah, akurat dan terekam dengan baik.

Data keluaran dosis pesawat sinar x harus linier dengan nilai koefisien linieritas $\leq 0,1$ dengan merujuk parameter uji pada Peraturan Kepala Bapeten No 9 Tahun 2011 tentang uji kesesuaian pesawat sinar x radiologi diagnostik dan intervensioanal [1].

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistim sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Elemen mendasar dari paradigma tersebut adalah struktur yang baru dari sistem pemrosesan informasi. JST dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau

klasifikasi karena proses pembelajaran [2]. JST adalah merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran otak manusia tersebut [3]. JST tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (*human cognition*) yang didasarkan atas asumsi sebagai berikut :

- 1.) Pemrosesan informasi terjadi pada elemen sederhana yang disebut *neuron*.
- 2.) Isyarat mengalir diantara sel syaraf (*neuron*) melalui suatu sambungan penghubung.
- 3.) Setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian.
- 4.) Setiap sel syaraf akan merupakan fungsi aktivasi terhadap isyarat hasil penjumlahan berbobot yang masuk kepadanya untuk menentukan isyarat keluarannya [4].

JST memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Arsitektur JST tersebut, antara lain Jaringan Layer Tunggal (*Single Layer Network*), Jaringan Banyak Lapisan (*Multi Layer Network*) dan Jaringan Lapisan Kompetitif (*Competitive Layer Network*) [5].

Algoritma *Back propagation* merupakan salah satu algoritma yang sering digunakan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang rumit. Hal ini dimungkinkan karena jaringan dengan algoritma ini dilatih dengan menggunakan metode belajar terbimbing. Pada jaringan diberikan sepasang pola yang terdiri dari atas pola masukan dan pola yang diinginkan. Algoritma pelatihan jaringan syaraf perambatan galat mundur terdiri atas dua langkah, yaitu perambatan maju dan perambatan mundur. Langkah perambatan maju dan perambatan mundur ini dilakukan pada jaringan untuk setiap pola yang diberikan selama jaringan mengalami pelatihan [6].

Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam simulasi estimasi perhitungan dosis

radiasi pada pemeriksaan mammografi dengan data hasil pengukuran pada pesawat mamografi dan data hasil pengukuran dengan X-ray multimeter detektor.

Prosedur penelitian ini terdiri dari proses akuisisi data, normalisasi data, pelatihan jaringan syaraf tiruan, dan pengujian. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Akuisisi data dilakukan pada pemeriksaan mammografi dengan data dosis dari pesawat mammografi dan detektor radiasi. Data yang diakuisisi adalah berupa tegangan tabung, arus waktu eksposi, dan dosis radiasi. Data dosis radiasi diverifikasi koefisien linieritasnya dengan nilai $\leq 0,1$. Setelah itu, dilakukan normalisasi data dengan mentransformasi data ke dalam nilai dengan rentang tertentu. Kemudian tegangan tabung dan arus waktu eksposi digunakan sebagai nilai masukan, sedangkan dosis radiasi digunakan sebagai nilai keluaran dalam jaringan syaraf tiruan. Penghitungan dosis radiasi menggunakan JST dibagi menjadi dua tahapan yaitu pelatihan dan pengujian. Proses pelatihan menggunakan data hasil akuisisi pesawat mammografi, sedangkan proses pengujian menggunakan data hasil akuisisi detektor radiasi. Jenis JST yang digunakan pada penelitian ini adalah propagasi balik. Parameter yang ditetapkan dalam arsitektur JST antara lain jumlah layer tersembunyi, jenis fungsi aktivasi, jenis fungsi pelatihan, *error goal*, jumlah *epoch*, momentum, dan *learning rate*. Sedangkan variabel yang diubah-ubah adalah jumlah neuron pada layer tersembunyi. Akurasi hasil pelatihan ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi dan nilai mean square error (MSE). Arsitektur yang menghasilkan

akurasi paling tinggi pada proses pelatihan kemudian digunakan untuk menghitung dosis radiasi pada proses pengujian.

Hasil dan Pembahasan

Proses penghitungan dosis radiasi pada pemeriksaan mammografi terdiri dari akuisisi data, normalisasi data, pelatihan jaringan syaraf tiruan, dan pengujian. Data penelitian ini terdiri dari tegangan tabung, arus waktu eksposi, dan dosis radiasi. Data dibagi menjadi dua yaitu data untuk pelatihan JST dan data untuk pengujian. Data pelatihan diperoleh dari hasil akuisisi menggunakan pesawat mammografi. Sedangkan data pengujian diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan X-ray multimeter detektor. Data pelatihan dan pengujian berturut turut ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data pelatihan JST

No	Tegangan Tabung (kV)	Arus Waktu (mAs)	Dosis Radiasi (mGy)
1	29	48.8	1.9
2	26.5	5.8	0.29
3	26.5	6.5	0.32
4	28.5	23.7	0.91
5	28.5	23.9	1.02
6	30	77.2	3.07
7	28.5	26.5	1.02
8	26.5	6	0.18
9	30	20	1.39
10	28	10	0.37
11	28	20	0.68
12	28	40	1.22
13	28	80	3.27
14	27.5	12	0.64
15	29	42	1.7
16	30.5	114.3	4.9
17	29	45.7	1.74

Tabel 2. Data pengujian JST

No	Tegangan Tabung (kV)	Arus Waktu (mAs)	Dosis Radiasi (mGy)
1	27.81	264.5	2.181
2	27.83	56.7	0.544
3	27.85	115.4	1.097
4	27.82	266.5	2.179
5	27.84	543.5	4.382

No	Tegangan Tabung (kV)	Arus Waktu (mAs)	Dosis Radiasi (mGy)
6	27.85	543.5	4.379
7	27.87	543.5	4.338
8	27.82	1105	8.735
9	27.81	148.5	1.401
10	29.33	550	5.469
11	30.91	1401	16.71
12	29.34	676.5	6.882
13	32.59	330.2	1.595
14	27.81	264.5	2.181

Dalam makalah ini, jenis fungsi aktivasi JST yang digunakan normalisasi data adalah sigmoid biner, di mana fungsi ini bekerja pada range 0-1. Namun fungsi tersebut tidak pernah mencapai nilai 0 ataupun 1 sehingga data perlu dinormalisasi dengan cara mentransformasi data ke dalam rentang 0,1-0,9 dengan menggunakan persamaan berikut:

$$x' = 0,8 \times \left(\frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \right) + 0,1 \tag{1}$$

dengan x' adalah data setelah dinormalisasi dan x adalah data sebelum dinormalisasi. Hasil normalisasi data pelatihan dan pengujian masing-masing ditunjukkan pada tabel 3 dan 4.

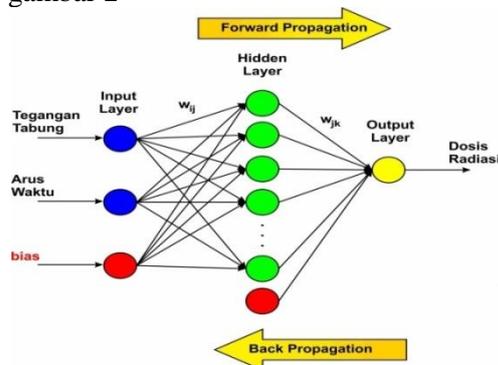
Tabel 3. Data pelatihan hasil normalisasi

No	Tegangan Tabung (kV)	Arus Waktu (mAs)	Dosis Radiasi (mGy)
1	0.60	0.42	0.39
2	0.10	0.10	0.12
3	0.10	0.11	0.12
4	0.50	0.23	0.22
5	0.50	0.23	0.24
6	0.80	0.63	0.59
7	0.50	0.25	0.24
8	0.10	0.10	0.10
9	0.80	0.20	0.31
10	0.40	0.13	0.13
11	0.40	0.20	0.18
12	0.40	0.35	0.28
13	0.40	0.65	0.62
14	0.30	0.15	0.18
15	0.60	0.37	0.36
16	0.90	0.90	0.90
17	0.60	0.39	0.36

Tabel 4. Data pengujian hasil normalisasi

No	Tegangan Tabung (kV)	Arus Waktu (mAs)	Dosis Radiasi (mGy)
1	0.10	0.22	0.18
2	0.10	0.10	0.10
3	0.11	0.13	0.13
4	0.10	0.22	0.18
5	0.11	0.39	0.29
6	0.11	0.39	0.29
7	0.11	0.39	0.29
8	0.10	0.72	0.51
9	0.10	0.15	0.14
10	0.35	0.39	0.34
11	0.62	0.90	0.90
12	0.36	0.47	0.41
13	0.90	0.26	0.15
14	0.10	0.22	0.18

Dalam pengolahan data pada penelitian ini menggunakan JST propagasi balik dengan dua masukan dan satu keluaran. Masukan berupa tegangan tabung dan arus waktu eksposi sedangkan keluaran adalah dosis radiasi. Arsitektur JST propagasi balik ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2. Arsitektur JST Propagasi Balik

Dalam JST, nilai masukan yaitu tegangan tabung dan arus waktu dirambatkan maju melalui bobot masukan menuju neuron-neuron pada layer tersembunyi. Pada layer tersembunyi, nilai-nilai tersebut diolah menggunakan fungsi aktivasi kemudian dirambatkan maju melalui bobot keluaran menuju layer keluaran sehingga didapatkan nilai keluaran yaitu dosis radiasi. Nilai keluaran selanjutnya dibandingkan dengan nilai target sehingga diperoleh nilai *error*. Apabila

nilai *error* lebih kecil daripada *error goal*, maka iterasi akan berhenti. Namun apabila nilai *error* masih lebih besar daripada *error goal*, maka dilakukan perambatan balik dengan memperbarui bobot keluaran dan bobot masukan. Pada pelatihan JST, terdapat beberapa parameter yang ditetapkan. Parameter tersebut ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Parameter JST propagasi balik

No	Parameter	Nilai
1	Jumlah layer tersembunyi	1
2	Jenis fungsi aktivasi	sigmoid biner
3	Jenis fungsi pelatihan	gradient descent with momentum
4	<i>Error goal</i>	0,001
5	Jumlah epoch	1000
6	Momentum	0,95
7	<i>Learning rate</i>	0,1

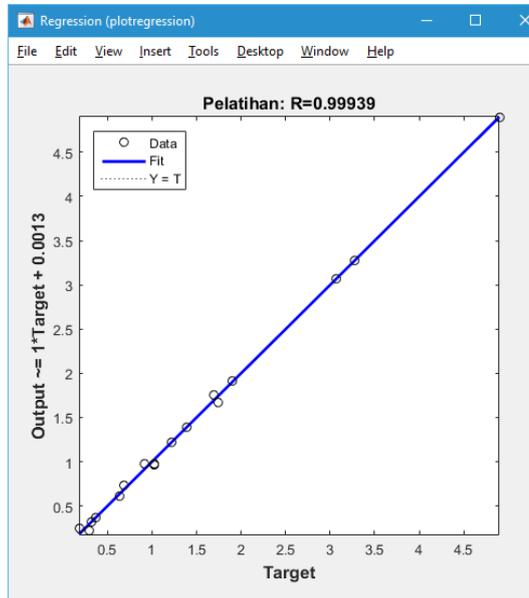
Sedangkan variasi dilakukan pada jumlah neuron pada layer tersembunyi. Hasil pelatihan JST dengan berbagai variasi neuron ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil pelatihan JST dengan berbagai variasi neuron

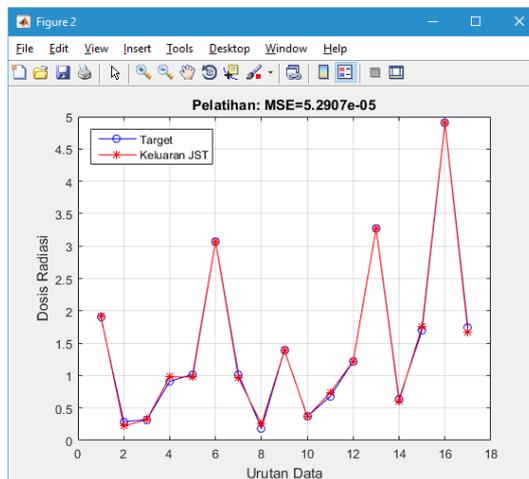
No	Jumlah neuron pada layer tersembunyi	Akurasi	
		Koefisien korelasi (R)	Mean Square Error (MSE)
1	2	0.9933	5.7278e-04
2	4	0.9966	2.9615e-04
3	6	0.9940	5.1856e-04
4	8	0.9965	3.0201e-04
5	10	0.9986	1.1882e-04
6	12	0.9988	1.0117e-04
7	14	0.9993	5.9354e-05
8	16	0.9988	1.0256e-04
9	18	0.9994	5.2907e-05
10	20	0.9992	6.4901e-05

Berdasarkan hasil tabel 6 tampak bahwa arsitektur JST yang memiliki tingkat akurasi paling tinggi (ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi tertinggi yaitu 0.9994 dan nilai MSE terendah yaitu 5.2907×10^{-5}) adalah arsitektur dengan jumlah neuron pada layer tersembunyi sebanyak 18 neuron. Grafik

korelasi dan grafik nilai MSE pada arsitektur tersebut masing-masing ditunjukkan pada gambar 3 dan 4.



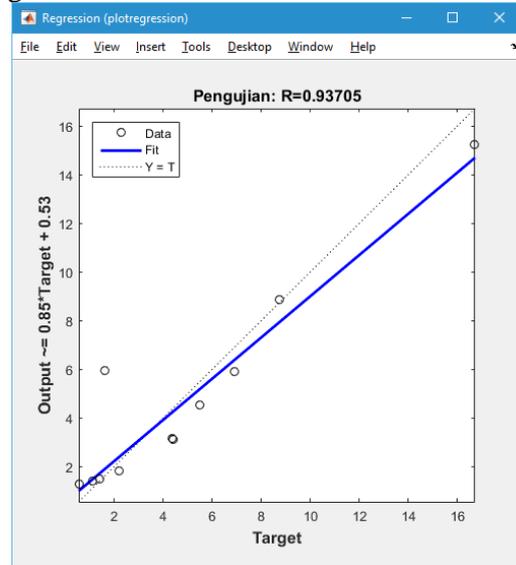
Gambar 3. Grafik korelasi hasil pelatihan JST



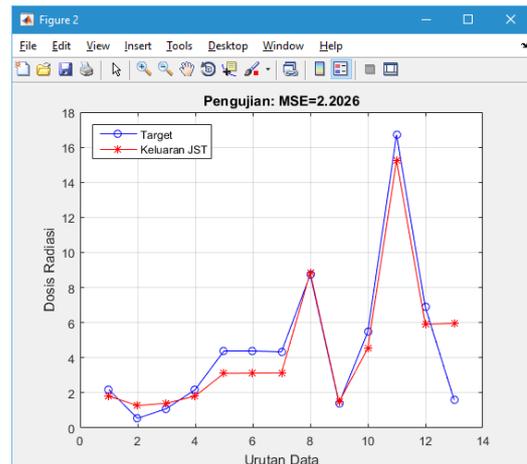
Gambar 4. Grafik nilai MSE hasil pelatihan JST

Pengujian pada arsitektur JST yang menghasilkan akurasi paling tinggi pada proses pelatihan kemudian digunakan untuk menghitung nilai dosis radiasi pada proses pengujian. Koefisien korelasi yang diperoleh pada proses pengujian adalah sebesar 0.9370. Sedangkan nilai MSE yang dihasilkan adalah sebesar 2.2026. Grafik korelasi dan grafik nilai MSE

secara berturut turut ditunjukkan pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Grafik korelasi hasil pengujian JST



Gambar 6. Grafik nilai MSE hasil pengujian JST

Nilai koefisien korelasi dan nilai MSE yang dihasilkan pada proses pengujian cukup baik sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma JST propagasi balik dapat diimplementasikan untuk menghitung prediksi besarnya dosis radiasi pada pemeriksaan mammografi.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian telah dilakukan penghitungan dosis radiasi pada pemeriksaan mammografi menggunakan algoritma JST propagasi balik. Nilai masukan adalah berupa tegangan tabung dan arus waktu eksposi, dengan nilai keluaran yaitu dosis radiasi. Proses pelatihan menggunakan data yang diakuisisi pesawat mammografi menghasilkan koefisien korelasi sebesar 0.9994 dan nilai MSE sebesar 5.2907×10^{-5} . Arsitektur JST pada proses pelatihan kemudian digunakan untuk menghitung dosis radiasi pada proses pengujian. Koefisien korelasi yang diperoleh pada proses pengujian adalah sebesar 0.9370. Sedangkan nilai MSE yang dihasilkan adalah sebesar 2.2026. Nilai akurasi pada proses pelatihan dan pengujian menunjukkan bahwa algoritma JST dapat diimplementasikan untuk menghitung besarnya dosis radiasi pada pemeriksaan mammografi.

Daftar Pustaka

- [1] Lasman, A.N., 2011, Uji Kesesuaian Pesawat Sinar X Radiologi Diagnostik dan Intervensional, Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No 9 Tahun 2011, BAPETEN, Jakarta
- [2]. Smith, L., 2003, *An Introduction to Neural Network*, Centre for Cognitive and Computational NeuroScience. Departement of Computing and Mathematics University of Stirling, UK
- [3]. Andrijasa, M.F., 2010, *Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Pengangguran di Provinsi Kalimantan Timur Dengan Menggunakan Algoritma Pembelajaran Backpropagation*, Jurnal Informatika Mulawarman. Vol 5 No. 1. :50-54
- [4]. Jauhari, A., 2008, *Berkas Sinar-X dan Pembentukan Gambar Pada Pesawat Sinar-X*, Puskaradim, Jakarta.
- [5]. Puspitorini, S., 2008. *Penyelesaian Masalah Traveling Salesmen Problem Dengan Jaringan Syaraf Self Organizing*. Media Informatika, 06 (01):39-55
- [6]. Badrul, A., 2011. *Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dalam Memprediksi Tingkat Suku Bunga Bank*. Jurnal SAINTIKOM, Vol 10 No 2 Mei 2011:111-123, STMIK Triguna Dharma, Sumatera Utara.