

# IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN PERAMBATAN-BALIK UNTUK MENDETEKSI GOLONGAN DARAH PADA MANUSIA

M. Fuad Latief<sup>\*</sup>, R. Rizal Isnanto<sup>\*\*</sup>, Budi Setiyono<sup>\*\*</sup>

**Abstrak** - Membran sel darah manusia mengandung bermacam-macam antigen golongan darah yang disebut aglutinogen. Terdapat dua golongan antigen yang sering menimbulkan reaksi transfusi darah yaitu sistem ABO dan sistem Rh. Untuk mencegah terjadinya reaksi transfusi (hemolisis dan aglutinasi) antara darah donor dan resipien pada proses transfusi darah maka dilakukan pemeriksaan golongan darah pada donor maupun pada resipien. Proses aglutinasi dapat diamati secara visual melalui mikroskop. Pada bidang kedokteran forensik dan penanganan basisdata rumah sakit secara massal, diperlukan suatu pemeriksaan golongan darah yang akurat.

Dalam tugas akhir ini dibuat suatu program yang dapat mengenali citra pola penggumpalan golongan darah dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan perambatan-balik. Pola penggumpalan golongan darah didapatkan dari beberapa tetes darah yang ditetesi dengan reagen. Pola penggumpalan golongan darah ini diambil citranya sehingga bisa dianalisis. Citra tersebut akan diproses menjadi citra aras keabuan yang kemudian dilakukan proses deteksi tepi. Citra hasil deteksi tepi tersebut digunakan sebagai masukan program pendeteksi golongan darah. Jaringan syaraf tiruan perambatan-balik digunakan sebagai metode pengenalan parameter pola penggumpalan golongan darah, sehingga bisa diperoleh kesimpulan dari citra golongan darah tersebut.

Analisis dilakukan menggunakan jaringan syaraf tiruan perambatan-balik dengan metode pembelajaran penurunan gradien dengan jumlah neuron lapisan tersembunyi pertama 15 dan jumlah neuron lapisan tersembunyi kedua 1 serta laju pembelajaran 0,1. Dengan analisis tersebut diperoleh kinerja keberhasilan sebesar 96,875%. Kinerja keberhasilan tersebut didapatkan dari proses pembelajaran jaringan sehingga didapatkan jaringan dengan kinerja jaringan yang terbaik, yaitu dengan nilai MSE terkecil.

**Kata-kunci** : golongan darah, aglutinogen, jaringan syaraf tiruan perambatan-balik.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam bidang kedokteran dikenal sistem penggolongan darah ABO, dan rhesus, dimana penggolongan ini berdasarkan jenis antigen yang terkandung pada membran sel darah merah manusia yang disebut juga aglutinogen. Sistem penggolongan darah ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya reaksi transfusi (hemolisis dan aglutinasi) ketika dilakukan transfusi darah di antara donor dan resipien.

Pemeriksaan golongan darah dilakukan dengan mencampurkan aglutinin tipe tertentu dengan setetes darah yang ingin diketahui golongan darahnya,

sehingga diketahui reaksi yang terjadi yaitu terjadinya proses aglutinasi (penggumpalan).

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Perambatan-Balik merupakan salah satu bentuk JST yang mampu mengenali pola aglutinasi dari hasil proses pemeriksaan golongan darah. Dengan menggunakan program bantu Matlab 6.5, hasil pencitraan dari proses pemeriksaan golongan darah akan diolah dengan deteksi tepi metode Prewitt sehingga bisa diperoleh citra aras keabuan yang diinginkan. Kemudian dilakukan pembelajaran dari citra hasil deteksi tepi dengan JST perambatan-balik sehingga diperoleh golongan dari citra yang sedang diolah.

### 1.2. Pembatasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Citra yang akan diolah adalah hasil pemotretan sel darah dengan menggunakan kamera, tanpa membahas proses pemotretannya dan pemrosesan citra sebelum digunakan.
2. Deteksi tepi yang digunakan adalah metode Prewitt.
3. Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan adalah metode perambatan-balik penurunan gradien (*gradient descent*).
4. Pemrograman dengan program bantu MATLAB 6.5.
5. Golongan darah yang dideteksi adalah sistem golongan darah manusia ABO dan Rhesus.

### 1.3. Tujuan

Tujuan pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk membuat program bantu untuk mendeteksi golongan darah manusia menggunakan jaringan syaraf tiruan perambatan-balik.

## II. DASAR TEORI

### 2.1. Golongan Darah

Ketika transfusi darah dari orang satu ke orang yang lain dilakukan, transfusi akan berhasil baik pada beberapa keadaan. Seringkali timbul aglutinasi (penggumpalan) dan hemolisis (pemecahan) sel darah merah secara cepat maupun lambat sehingga bisa menimbulkan kematian. Ini dikarenakan darah dari orang yang berbeda biasanya mempunyai sifat antigen dan imunitas yang berbeda.

#### 2.1.1. Sistem Golongan Darah ABO

Sistem golongan darah ABO dipengaruhi oleh aglutinogen A dan aglutinogen B. Bila aglutinogen tipe A tidak terdapat dalam sel darah merah seseorang, dalam plasmanya terbentuk antibodi yang

dikenal dengan aglutinin anti-A. Sedangkan bila tidak terdapat aglutinin tipe B dalam sel darah merah, dalam plasma terbentuk antibodi yang dikenal sebagai aglutinin anti-B.

Golongan darah ABO diklasifikasikan menurut adanya aglutinogen A dan aglutinogen B seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi sistem golongan darah ABO

GENOTIP	GOLONGAN DARAH	AGLUTINOGEN	AGLUTININ
OO	O	tidak punya aglutinogen	Anti-A dan Anti-B
OA atau AA	A	A	Anti-B
OB atau AB	B	B	Anti-A
AB	AB	A dan B	tidak punya aglutinin

Pemeriksaan golongan darah manusia dilakukan dengan mengencerkan sel darah merah dengan *saline*. Kemudian satu bagian dicampur dengan serum aglutinin anti-A, sedangkan bagian yang lain dicampur dengan aglutinin anti-B. Setelah beberapa menit, campuran tersebut diperiksa di bawah mikroskop. Bila sel darah merah menggumpal berarti teraglutinasi karena terjadi reaksi antibodi dengan antigen. Tabel 2 merupakan gambaran reaksi aglutinasi pada pemeriksaan golongan darah ABO.

Tabel 2 Reaksi serum pada sistem golongan darah ABO

GOLONGAN DARAH	SERUM		
	ANTI-A	ANTI-B	ANTI-AB
O	tidak menggumpal	tidak menggumpal	tidak menggumpal
A	menggumpal	tidak menggumpal	menggumpal
B	tidak menggumpal	menggumpal	menggumpal
AB	menggumpal	menggumpal	menggumpal

### 2.1.2. Sistem Golongan Darah Rhesus

Sistem Rh juga penting dalam transfusi darah. Pada sistem ABO, aglutinin bertanggung jawab atas timbulnya reaksi transfusi yang terjadi secara spontan. Sedangkan pada sistem Rh, reaksi aglutinin, spontan hampir tak pernah terjadi. Manusia harus terpajan (terkena secara terus menerus) secara masif dengan antigen Rh yang biasanya melalui transfusi darah atau melalui ibu yang memiliki bayi dengan antigen, sebelum terdapat cukup aglutinin untuk menyebabkan reaksi transfusi yang bermakna.

Terdapat enam tipe antigen Rh yang salah satunya disebut faktor Rh. Tipe-tipe ini ditandai dengan C, D, E, c, d dan e. Tipe antigen D dijumpai secara luas di masyarakat dan bersifat lebih antigenik daripada antigen Rh lain. Oleh karena itu, seseorang yang mempunyai tipe antigen ini dikatakan Rh positif, sedangkan yang tidak mempunyai antigen D dikatakan Rh negatif.

### 2.2 Deteksi Tepi Metode Prewitt

Deteksi tepi merupakan salah satu proses prapengolahan yang sering dibutuhkan pada analisis citra. Proses tersebut bertujuan untuk meningkatkan penampakan garis pada citra. Secara umum deteksi tepi mencakup tiga langkah sebagai berikut : (1) Reduksi derau, (2) Peningkatan tepi, (3) Lokalisasi tepi, yang dilakukan dengan menentukan maksimal lokal mana yang merupakan tepi-tepi bermakna dan mana yang disebabkan oleh derau.

Detektor Prewitt memiliki dua operator yang dikonvolusi secara bersamaan yaitu :

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

dan

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

Tanda  menunjukkan nilai intensitas citra yang akan diganti dengan nilai intensitas baru. Sebagai contoh misalkan diketahui suatu matriks citra digital  $f(x, y)$  sebagai berikut.

60	60	62	65	68	70	70
60	60	62	65	68	70	70
70	70	72	75	78	80	80
100	100	102	105	108	110	110
130	130	132	135	138	140	140
140	140	142	145	148	150	150
140	140	142	145	148	150	150

Gambar 1 Matriks citra digital  $f(x,y)$

Maka dapat dicari nilai gradien pada piksel yang diberi tanda dengan mempergunakan perhitungan sebagai berikut.

$-1^{.60}$	$0^{.62}$	$1^{.65}$
$-1^{.70}$	$0^{.72}$	$1^{.75}$
$-1^{.100}$	$0^{.102}$	$1^{.105}$

$$f_x(x, y)[72] = -60 + 0 + 65 - 70 + 0 + 75 - 100 + 0 + 105$$

$$f_x(x, y)[60] = 15$$

$1^{.60}$	$1^{.62}$	$1^{.65}$
$0^{.70}$	$0^{.72}$	$0^{.75}$
$-1^{.100}$	$-1^{.102}$	$-1^{.105}$

$$f_y(x, y)[60] = 60 + 62 + 65 + 0 + 0 + 0 - 100 - 102 - 105$$

$$f_y(x, y)[60] = -120$$

Maka nilai gradien pada piksel yang diberi tanda adalah :

$$|\nabla f(x, y)| = \sqrt{\left(\frac{\partial f(x, y)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f(x, y)}{\partial y}\right)^2} \quad (1)$$

$$|\nabla f(x, y)| = \sqrt{(15)^2 + (-120)^2}$$

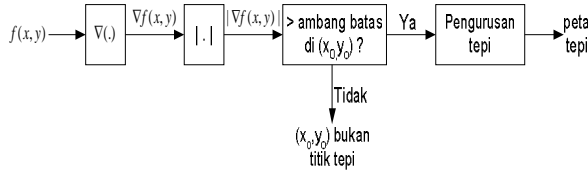
$$|\nabla f(x, y)| = 12093$$

Maka diperoleh matriks seperti berikut.

	30,59	33,54	34,98	33,54	30,59
	120,15	120,93	121,34	120,93	120,59
	180,09	180,62	180,89	180,62	180,09
	120,15	120,93	121,34	120,93	120,15
	30,59	33,54	34,98	33,54	30,59

Gambar 2 Matriks gradien citra digital  $f(x,y)$

Tanda  menunjukkan kandidat titik tepi. Setelah memperoleh gradien suatu citra maka dilakukan proses seperti ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3 Sistem deteksi tepi 2-D

Magnitude dari  $\nabla f(x, y)$  pertama dihitung dan kemudian dibandingkan dengan ambang (*threshold*) untuk menentukan kandidat titik tepi. Jika semua harga dari  $(x, y)$  seperti yang ditunjukkan  $|\nabla f(x, y)|$  lebih besar dari ambang tertentu maka dideteksi sebagai tepi, tepi akan terlihat seperti strip yang lebih besar dari garis. Proses penentuan garis tepi dari strip kandidat titik tepi disebut pengurusan tepi (*edge thinning*).

Pada contoh didapatkan garis tepi seperti berikut.

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	255	255	255	255	255	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4 Matriks hasil deteksi tepi citra digital  $f(x,y)$

Dari Gambar 2.4 dapat dilihat bahwa secara relatif gradien arah  $x$  lebih kecil daripada gradien arah  $y$  pada kandidat tepi. Sehingga dapat dikatakan bahwa lokal maksimum ada pada arah vertikal yaitu pada baris ke empat. Maksimum lokal ini kemudian diseragamkan sebagai tepi. Dari hasil tersebut diperoleh tepi putih dengan intensitas piksel 255 (untuk citra 8 bit) dan latar dibuat 0 (hitam) seperti pada Gambar 4.

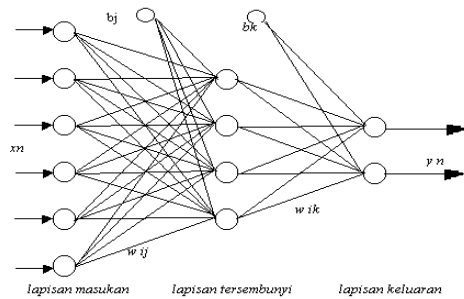
### 2.3 Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan-balik

Penggunaan istilah “perambatan-balik” muncul pada tahun 1985, namun sebenarnya ide dasar dari penggunaan perambatan-balik pertama kali dikemukakan oleh Werbos (1974) pada disertasinya untuk memperoleh gelar Ph.D. Kemudian dikembangkan kembali oleh Rumelhart, Hinton, dan Williams pada tahun 1986 dan populer lewat publikasi

*Parallel Distributed Processing* (PDP) oleh Rumelhart dan Mc Clelland (1986). PDP berisi ringkasan penelitian tentang syaraf dari beberapa ahli psikologi dan ahli komputer di Universitas California, San Fransisco. Generalisasi yang mirip dari algoritma tersebut juga dikemukakan oleh Parker pada tahun 1985.

#### 2.3.1 Arsitektur Jaringan

Jaringan syaraf tiruan perambatan-balik merupakan suatu jaringan yang terhubung seluruhnya, berlapis-lapis, dan tergolong jaringan syaraf umpan maju. Arsitektur jaringan ini terdiri atas tiga lapis utama yakni lapis masukan (*input layer*), lapis tersembunyi (*hidden layer*), dan lapis keluaran (*output layer*). Lapis masukan terdiri atas neuron-neuron yang berfungsi menerima masukan dari luar. Lapis tersembunyi terdiri atas neuron-neuron yang terkoneksi penuh dengan lapis yang berada di atas maupun dibawahnya. Arsitektur jaringan perambatan-balik dengan lapis masukan, lapis tersembunyi, dan lapis keluaran masing-masing satu lapis ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Arsitektur jaringan syaraf tiruan perambatan-balik dengan satu lapis tersembunyi

#### 2.3.2 Algoritma Perambatan-balik

Perambatan-balik merupakan algoritma pembelajaran terpandu dan biasanya digunakan oleh perseptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma perambatan-balik menggunakan galat (*error*) keluaran untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan galat ini, tahap perambatan-maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi yang dapat dideferensiasikan.

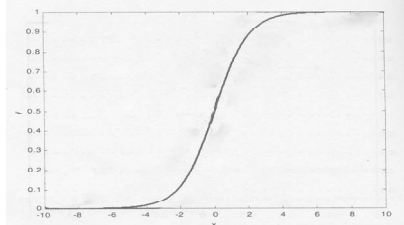
Fungsi aktivasi yang biasa digunakan adalah : Fungsi sigmoid biner yang dirumuskan sebagai

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2)$$

dengan

$$f'(x) = f(x)[1 - f(x)] \quad (3)$$

Fungsi sigmoid biner dengan kisaran (0,1) ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Fungsi sigmoid biner kisaran (0,1)

Fungsi tangensial sigmoid dirumuskan sebagai

$$y = f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (4)$$

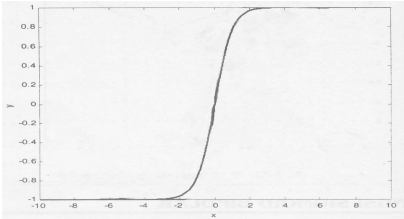
atau

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}} \quad (5)$$

dengan

$$f'(x) = [1 + f(x)][1 - f(x)] \quad (6)$$

Fungsi tangensial sigmoid ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 7 Fungsi tangensial sigmoid

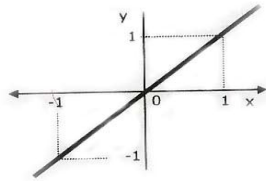
Fungsi linear murni (*pure linear*) dirumuskan sebagai

$$y = f(x) = x \quad (7)$$

dengan

$$f'(x) = 1 \quad (8)$$

Fungsi linear murni ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Fungsi linear murni

Algoritma pembelajaran dari jaringan syaraf tiruan perambatan-balik adalah :

Langkah 0 : Inisialisasi bobot (secara acak dengan nilai antara 0 dan 1).

Langkah 1 : Jika syarat henti salah, lakukan langkah 2-9.

Langkah 2 : Untuk setiap pasangan pembelajaran lakukan langkah 3-8.

#### Umpan mundur :

Langkah 3 : Setiap unit masukan ( $X_i$ ) menerima sinyal masukan  $x_i$  dan meneruskan sinyal ini ke seluruh unit tersembunyi.

Langkah 4 : Tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ) dihitung bobot sinyal masukannya.

$$z\_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (9)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluaran dan mengirim sinyal ini ke semua unit pada lapisan keluaran.

$$z_j = f(z\_in_j) \quad (10)$$

Langkah 5 : Tiap unit keluaran ( $Y_k$ ) dihitung sinyal masukan terbobot.

$$y\_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (11)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluaran

$$y_k = f(y\_in_k) \quad (12)$$

#### Perambatan-balik dari galat :

Langkah 6 : Tiap unit keluaran ( $Y_k$ ) menerima sebuah pola target yang sesuai dengan pola pembelajaran masukan. Unit tersebut menghitung informasi kesalahan.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y\_in_k) \quad (13)$$

Kemudian menghitung koreksi bobot (digunakan untuk mengubah  $w_{jk}$  selanjutnya).

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (14)$$

Hitung koreksi bias

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (15)$$

Dan mengirim nilai  $\delta_k$  ke lapisan tersembunyi.

Langkah 7 : Tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ) menghitung selisih masukan dari unit lapisan keluaran.

$$\delta\_in_j = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (16)$$

Pengalihan dengan turunan fungsi aktivasi untuk menghitung informasi galat.

$$\delta_j = \delta\_in_j f'(z\_in_j) \quad (17)$$

Hitung koreksi bobot (digunakan untuk mengubah  $v_{ij}$  selanjutnya).

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (18)$$

Dan menghitung koreksi bias (digunakan untuk mengubah  $v_{0j}$  selanjutnya).

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (19)$$

#### Perbarui bobot dan bias :

Langkah 8 : Tiap unit keluaran ( $Y_k$ ) mengubah bias dan bobot-bobotnya ( $j$ )

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (20)$$

Tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ) mengubah bias dan bobot ( $i$ )

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (21)$$

Langkah 9 : Uji syarat henti

Jika besar total galat kuadrat (*squared error*) lebih kecil dari toleransi yang ditentukan maka proses akan berhenti,

$$\sum_{k=1}^n (t_k - y_k)^2 \leq e \quad (22)$$

sedangkan jika tidak maka akan kembali ke langkah 1.

Prosedur penggunaan jaringan syaraf tiruan perambatan-balik adalah :

Langkah 0 : Inisialisasi bobot (dari algoritma pembelajaran).

Langkah 1 : Untuk tiap vektor masukan lakukan Langkah 2-4.

Langkah 2 : Set aktivasi dari unit masukan  $x_i$  untuk  $i=1, \dots, n$ .

Langkah 3 : Untuk  $j=1, \dots, p$

$$z\_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (23)$$

$$z_j = f(z\_in_j) \quad (24)$$

Langkah 4 : Untuk  $k=1, \dots, m$

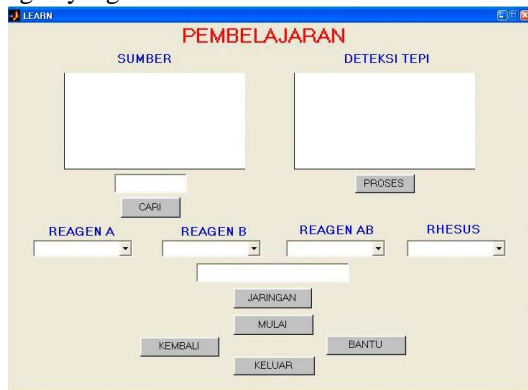
$$y\_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (25)$$

$$y_k = f(y\_in_k) \quad (26)$$

### III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

#### 3.1 Program Pembelajaran (PEMBELAJARAN)

Program pembelajaran merupakan subprogram utama yang bertujuan untuk melatih citra pembekuan golongan darah dengan parameter pembekuan golongan darah sebagai target pada jaringan yang telah dibuat dalam format **\*.m**.

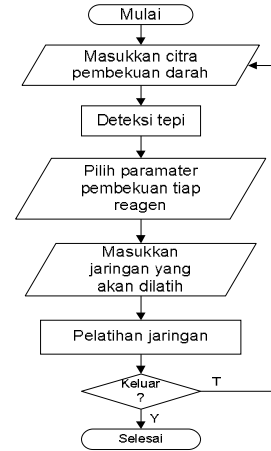


Gambar 9 Tampilan program pembelajaran

Pada program ini terdapat beberapa proses pengolahan citra dan proses pembelajaran jaringan syaraf tiruan perambatan-balik dengan metode pembelajaran penurunan gradien (*gradien descent*).

Terdapat tombol **KEMBALI** yang berfungsi untuk kembali ke halaman utama program. Tombol **BANTU** berfungsi untuk melihat petunjuk singkat penggunaan subprogram pembelajaran jaringan. Sedangkan tombol **KELUAR** berfungsi untuk keluar dari program pendeteksi golongan darah manusia.

Diagram alir program pembelajaran ini ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Diagram alir program pembelajaran

#### 3.2 Program Pendeteksi Golongan Darah

Program pendeteksi golongan darah dapat ditampilkan dengan menekan tombol **DETEKSI** pada tampilan halaman utama. Program pendeteksi golongan darah merupakan subprogram utama yang bertujuan untuk mendeteksi citra pembekuan golongan darah berdasarkan parameter pembekuan golongan darah dengan jaringan yang telah dibuat dalam format **\*.m**. Hasil akhir kesimpulan golongan darah dibuat berdasarkan nilai parameter pembekuan darah pada tiap reagen.



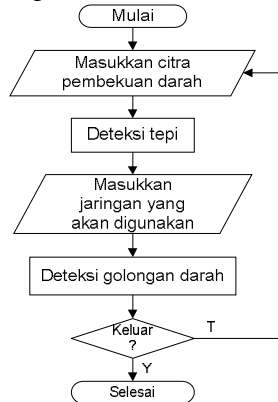
Gambar 11 Tampilan program pendeteksi golongan darah

Pada program ini terdapat beberapa proses pengolahan citra dan proses pengenalan citra pembekuan golongan darah dengan jaringan syaraf tiruan perambatan-balik

Terdapat tombol **KEMBALI** yang berfungsi untuk kembali ke halaman utama program. Tombol **BANTU** berfungsi untuk melihat petunjuk singkat penggunaan subprogram pendeteksi golongan darah.

Sedangkan tombol **KELUAR** berfungsi untuk keluar dari program pendeteksi golongan darah manusia.

Diagram alir program pendeteksi golongan darah ini ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Diagram alir program pendeteksi golongan darah

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

##### 4.1 Pengujian Program Pembelajaran Deteksi Golongan Darah Manusia

Pada tugas akhir ini dilakukan pengujian variasi terhadap jumlah neuron dan laju pembelajaran (*learning rate*) untuk mendapatkan kinerja pembelajaran yang paling baik yaitu pencapaian MSE yang paling kecil. Pembelajaran dilakukan terhadap masukan yang sama dan urut, sehingga dapat dilihat perbandingan kinerja jaringan syaraf tiruan yang didapatkan.

Jaringan syaraf tiruan perambatan-balik yang digunakan memakai dua lapisan (*layer*). Variasi jumlah neuron yang akan dibandingkan pada jaringan pertama adalah neuron lapisan tersembunyi pertama berjumlah 5 dan neuron lapisan tersembunyi kedua adalah 1. Sedangkan jaringan kedua menggunakan neuron lapisan tersembunyi pertama 10 dan neuron lapisan tersembunyi kedua adalah 1. Jaringan ketiga menggunakan neuron lapisan tersembunyi pertama 15 dan neuron lapisan tersembunyi kedua adalah 1. Jaringan keempat menggunakan neuron lapisan tersembunyi pertama 20 dan neuron lapisan tersembunyi kedua adalah 1.

Dilakukan juga variasi pada laju pembelajaran yang digunakan pada tiap-tiap variasi jumlah neuron yang disebutkan diatas. Laju pembelajaran yang digunakan adalah 0,01; 0,1; 0,2; 0,5; dan 0,9. Laju pembelajaran tersebut dipakai pada variasi jumlah neuron dengan kinerja terbaik.

Untuk memperlihatkan kinerja jaringan, nilai MSE akan diset sebesar 0 untuk setiap variasi dan maksimum *epoch* pada 50 *epoch*. Dengan nilai tersebut dapat dilihat bahwa variasi jaringan yang baik akan mencapai nilai MSE terkecil ketika mencapai nilai maksimum *epoch* sebagai syarat henti.

Tabel 3 Hasil pengujian dengan beberapa variasi

NO	ARSITEKTUR LAPISAN SEMBUNYI	LAJU PEMBELAJARAN	RERATA GRADIEN	RERATA MSE
1	[ 5 1 ]	0,1	0,00966	3,614e-05
2	[ 10 1 ]	0,1	2,186e-02	5,070e-04
3	[ 20 1 ]	0,1	0,00982	4,348e-05
4	[ 15 1 ]	0,01	7,742e-02	2,649e-04
5	[ 15 1 ]	0,1	8,211e-03	1,909e-05
6	[ 15 1 ]	0,2	1,282e+34	5,255e+67
7	[ 15 1 ]	0,5	1,297e+57	1,107e+114
8	[ 15 1 ]	0,9	3,242e+70	5,345e+140

Dari Tabel 3 diperoleh bahwa jaringan dengan jumlah neuron lapisan tersembunyi pertama 15 dan lapisan tersembunyi kedua 1 serta laju pembelajaran 0,1 mempunyai kinerja jaringan paling baik karena mempunyai nilai rerata MSE terkecil.

##### 4.2 Pengujian Program Pendeteksi Golongan Darah Manusia

Untuk menguji kinerja program deteksi golongan darah manusia maka dilakukan pengujian terhadap citra-citra penggumpalan darah yang tidak dijadikan masukan pembelajaran. Citra-citra tersebut digunakan sebagai masukan dari jaringan yang telah melalui proses pembelajaran.

Pada pengujian ini digunakan jaringan dengan nilai kinerja terbaik dari pengujian pembelajaran. Yaitu jaringan dengan arsitektur lapisan tersembunyi [15 1] dan laju pembelajaran 0,1. Jaringan yang digunakan dengan nama 151-0,1.mat.

Tabel 4 Hasil pengujian kinerja program deteksi golongan darah

NO	BERKAS CITRA	PARAMETER PENGGUMPALAN	BACAAN KESIMPULAN	KINERJA
1	0000-4	0 0 0	GOLDA O RHESUS NEGATIF (-)	benar
2	0000-5	0 0 0	GOLDA O RHESUS NEGATIF (-)	benar
3	0000-6	0 0 0	GOLDA O RHESUS NEGATIF (-)	benar
4	0000-7	0 0 0	GOLDA O RHESUS NEGATIF (-)	benar
5	0001-4	0 0 1	GOLDA O RHESUS POSITIF (+)	benar
6	0001-5	0 1 0 1	TIDAK TERDEFINISI	salah
7	0001-6	0 0 1	GOLDA O RHESUS POSITIF (+)	benar
8	0001-7	0 0 1	GOLDA O RHESUS POSITIF (+)	benar
9	0010-4	0 0 1 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
10	0010-5	0 0 1 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
11	0010-6	0 0 1 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
12	0010-7	0 0 1 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
13	0011-4	0 0 1 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
14	0011-5	0 0 1 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
15	0011-6	0 0 1 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
16	0011-7	0 0 1 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
17	0100-4	0 1 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
18	0100-5	0 1 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
19	0100-6	0 1 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar

20	0100-7	0 1 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
21	0101-4	0 1 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
22	0101-5	0 1 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
23	0101-6	0 1 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
24	0101-7	0 1 0 0	TIDAK TERDEFINISI	salah
25	0110-4	0 1 1 0	GOLDA B RHESUS NEGATIF (-)	benar
26	0110-5	0 1 1 0	GOLDA B RHESUS NEGATIF (-)	benar
27	0110-6	0 1 1 0	GOLDA B RHESUS NEGATIF (-)	benar
28	0110-7	0 1 1 0	GOLDA B RHESUS NEGATIF (-)	benar
29	0111-4	0 1 1 1	GOLDA B RHESUS POSITIF (+)	benar
30	0111-5	0 1 1 1	GOLDA B RHESUS POSITIF (+)	benar
31	0111-6	0 1 1 1	GOLDA B RHESUS POSITIF (+)	benar
32	0111-7	0 1 1 1	GOLDA B RHESUS POSITIF (+)	benar
33	1000-4	1 0 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
34	1000-5	1 0 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
35	1000-6	1 0 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
36	1000-7	1 0 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
37	1001-4	1 0 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
38	1001-5	1 0 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
39	1001-6	1 0 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
40	1001-7	1 0 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
41	1010-4	1 0 1 0	GOLONGAN DARAH A RHESUS NEGATIF (-)	benar
42	1010-5	1 0 1 0	GOLONGAN DARAH A RHESUS NEGATIF (-)	benar
43	1010-6	1 0 1 0	GOLDA A RHESUS NEGATIF (-)	benar
44	1010-7	1 0 1 0	GOLDA A RHESUS NEGATIF (-)	benar
45	1011-4	1 0 1 1	GOLDA A RHESUS POSITIF (+)	benar
46	1011-5	1 0 1 1	GOLDA A RHESUS POSITIF (+)	benar
47	1011-6	1 0 1 1	GOLDA A RHESUS POSITIF (+)	benar
48	1011-7	1 0 1 1	GOLDA A RHESUS POSITIF (+)	benar
49	1100-4	1 1 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
50	1100-5	1 1 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
51	1100-6	1 1 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
52	1100-7	1 1 0 0	TIDAK TERDEFINISI	benar
53	1101-4	1 1 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
54	1101-5	1 1 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
55	1101-6	1 1 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
56	1101-7	1 1 0 1	TIDAK TERDEFINISI	benar
57	1110-4	1 1 1 0	GOLDA AB RHESUS NEGATIF (-)	benar
58	1110-5	1 1 1 0	GOLDA AB RHESUS NEGATIF (-)	benar
59	1110-6	1 1 1 0	GOLDA AB RHESUS NEGATIF (-)	benar
60	1110-7	1 1 1 0	GOLDA AB RHESUS NEGATIF (-)	benar
61	1111-4	1 1 1 1	GOLDA AB RHESUS POSITIF (+)	benar
62	1111-5	1 1 1 1	GOLDA AB RHESUS POSITIF (+)	benar
63	1111-6	1 1 1 1	GOLDA AB RHESUS POSITIF (+)	benar
64	1111-7	1 1 1 1	GOLDA AB RHESUS POSITIF (+)	benar

Dari hasil tersebut diperoleh bahwa program pendeteksi golongan darah dengan jaringan 151-0,1 mempunyai kinerja keberhasilan sebesar 96,875 %. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa program pendeteksi golongan darah dengan jaringan syaraf tiruan perambatan-balik dapat bekerja dengan baik.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari tahapan perancangan hingga pengujian program pendeteksi golongan darah manusia adalah sebagai berikut.

1. Jaringan syaraf tiruan perambatan-balik dapat digunakan untuk pengenalan pola penggumpalan golongan darah manusia sebagai parameter deteksi golongan darah manusia.
2. Penentuan arsitektur jaringan dan parameter-parameter yang tepat dalam proses pelatihan jaringan berpengaruh pada kemampuan jaringan dalam pengenalan pola data latih maupun data uji.
3. Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan dalam program pendeteksi golongan darah manusia ini menggunakan lapisan tersembunyi pertama dengan jumlah neuron 15 dan jumlah neuron kedua adalah 1 serta menggunakan laju pembelajaran 0,1. Arsitektur tersebut memiliki nilai MSE terkecil dalam beberapa simulasi pada penelitian ini.
4. Jaringan syaraf tiruan perambatan-balik yang digunakan mempunyai kinerja keberhasilan 96,875 % untuk mengenali pola penggumpalan golongan darah baru yang tidak ikut proses pembelajaran jaringan.

### 5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat memperbaiki kekurangan yang ada dan meningkatkan tingkat pengenalan jaringan terhadap pola penggumpalan golongan darah manusia yang lebih tinggi. Untuk itu disarankan sebagai berikut.

1. Dapat digunakan algoritma pelatihan maupun pembelajaran yang lain yang lebih tepat untuk pengenalan pola penggumpalan golongan darah manusia.
2. Dapat dilakukan penambahan pola data latihan dan penambahan jenis citra penggumpalan golongan darah yang lain sesuai dengan kebutuhan dalam bidang kedokteran.
3. Perlu pengembangan lanjutan untuk menambahkan sistem basisdata yang bisa menyimpan hasil deteksi golongan darah manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fausett, L., *Fundamental of Neural Networks*, Prentice Hall Englewood, 1994.
- [2] Guyton, A. C., *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (Textbook of Medical Physiology) Edisi 8 dan 10*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 1996.
- [3] Jain, A. K., *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, 1989.
- [4] Jang, J. S. R., *Neuro Fuzzy and Soft Computing*, Prentice Hall International Inc, 1997.
- [5] Kusumadewi, S., *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003.
- [6] Kusumadewi, S., *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Matlab dan Excel Link*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
- [7] Lim, J. S., *Two-Dimensional Signal and Image Processing*, Prentice-Hall International Inc., 1990.
- [8] Pitas, I., *Digital Image Processing Algorithms*, Prentice Hall, 1993.
- [9] Sigit, R., *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Mendeteksi Golongan Darah Manusia*, <http://lecturer.eepis-its.edu/riyanto/golda1.html>, 2004.
- [10] - - -, *MATLAB v. 6.5*, The MathWorks Inc., Natick, 2003.



**Muhammad Fuad Latief** (L2F000622) dilahirkan di Semarang, 6 Maret 1982. Menempuh pendidikan di SD Badan Wakaf SULA I Semarang lulus tahun 1994, kemudian melanjutkan ke SLTPN 2 Semarang lulus tahun 1997, dilanjutkan lagi di SMUN 3 Semarang lulus 2000, dan sampai saat ini masih menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang Konsentrasi Instrumentasi dan Kontrol.

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing

Budi Setiyono, ST, MT  
NIP. 132 283 184