

**PENKELASAN AGGREGAT MENGGUNAKAN  
RANGKAIAN NEURAL BERHIRARKI**

**AHMAD NAFIS BIN OTHMAN**

**Universiti Sains Malaysia**

**2006**

## **ABSTRAK**

Aggregat batu perlu dikelaskan kepada jenis baik dan tidak baik mengikut jenisnya. Pada masa sekarang pengkelasan agregat dilakukan menggunakan kaedah manual. Kaedah secara manual mempunyai kelemahan yang ketara antaranya penggunaan masa yang lama serta memerlukan kemahiran yang tinggi. Pemilihan agregat yang baik sangat penting dalam pembinaan jalan raya yang kukuh. Jalan raya yang kukuh dapat mengurangkan kadar kemalangan jalan raya. Ini kerana jalan merupakan faktor yang menyumbang kepada peningkatan kemalangan. Projek ini mencadangkan rangkaian neural berhirarki untuk mengelaskan agregat secara automatik. Agregat yang dikelaskan adalah baik dan tidak baik, Selain itu agregat tadi juga dikelaskan bagi menentukan jenisnya. Antara jenis agregat ialah berkubus, berbucu, panjang dan tak sekata. Diharapkan pengkelasan yang dilakukan menggunakan rangkaian neural berhirarki dapat mengelaskan agregat dengan lebih mudah dan cepat.

## **ABSTRACT**

Aggregate must be classify into good shape and not depend on the types. Nowadays, the classification of the aggregate is done manually. This technique is not practical because it take a lot of time and high skill to get the result. Good classification of the aggregate is important in roads construction. The good structure of the road could minimize the rate of accident. This project used hierarchal neural network to classify the aggregate automatically. This neural network has it advantages because it can classify the aggregate to its category and shapes. The aggregates are classified into good and bad shape. There are several types of aggregates which are angular, cubical, irregular and elongated. Hopefully the classification of the hierarchal neural network can be used to classify the aggregate perfectly.

## PENGHARGAAN

Dengan nama Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, projek tahun akhir ini dapat diselesaikan dalam tempoh yang ditetapkan sebagai salah satu syarat pengijazahan Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanik, Universiti Sains Malaysia.

Penghargaan yang tidak terhingga kepada penyelia projek Dr. Nor Ashidi bin Mat Isa yang banyak memberi tunjuk ajar serta nasihat sepanjang pelaksanaan projek ini. Kesabaran dan kesungguhan beliau menyebabkan projek ini berjalan dengan lancar.

Jutaan terima kasih kepada kedua ibu bapa saya yang banyak mendoakan kejayaan serta memberi kata-kata perangsang semasa perjalanan projek tahun akhir ini. Motivasi yang diberikan akan diingat sepanjang hayat.

Kepada rakan-rakan yang banyak memberi sumbangan idea dan sokongan moral membuatkan saya bersungguh-sungguh untuk menjayakan projek ini. Tanpa rakan-rakan siapalah saya.

Teristimewa kepada yang disayangi, berkat kesabaran serta kata-kata moral banyak membantu saya dalam melaksanakan projek ini.

Akhir sekali, ribuan terima kasih kepada semua yang membantu saya dalam melaksanakan projek tahun akhir ini,

Terima Kasih.

Ikhlas dari,  
Ahmad Hafis bin Othman

## ISI KANDUNGAN

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	iv
SENARAI ISI KANDUNGAN	v

### **BAB 1: PENGENALAN**

1.1	Pendahuluan	1
1.2	Pengkelasan Agregat	1
1.3	Skop Projek	2
1.4	Objektif Projek	3
1.5	Panduan Laporan	3

### **BAB 2: KAJIAN ILMIAH**

2.1	Pendahuluan	5
2.2	Agregat	5
2.3	Rangkaian Neural	6
2.3.1	Rangkaian Neural Biologi	7
2.3.2	Rangkaian Neural Buatan	8
2.3.2.1	Fasa Latihan	9
2.3.2.2	Fasa Ujian	10
2.3.2.3	Pembelajaran Rangkaian Neural	11
2.3.2.4	Model Rangkaian Neural Buatan	12
2.3.2.5	Senibina Rangkaian Neural	13
2.3.2.5.1	Rangkaian Perambatan Suap Hadapan	13
2.4	Sumbangan Rangkaian Neural	15
2.5	Kesimpulan	15

### **BAB 3: PEMBANGUNAN PROJEK**

3.1	Pendahuluan	16
3.2	Metodologi Projek	16
3.3	Rangkaian Perseptron Berbilang Lapisan	19
	3.3.1 Algoritma Suap Balik	20
3.4	Rangkaian Neural Berhirarki	23
	3.4.1 Rangkaian Perseptron Berbilang Lapisan Pertama	23
	3.4.2 Rangkaian Perseptron Berbilang Lapisan Kedua	25
	3.4.3 Rangkaian Perseptron Berbilang Lapisan Ketiga	25
3.5	Penyediaan Data Agregat	26
3.6	Antaramuka Projek	27
3.7	Kesimpulan	27

### **BAB 4: KEPUTUSAN**

4.1	Pendahuluan	28
4.2	Perbincangan Keputusan	28
4.3	Antaramuka	31
4.4	Kesimpulan	32

### **BAB 5: KESIMPULAN**

5.1	Pendahuluan	33
5.2	Cadangan Penambahbaikan	34
5.3	Penutup	35

### **RUJUKAN**

### **LAMPIRAN**

## ***BAB 1: PENGENALAN***

### **1.1 Pendahuluan**

Bab 1 menerangkan tentang projek Pengkelasan Agregat menggunakan Rangkaian Neural Berhierarchy. Penerangan ini meliputi konsep yang dilakukan, skop projek dan objektif projek. Pembinaan projek ini menggunakan sepenuhnya perisian MATLAB 7 dengan paparan antaramuka yang mesra pengguna. Rangkaian neural banyak digunakan dalam aplikasi tertentu pada hari ini. Contohnya dalam pengecaman sesuatu objek atau imej yang biasa dilakukan di lapangan terbang. Kamera akan digunakan bagi mengambil gambar objek dan menganalisisnya bagi mendapatkan data-data yang berkaitan. Setelah itu, data tersebut akan dianalisa menggunakan rangkaian neural bagi mengecam objek tersebut. Selain itu rangkaian neural juga dapat digunakan bagi mengkelaskan sesuatu objek kepada baik atau tidak. Ini bagi memudahkan kaedah manual yang dilakukan ketika ini. Selain itu bab ini juga menerangkan tentang bab-bab yang terdapat dalam laporan ini.

### **1.2 Pengkelasan Agregat.**

Agregat sebenarnya mempunyai jenis-jenis yang tersendiri. Oleh itu bagi mengkelaskannya adalah sukar. Ini akan mengambil masa yang lama. Selain itu bukan semua jenis agregat akan menghasilkan jalan raya yang baik. Oleh itu rangkaian neural digunakan bagi mengkelaskan agregat kepada jenisnya. Ini akan memudahkan pemilihan batu selain menjimatkan masa. Sebelum ini pengkelasan agregat menggunakan kaedah manual iaitu tenaga manusia. Pengkelasan agregat kepada jenis yang baik dan tidak baik begitu sukar. Ia memerlukan kepakaran dan melibatkan banyak masa. Pengkelasan dilakukan dengan melihat kepada bentuk sesuatu agregat itu sendiri. Oleh itu kadang sukar untuk membezakan antara gred batu baik dan tak baik. Masalah yang wujud semasa pengkelasan agregat secara manual adalah memerlukan ramai tenaga manusia, kos kewangan yang tinggi untuk membayar gaji

pekerja yang ramai serta penggunaan masa yang lama. Selain itu kawasan pengkelasan yang membahayakan kesihatan pekerja.

### **1.3 Skop Projek**

Bagi mengkelaskan agregat menggunakan rangkaian neural secara berhirarki, kaedah rangkaian neural perseptron berbilang lapisan digunakan. Kaedah pembelajaran yang digunakan adalah dari jenis perambatan suap balik. Rangkaian neural berbilang lapisan digunakan secara berperingkat. Rangkaian neural yang pertama akan mengkelaskan samada agregat tersebut baik atau tak baik. Rangkaian neural yang kedua akan mengkelaskan agregat tersebut kepada jenisnya. Terdapat beberapa jenis agregat atau bentuk antaranya berbucu, kubus, panjang dan tak sekata. Berbucu dan kubus adalah tergolong dalam kategori agregat baik manakala panjang dan tak sekata adalah bagi jenis tak baik.

Bagi mengkelaskan agregat kepada jenis-jenisnya, perisian MATLAB 7 digunakan. Rangkaian neural perseptron berbilang lapisan digunakan dengan algoritma pembelajaran LM. Rangkaian neural tersebut dianalisa dengan menguji peratus kecekapan yang terhasil setelah dilatih dan diuji dengan sebahagian data. Paparan peratus kecekapan ini dipaparkan dalam bentuk graf.

Setelah kesemua nilai pemberat optimum diperolehi maka antaramuka atau dikenali sebagai paparan output dibangunkan. Pembangunan paparan output dilaksanakan dengan menggunakan antaramuka grafik pengguna di dalam perisian MATLAB 7. Di dalam antaramuka ini pengguna hanya dikehendaki memasukkan nilai data berkenaan agregat.



## **1.4 Objektif Projek**

Projek ini menggariskan beberapa tujuan yang perlu dipenuhi. Antaranya:-

- Membangunkan sistem rangkaian neural yang dapat mengkelaskan agregat kepada jenis baik dan tak baik.
- Mengkelaskan agregat kepada jenis berbucu, kubus, panjang dan tak sekata.
- Membangunkan sistem pengkelasan agregat dengan menggunakan perisian MATLAB 7.
- Membangunkan antaramuka grafik pengguna dengan menggunakan perisian MATLAB 7.

### **1.5.1 Panduan Laporan**

Laporan ini mengandungi sebanyak lima bab. Bab yang pertama adalah mengenai pengenalan. Ia merangkumi tentang skop projek dan objektif projek. Selain itu penerangan tentang penggunaan rangkaian neural dalam pengkelasan agregat.

Bab dua melibatkan kajian ilmiah yang dilakukan mengenai rangkaian neural serta sumbangan penyelidik-penyelidik terdahulu dalam rangkaian neural. Selain itu bab ini juga menerangkan tentang jenis rangkaian neural seperti rangkaian suap hadapan dan perambatan balik.

Bab tiga menerangkan tentang pembangunan projek. Apa yang dilakukan semasa pembinaan projek. Misalnya melibatkan pemilihan rangkaian neural dan algoritma dalam membangunkan projek. Langkah-langkah yang terlibat dalam penentuan parameter-parameter rangkaian neural. Diselitkan juga bagaimana antaramuka yang hendak dibangunkan bersesuaian dengan projek.

Bab empat ialah keputusan yang terhasil dalam projek ini. Analisis dilakukan terhadap keputusan-keputusan yang terhasil. Selain paparan keputusan ditunjukkan dalam bentuk graf bagi memudahkan pemerhatian. Peratus kecekapan

rangkaian neural dipaparkan. Paparan antaramuka yang terhasil ditunjukkan juga dalam bab ini.

Bab terakhir ialah kesimpulan keseluruhan terhadap projek yang dibangunkan seta cadangan penambahbaikan bagi memastikan projek ini lebih berkesan dan berjaya pada masa hadapan.

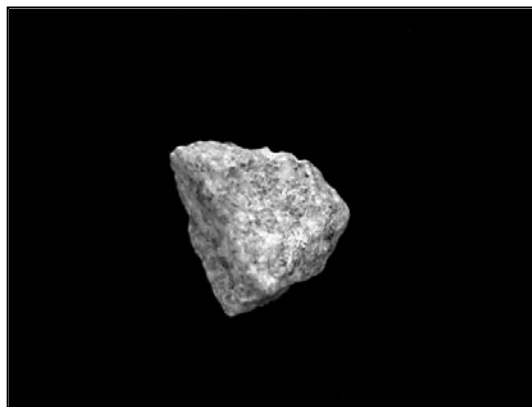
## ***BAB 2: KAJIAN ILMIAH***

### **2.1 Pendahuluan**

Di dalam bab ini menerangkan tentang kajian yang dijalankan mengenai rangkaian neural yang digunakan dalam pengelasan agregat. Penerangan tentang agregat juga diterangkan di dalam bab ini. Selain itu disertakan juga mengenai kajian yang telah dilakukan oleh penyelidik terdahulu mengenai pengelasan sesuatu objek. Bab ini juga menerangkan tentang rekabentuk yang dilakukan bagi pengelasan agregat. Gambarajah serta kelebihan rangkaian neural juga disertakan. Selain itu bab ini juga menerangkan fasa pembelajaran yang berlaku semasa membina struktur rangkaian neural.

### **2.2 Agregat**

Agregat merupakan nama lain bagi batu jalan. Agregat digunakan dalam pembinaan jalan. Pemilihan agregat yang sesuai dapat menjamin ketahanan jalan raya justeru dapat mengelakkan kejadian yang tidak diingini. Banyak kejadian seperti jalan mudah berlubang, tidak rata dan sebagainya disebabkan oleh pemilihan agregat yang tak baik. Agregat yang tak baik juga digunakan dalam pembinaan jalan raya tetapi dengan peratusan yang kecil. Rajah 2.1 menunjukkan contoh agregat.



Rajah 2.1: Agregat

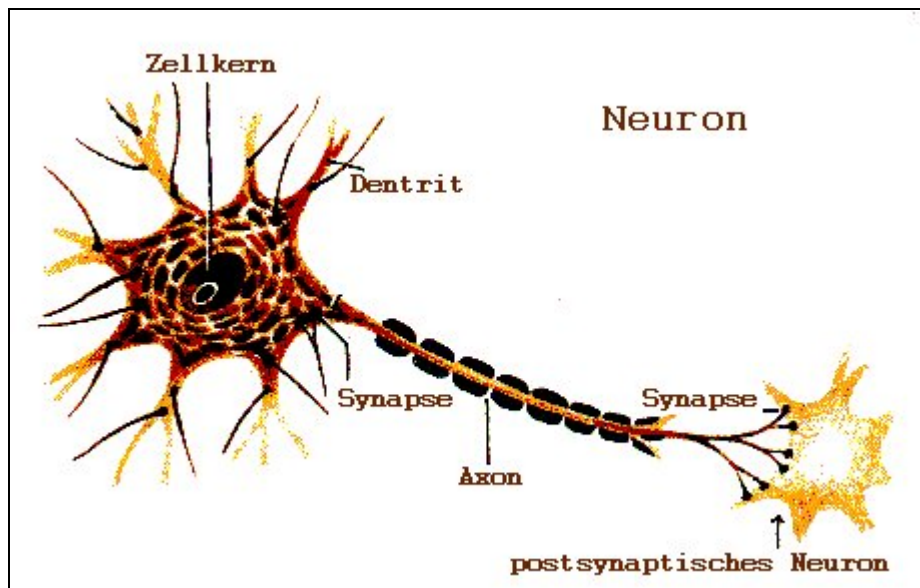
Terdapat beberapa ciri bagi sesuatu agregat tersebut. Antaranya ialah panjang, zernike, momen luas dan perimeter. Bagi mendapatkan data bagi agregat sangat sukar. Ini disebabkan oleh bentuk geometri agregat itu sendiri yang kompleks. Pada masa sekarang nilai-nilai data diambil dengan menggunakan teknologi yang tinggi. Oleh itu begitu sukar untuk membezakan antara agregat baik dengan tak baik. Ini kerana jika komposisi agregat digunakan dengan tidak betul, jalan raya mungkin cepat rosak atau tidak kukuh. Terdapat beberapa jenis agregat yang telah dikenalpasti. Antaranya ialah panjang, berbucu, kubus dan tak sekata. Tidak semua jenis agregat tersebut dikategori baik.

### **2.3 Rangkaian Neural**

Rangkaian neural merupakan satu penyelesaian masalah yang dimodelkan dalam persamaan matematik. Penyelesaian ini melibatkan data-data yang perlu dikumpul. Terdapat dua rangkaian neural iaitu rangkaian neural biologi dan rangkaian neural buatan. Rangkaian neural biologi terdapat dalam otak manusia manakala rangkaian neural buatan adalah merupakan ciptaan manusia. Proses yang terlibat di dalam menyelesaikan masalah adalah sama bagi kedua-dua rangkaian neural iaitu menganalisa dan membuat keputusan. Terdapat kelebihan bagi kedua-dua rangkaian ini. Penggunaan rangkaian neural masih baru di Malaysia berbanding negara-negara lain tetapi banyak penyelidik Malaysia telah berjaya di peringkat antarabangsa.

### 2.3.1 Rangkaian Neural Biologi

Rangkaian neural biologi merupakan rangkaian sel-sel neuron bagi otak manusia yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dan segala pemrosesan maklumat. Sel-sel neuron manusia kebiasaannya memberikan jawapan yang di luar jangkaan. Walaupun begitu, ianya tetap memberi manfaat dalam pelbagai perkara terutamanya pemasalahan yang sukar dan rumit seperti membuat keputusan atau menyelesaikan masalah yang kompleks. Ketepatan penyelesaian masalah bergantung kepada proses pembelajaran tertentu. Proses pembelajaran ini melibatkan pelarasan sambungan sinaps yang terhasil antara neuron-neuron.



Rajah 2.2: Gambarajah Neuron

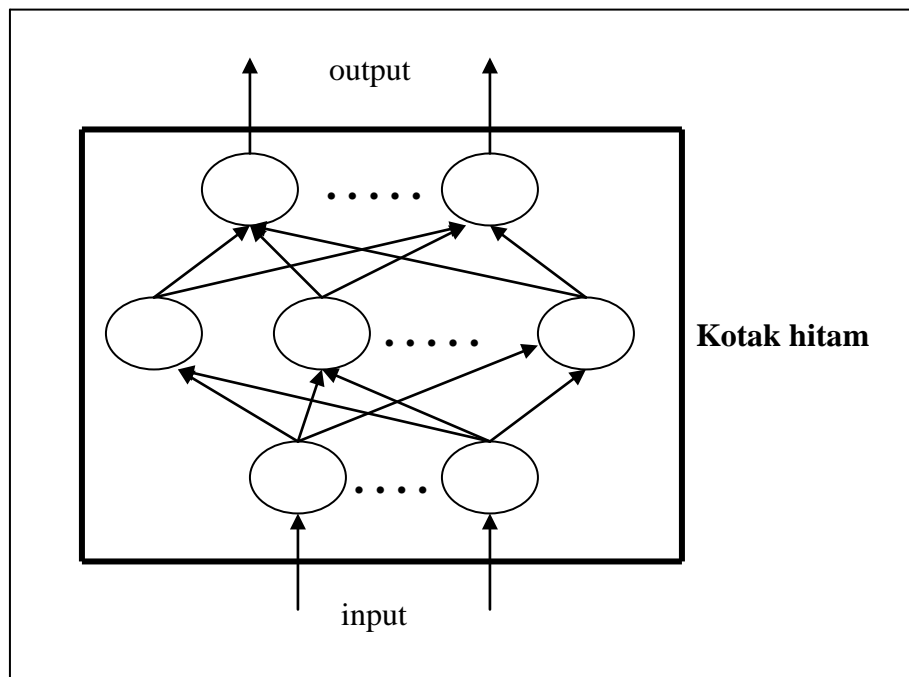
Daripada rajah 2.2, secara teorinya sel neuron manusia mempunyai tiga bahagian utama iaitu badan sel, dendrite dan akson (Lin & Lee, 1996). Kesemua dendrite yang wujud bersambung dengan badan sel. Manakala sel berkenaan akan mempunyai satu akson yang panjang di mana berfungsi membawa isyarat tindakan daripada sel neuron. Terdapat satu bahagian lagi di sebalik tiga bahagian ini dan dikenali sebagai sinaps. Sinaps berfungsi untuk memperkenalkan isyarat yang diterima kepada sel-sel neuron yang lain ataupun yang berdekatan. Proses membuat keputusan

dan melaksanakan tindakan bagi seseorang manusia bergantung kepada keupayaan sel-sel neuronnya.

### 2.3.2 Rangkaian Neural Buatan

Rangkaian neural buatan merupakan adaptasi daripada rangkaian neural biologi yang dimodelkan sahaja. Pemodelan rangkaian neural merujuk kepada sistem rangkaian neural dalam otak manusia. Rangkaian neural buatan digambarkan melalui penggunaan komputer. Rangkaian ini menjalankan tugas seperti pemproses dan mempunyai memori ingatan.

Rangkaian neural ini digambarkan seperti kotak hitam dalam rajah 2.3 yang akan menerima nilai masukan dan akan memaparkan hasil atau output. Fungsi kotak hitam adalah bergantung kepada struktur dan model neuron yang direkabentuk dalam rangkaian neural.



Rajah 2.3: Gambarajah rangkaian neural

Terdapat pelbagai kaedah yang digunakan dalam penyelesaian masalah. Antara yang biasa digunakan adalah 'Single Layer Perceptron', 'Multilayer Perceptron'

(MLP), dan 'Radial Basis Function' (RBF). Bagi memastikan rangkaian neural beroperasi dengan berjaya, sistem tersebut perlu diberi pembelajaran. Pembelajaran ini penting bagi memastikan rangkaian neural dapat menyelesaikan sesuatu masalah dengan optimum. Pembelajaran ini terbahagi kepada dua bahagian. Bahagian pertama adalah fasa latihan manakala fasa kedua ialah fasa ujian.

### **2.3.2.1 Fasa Latihan**

Di dalam fasa latihan, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah memilih struktur rangkaian neural yang terbaik. Struktur tersebut adalah seperti bilangan nod masukan, nod tersembunyi, bilangan lelaran dan nod keluaran. Semasa proses latihan nilai kecekapan yang terhasil perlu diketahui. Bagi memudahkan analisa, nilai kecekapan tadi diplotkan dalam bentuk graf. Ini bagi membuktikan berapa peratus suatu rangkaian neural itu dapat berfungsi.

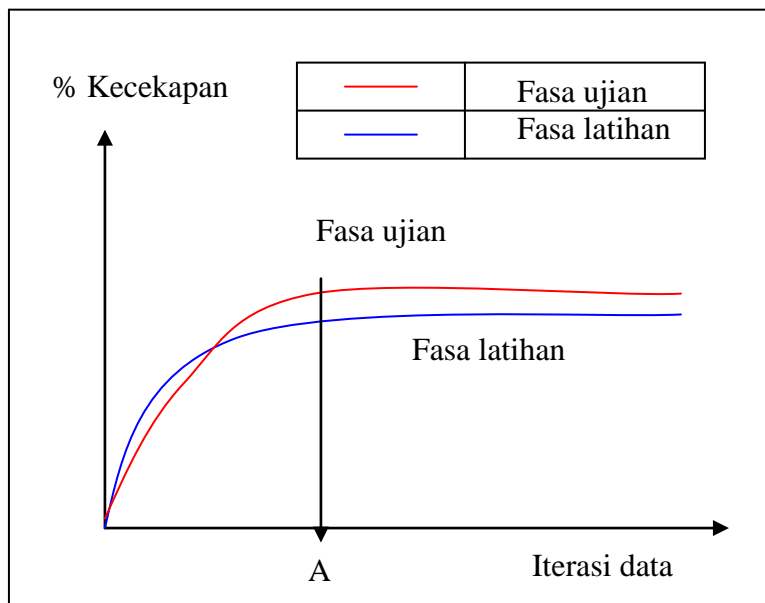
Selepas memilih sturuktur terbaik, algoritma latihan perlu dipilih bagi mendapatkan sambungan pemberat yang terbaik (*optimum*). Terdapat dua jenis algoritma pembelajaran iaitu teselia (*supervised*) dan tak terselia (*unsupervised*).

Jenis menyelia mempunyai guru luaran yang menyelia rangkaian tersebut. Ini bermaksud set untuk masukan dan keluaran sudah diketahui. Selain itu guru tersebut boleh menetapkan tindakbalas semasa fasa ujian. Parameter untuk rangkaian neural dapat diubah berdasarkan kepada isyarat silap (error signal) semasa fasa latihan. Isyarat silap bermaksud perbezaan antara tindakbalas yang dihasilkan berbanding dengan tindakbalas sebenar yang dikehendaki.

Jenis tak menyelia merupakan proses pembelajaran yang tidak mempunyai guru untuk memantau rangkaian tersebut. Pada masa yang sama rangkaian neural tersebut tidak diketahui tindakbalas yang dikehendaki.

### 2.3.2.2 Fasa Ujian

Fasa ujian merupakan suatu fasa yang penting dalam sesuatu rangkaian neural. Dalam fasa ujian ini, sistem rangkaian neural akan diberikan set data yang belum pernah rangkaian tersebut uji. Ini bagi menguji ciri-ciri pengitlakan sesuatu rangkaian neural itu. Kepentingan fasa ujian adalah bagi mengelakkan rangkaian neural menyimpan memori data semasa latihan. Ini kerana semasa fasa latihan rangkaian neural diberikan data yang sama. Oleh itu jika selalu diberi data yang sama, rangkaian tersebut akan berada dalam fenomena menghafal. Bagi mengelakkan fenomena ini fasa ujian perlu dilakukan. Tujuan fasa ujian ini adalah bagi menentukan bilangan lelaran yang optimum suatu rangkaian neural. Seperti di fasa latihan, nilai kecekapan bagi fasa ujian juga perlu dikira. Nilai ini akan dibandingkan dengan nilai yang terhasil pada fasa latihan seperti rajah 2.4. Dari situ nilai optimum bagi iterasi dan nod tersembunyi boleh diketahui. Daripada graf tersebut diketahui bahawa struktur yang paling optimum adalah pada titik A. Semasa fasa latihan rangkaian tersebut sudah mencapai optimum walaupun sebelum titik A, tapi apabila fasa ujian selesai diketahui struktur rangkaian neural adalah optimum pada titik A. Pada ketika ini rangkaian adalah yang terbaik. Struktur rangkaian neural yang terbaik bergantung kepada nilai ini.



Rajah 2.4: Graf kecekapan rangkaian neural

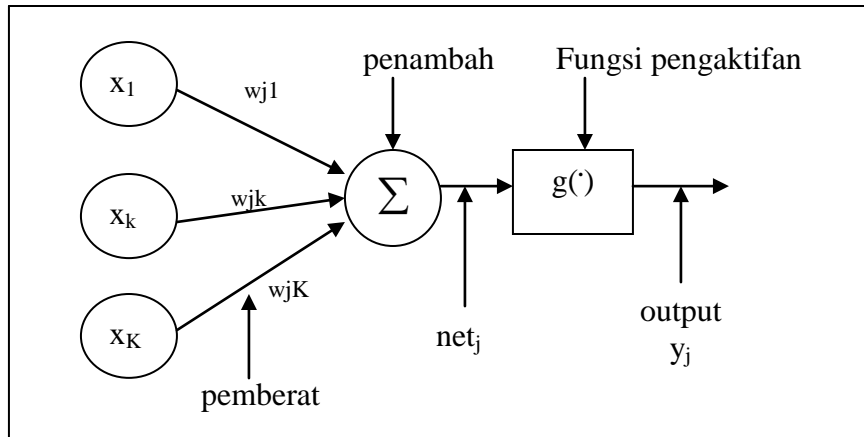


### **2.3.2.3 Pembelajaran Rangkaian Neural**

Terdapat dua kaedah yang disediakan bagi mengajar rangkaian neural. Kaedah tersebut adalah pembelajaran terselia dan tak terselia (Mat Isa, 2002). Pembelajaran terselia mempunyai 'guru' untuk memantau perjalanan proses rangkaian neural. Set data latihan, ujian serta keluaran telah tersedia. Ini bertujuan bagi penambahbaikan kepada parameter rangkaian seperti nilai pemberat optimum, bilangan nod tersembunyi serta bilangan iterasi. Penambahbaikan ini bertujuan supaya jurang keluaran menghampiri nilai sebenar. Kebanyakan masalah pengelasan memerlukan kaedah pembelajaran ini. Ini kerana set data dan keluaran perlu diketahui. Pembelajaran tak terselia tidak mempunyai guru untuk memantau proses perjalanan rangkaian tersebut. Pembelajaran ini hanya mempunyai set data latihan sahaja. Pembelajaran melalui kaedah kedua merupakan kaedah yang terbaik sekali. Ini kerana ia mengubahsuai parameter rangkaian dengan sendiri dan tak bergantung kepada guru untuk memantaunya. Rangkaian dengan pembelajaran yang kedua tidak bergantung kepada persekitarannya.

### 2.3.2.4 Model Rangkaian Neural Buatan

Rangkaian neural buatan perlu dimodelkan seperti otak manusia agar ia dapat menjalankan fungsi yang sama. Permodelan ini mempunyai beberapa elemen. Tiga elemen penting adalah seperti pemberat, penambah dan fungsi pengaktifan. Fungsi pemberat adalah ia penyambung antara input dan output seperti rajah 2.5.



Rajah 2.5: Model Rangkaian Neural Buatan

Setiap pemberat mempunyai nilai yang tertentu bergantung kepada proses latihan. Nilai data masukan hendaklah didarab dengan nilai pemberat yang menyambungannya kepada lapisan seterusnya. Penambah berfungsi menjumlahkan nilai kesemua nilai masukan yang telah didarab dengan nilai pemberat. Hasil ini akan melalui fungsi pengaktifan terlebih dahulu sebelum menjadi nilai output. Terdapat beberapa fungsi pengaktifan yang selalu digunakan bergantung kepada masalah yang ingin diselesaikan. Antara yang biasa digunakan ialah fungsi ambang, piecewise dan sigmoid. Secara matematikanya

$$net_j = \sum_{k=0}^K W_{jk} X_k \text{ dan } y_j = g(net_j) \quad (2.1)$$

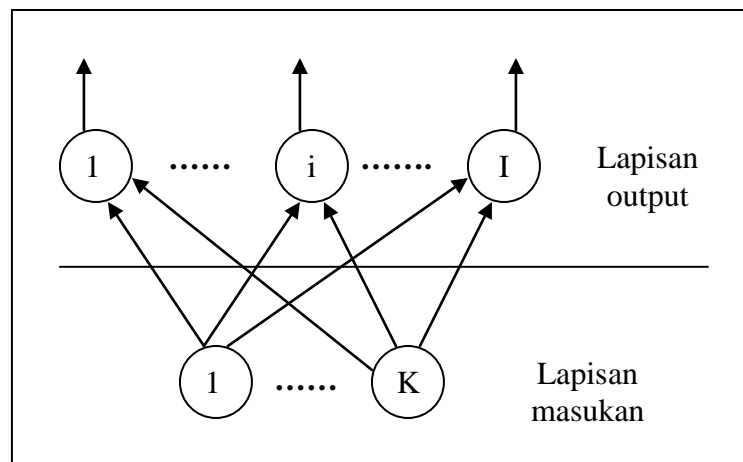
$net_j$  = keluaran daripada penambah;

### 2.3.2.5 Senibina Rangkaian Neural

Terdapat pelbagai jenis senibina rangkaian neural bergantung kepada masalah yang ingin diselesaikan. Ini kerana senibina yang lain akan memberi keputusan yang berbeza. Terdapat dua jenis senibina yang sering digunakan pada masa kini iaitu rangkaian perambatan suap hadapan dan perambatan suap belakang.

#### 2.3.2.5.1 Rangkaian Perambatan Suap Hadapan

Terdapat dua jenis perambatan suap hadapan iaitu satu lapisan (*single layer feedforward*) dan banyak lapisan suap hadapan (*multilayer feedforward*). Kedua-dua jenis perambatan ini menggunakan kaedah pembelajaran terselia. Jenis satu lapisan merupakan rangkaian yang paling ringkas. Ini kerana ia hanya mempunyai bahagian masukan dan keluaran seperti rajah 2.6. Ia merambat dari bahagian masukan kepada keluaran. Oleh itu pengiraan bagi senibina adalah ringkas.

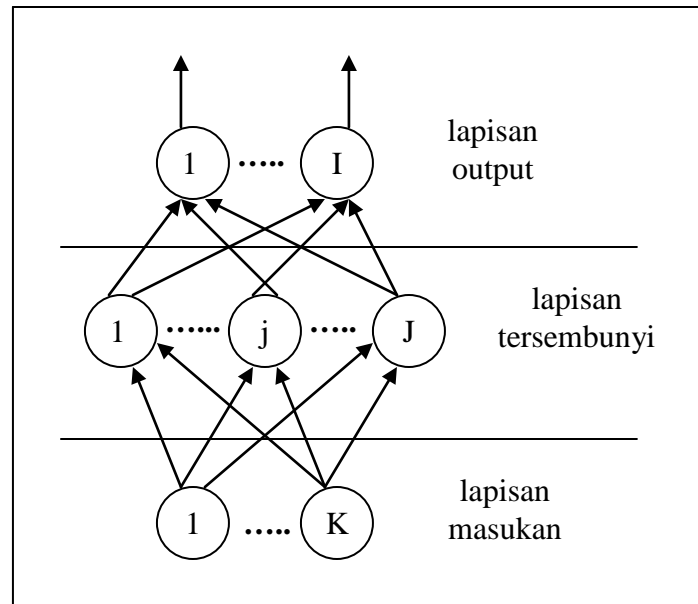


Rajah 2.6: Satu lapisan suap hadapan

Hanya nod di bahagian keluaran sahaja dikenali sebagai neuron. Bahagian masukan hanya berfungsi sebagai simpanan data untuk dimasukkan kepada rangkaian neural. Lapisan masukan dirujuk sebagai lapisan 0 manakala lapisan keluaran dirujuk sebagai 1. Sambungan pemberat hanya dari lapisan 0 ke 1 atau mudah dikenali sebagai dari

indeks rendah ke indeks tinggi. Sambungan pemberat tidak dibenarkan di antara lapisan yang sama.

Bagi senibina banyak lapisan pula, ia mempunyai lapisan tambahan di antara lapisan masukan dan keluaran. Lapisan ini dikenali sebagai lapisan tersembunyi seperti rajah 2.7.



Rajah 2.7: Banyak lapisan suap hadapan

Lapisan masukan dikenali sebagai lapisan 0. Lapisan 1 adalah menggambarkan lapisan tersembunyi pertama. Lapisan 2 adalah lapisan tersembunyi kedua sehinggalah lapisan (M-1). Lapisan output adalah lapisan M. Rangkaian ini juga merambat daripada lapisan indeks rendah ke tinggi. Sambungan pemberat juga adalah dari lapisan rendah ke tinggi. Sambungan tidak dibenarkan di antara sesama lapisan dan dari lapisan tinggi ke rendah. Terdapat dua jenis sambungan di dalam senibina ini iaitu sambungan penuh dan sambungan tak penuh. Sambungan penuh ialah kesemua nod pada rangkaian bersambung kepada semua nod pada lapisan seterusnya. Sambungan tak penuh pula ialah tak semua sambungan bersambung kepada nod lapisan seterusnya.

## 2.4 Sumbangan Rangkaian Neural

- Rajcic (1998) telah menggunakan rangkaian neural untuk mengelaskan jenis-jenis kayu.
- Then (2001) telah menghasilkan sebuah sistem pengesan barah payudara dengan menggunakan rangkaian neural yang dilatih menggunakan algoritma MRPE.
- Mashor *et al.* (2002) telah menggunakan rangkaian HMLP bagi proses pengesanan sel barah pangkal rahim menggunakan algoritma MRPE.
- Järund *et al* telah menggunakan rangkaian neural bagi menginterpretasi imej perubatan melalui internet.
- Ohnishi *et al* telah menggunakan rangkaian neural bagi mengesan kebolehan individu dengan memberi ujian mengesan bentuk, saiz dan kegelapan pada bulat telur.
- Victor *et al* telah menggunakan rangkaian neural untuk mengesan sesuatu data yang tidak melibatkan teori.

## 2.5 Kesimpulan

Kajian ilmiah yang dilakukan banyak membantu dalam pembangunan projek. Selain dari itu sumbangan penyelidik-penyelidik terdahulu telah membuktikan bahawa rangkaian neural sesuai diaplikasikan pada sebarang masalah. Komponen asas rangkaian neural seperti pemberat, nod tersembunyi dan fungsi pengaktifan juga diterangkan. Selain itu senibina rangkaian-rangkaian neural juga diterangkan.

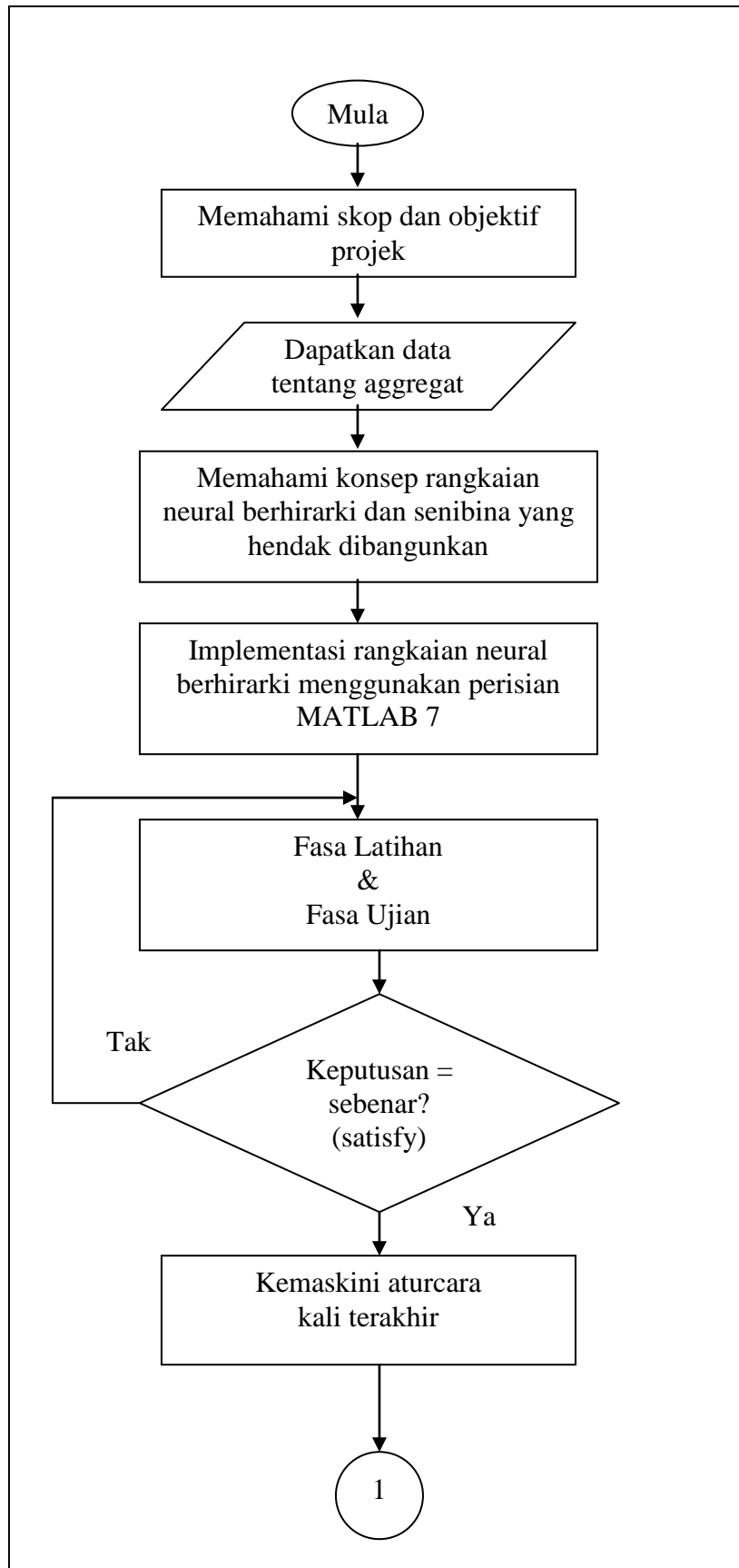
## ***BAB 3: PEMBANGUNAN PROJEK***

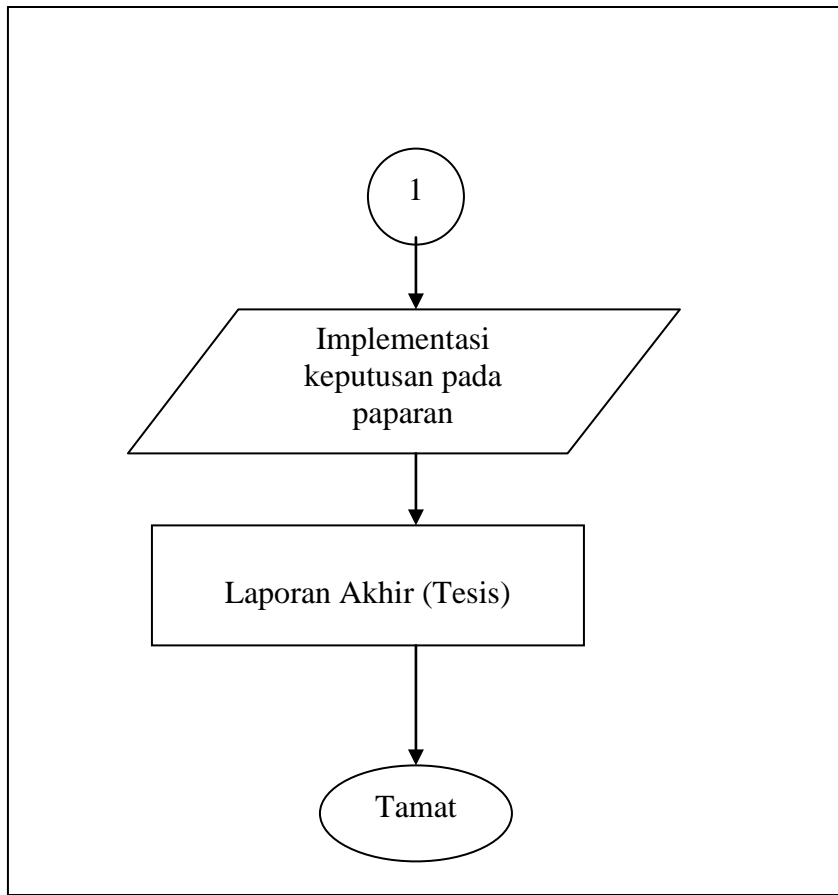
### **3.1 Pendahuluan**

Bab ini menerangkan tentang pelaksanaan projek pengelasan agregat menggunakan rangkaian neural berhirarki. Langkah awal dengan pemilihan data dan perlu menentukan yang mana input dan output. Struktur rangkaian neural juga diterangkan dengan terperinci dalam bab ini. Rangkaian neural berhirarki serta senibina neural yang dipilih diterangkan dengan terperinci dalam bab ini. Langkah-langkah bagi menentukan struktur rangkaian neural juga diterangkan.

### **3.2 Metodologi projek**

Bagi membangunkan projek ini, terdapat beberapa perancangan yang perlu dilakukan. Perancangan ini diterangkan seperti rajah 3.1. Pada permulaan awal skop dan objektif awal projek perlu difahami. Antaranya pengelasan agregat kepada jenis-jenisnya. Selain itu pengetahuan tentang rangkaian neural juga perlu difahami. Algoritma pembelajaran suap belakang dan bagaimana mendapatkan parameter-parameter rangkaian neural dengan terbaik.



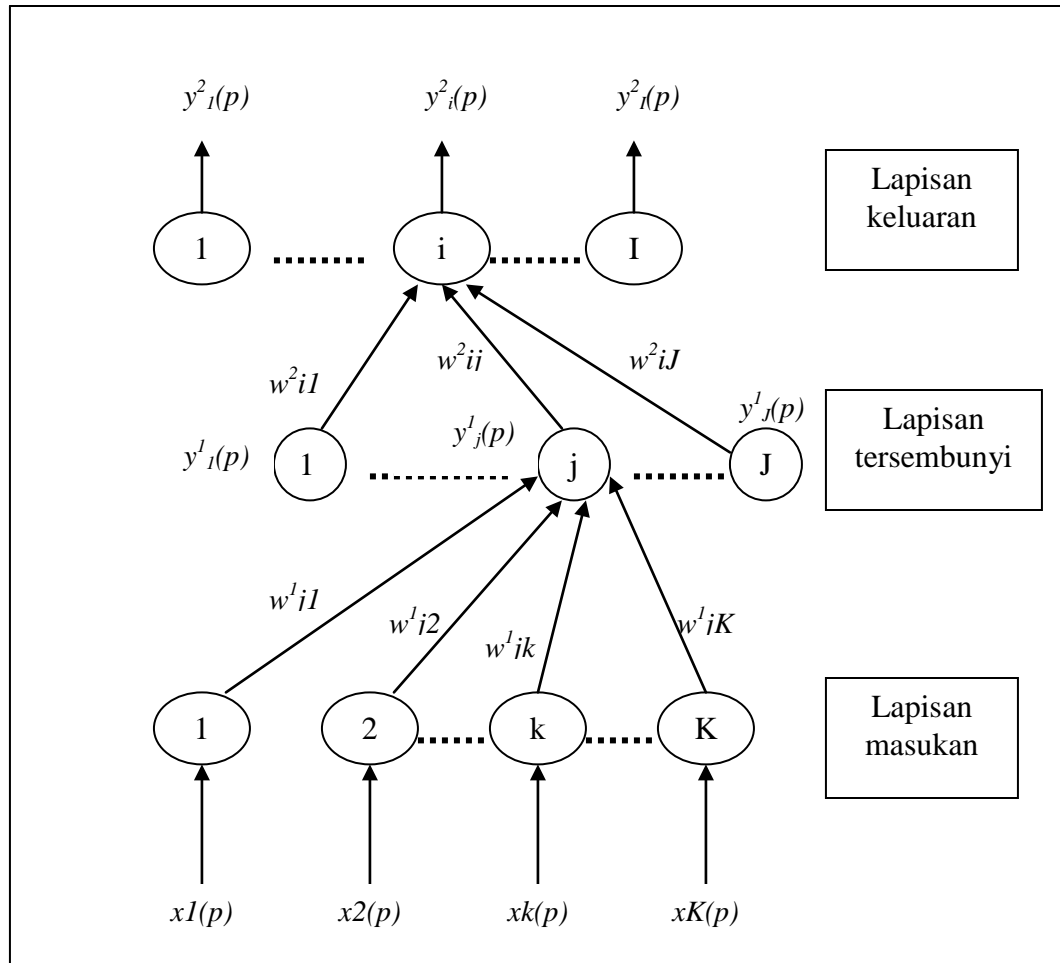


Rajah 3.1: Carta Alir Metodologi



### 3.3 Perseptron Berbilang Lapisan

Perseptron berbilang lapisan mempunyai lapisan di antara lapisan input dan keluaran. Lapisan ini dikenali sebagai lapisan tersembunyi.



Rajah 3.2: Perseptron Berbilang Lapisan

Merujuk kepada rajah 3.2, didapati lapisan masukan mengandungi nod  $K$ . Lapisan tersembunyi mengandungi nod  $J$ . Lapisan keluaran mengandungi nod  $I$ . Masukan kepada rangkaian neural buatan adalah vektor  $x(p)$ . Jaringan nod masukan  $j$  kepada lapisan tersembunyi merujuk kepada masukan  $x(p)$  dikenali sebagai  $net^1_j$ . Jaringan nod masukan  $i$  kepada lapisan keluaran merujuk kepada masukan  $x(p)$  dikenali sebagai  $net^2_i$ . Keluaran nod  $j$  pada lapisan tersembunyi merujuk kepada masukan  $x(p)$  dikenali

sebagai  $y^l_j(p)$ . Keluaran nod  $i$  pada lapisan keluaran merujuk kepada masukan  $x(p)$  dikenali sebagai  $y^2_j(p)$ . Sambungan pemberat daripada nod  $k$  di lapisan masukan ke nod  $j$  pada lapisan tersembunyi dikenali  $w^l_{jk}$ . Sambungan pemberat daripada nod  $j$  di lapisan tersembunyi ke nod  $i$  pada lapisan keluaran dikenali  $w^2_{jk}$ . Hanya sambungan daripada lapisan rendah ke lapisan tinggi yang dibenarkan.

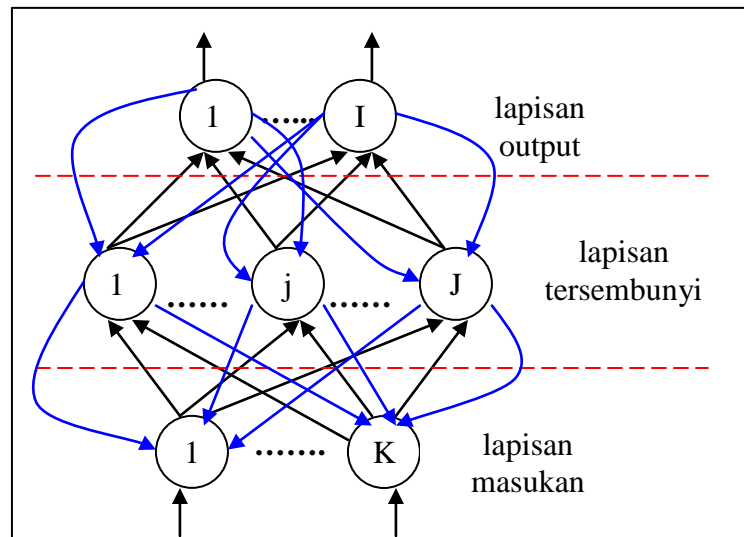
### 3.3.1 Algoritma Perambatan Balik

Rangkaian ini digunakan bagi melatih perseptron berbilang lapisan. Pasangan input dan output diberikan iaitu  $((x(1),d(1)),\dots,(x(p),d(p)),\dots,(x(PT),d(PT)))$ . Teknik yang digunakan dalam kaedah ini ialah perubahan pemberat bergantung kepada fungsi silap di bawah

$$E^p(w) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^I (d_i^2(p) - y_i^2(p))^2 \quad (3.1)$$

$$\Delta w = -\eta \nabla E^p(w) \quad (3.2)$$

Ini bagi membolehkan keluaran pada rangkaian menghampiri keluaran yang sebenar. Gambarajah senibina rangkaian ini seperti rajah 3.3



Rajah 3.3: Gambarajah perambatan balik  
Algoritma perambatan balik mempunyai tiga langkah yang berturutan:

- Fasa perambatan suap hadapan iaitu bagi mengira keluaran.
- Fasa perambatan balik iaitu bagi mengira silap yang terjadi contohnya nod tersembunyi dan keluaran.
- Fasa penambahbaikan pemberat iaitu bagi mengubah nilai pemberat.

Terdapat beberapa langkah bagi mengimplementasi perambatan balik:-

Langkah 1:

- Mengnilaiawalkan pemberat dan nilai ini mestilah kecil dan rawak. Isytiharkan indeks  $p$  sebagai 1.

Langkah 2:

- Masukkan nilai input  $x(p)$  daripada set data latihan.

Langkah 3:

- Kirakan keluaran bagi nod tersembunyi seperti dibawah

$$y_j^1(p) = g(\text{net}_j^1(p)) = g\left[\sum_{k=0}^K w_{jk}^1 x_k(p)\right]; \quad 1 \leq j \leq J \quad (3.3)$$

- Kirakan keluaran pada nod keluaran seperti dibawah

$$y_i^2(p) = g(\text{net}_i^2(p)) = g\left[\sum_{j=0}^J w_{ij}^2 y_j^1(p)\right]; \quad 1 \leq i \leq I \quad (3.4)$$

Langkah 4:

- Bandingkan samada  $y_i^2(p) = d_i(p)$  dan pecahkan kepada 2 kes:

Kes 4a: Jika  $y_i^2(p) = d_i(p)$  bagi  $1 \leq i \leq I$ , mara ke langkah 7.

Kes 4b: Jika  $y_i^2(p) \neq d_i(p)$  bagi sebarang  $i$ , mara ke langkah 5.

Langkah 5:

- Kirakan ungkapan silap (*error*) iaitu pada bahagian keluaran dan lapisan tersembunyi. Bermula pada bahagian keluaran diikuti bahagian lapisan tersembunyi. Pergerakan ini merambat secara balik iaitu dari nod keluaran ke nod lapisan tersembunyi. Ungkapan silap dikira melalui persamaan di bawah:

$$\delta_i^2(p) = [d_i^2(p) - y_i^2(p)] * g'(net_i^2(p)); \quad 1 \leq i \leq I \quad (3.5)$$

$$\delta_j^1(p) = g'(net_j^1(p)) \sum_{i=1}^I w_{ij}^2 \delta_i^2(p); \quad 1 \leq j \leq J \quad (3.6)$$

Langkah 6:

- Ubah nilai pemberat merujuk kepada persamaan dibawah:

$$\Delta w_{ij}^2 = \eta \delta_i^2(p) y_j^1(p); \quad 1 \leq i \leq I; 0 \leq j \leq J \quad (3.7)$$

$$\Delta w_{jk}^1 = \eta \delta_j^1(p) x_k(p); \quad 1 \leq j \leq J; 0 \leq k \leq K \quad (3.8)$$

dimana  $\eta$  merupakan kadar pembelajaran.

Langkah 7:

- Pertimbangkan 2 kes:

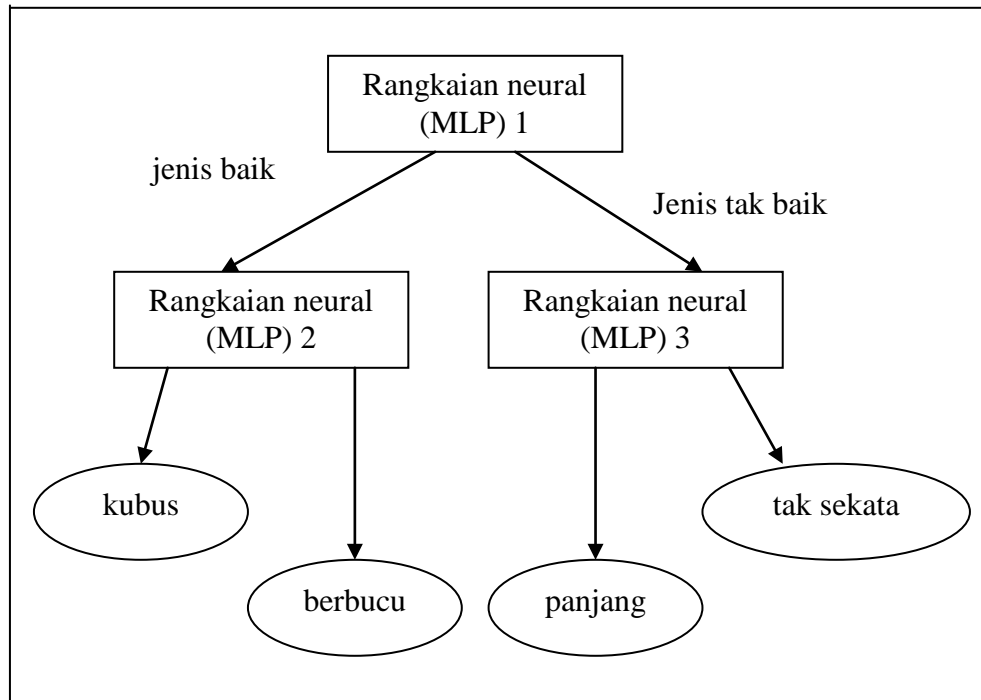
Kes 7a: Jika  $p \neq PT$ , ulang langkah 2.

Kes 7b: Jika  $p = PT$ , fasa latihan sudah tamat.

Latihan yang lengkap bagi rangkaian jenis ini akan menyebabkan ia dapat memberi jawapan yang hamper tepat walaupun set data masukan yang belum pernah dilihat. Oleh itu dapat memberikan keputusan yang hamper tepat pasangan input dan output belum pernah dilihat. Ini menyebabkan rangkaian ini seringkali digunakan.

### 3.4 Rangkaian Neural Berhirarki

Rangkaian neural berhirarki dipilih kerana ia dapat mengelaskan agregat kepada jenisnya. Misalnya jenis berbucu adalah dari kategori baik. Oleh itu menggunakan rangkaian neural berhirarki, ia dapat mengelaskan agregat kepada kategori seterusnya jenisnya. Ini memudahkan sesuatu proses pengelasan dilakukan. Rangkaian neural berhirarki ditunjukkan seperti rajah 3.4.



Rajah 3.4: Rangkaian Neural Berhirarki

### 3.4.1 Rangkaian Perseptron Berbilang Lapisan Pertama.

Pada rangkaian ini set data yang diberikan iaitu sebanyak 851 hendaklah dibahagi kepada dua bahagian. Bahagian yang pertama adalah set data latihan iaitu sebanyak 451 set. Bahagian yang kedua adalah set data ujian iaitu sebanyak 400 set.

Pada fasa latihan beberapa parameter awal telah ditetapkan. Antaranya ialah nilai iterasi, bilangan nod tersembunyi dan nilai awal pemberat.

- Nod masukan adalah sebanyak 9.

- Nod keluaran ditetapkan 1
- Kadar pembelajaran ditetapkan sebanyak 0.01
- Fungsi pengaktifan yang digunakan adalah fungsi sigmoid.

Setelah kesemua nilai parameter awal ditetapkan, maka pengiraan bagi menentukan bilangan iterasi yang terbaik pun dilakukan. Graf kecekapan melawan iterasi bagi set data latihan pun diplotkan bagi memudahkan analisa dilakukan. Pengiraan bagi peratus kecekapan bagi iterasi seperti berikut

$$\% \text{Kecekapan} = (\text{Bil. Data dikelaskan Betul} / \text{Jumlah Set Data Latihan}) \times 100\% \quad (3.9)$$

Setelah itu, set data ujian pun diuji ke atas rangkaian ini. Graf kecekapan melawan iterasi bagi set data ujian pun diplotkan. Pengiraan bagi prestasi rangkaian ini seperti 3.9. Berdasarkan perbandingan antara kedua-dua graf tadi, dapat diketahui bilangan iterasi yang optimum.

Setelah itu, pengiraan bagi menentukan bilangan nod tersembunyi yang optimum pun dilakukan. Tetapi nilai iterasi yang dimasukkan adalah nilai iterasi yang optimum. Langkah yang dilakukan adalah sama seperti tadi dengan menentukan peratus kecekapan rangkaian neural melawan nod tersembunyi bagi set data latihan terlebih dahulu. Pengiraan bagi peratus kecekapan adalah seperti berikut

$$\% \text{Kecekapan} = (\text{Bil. Data dikelaskan Betul} / \text{Jumlah Set Data Latihan}) \times 100\% \quad (3.10)$$

Setelah itu, rangkaian neural tadi diuji pula dengan set data ujian. Graf kecekapan rangkaian neural melawan nod tersembunyi bagi set data ujian pun diplotkan. Pengiraan peratus kecekapan adalah seperti rumus 3.10

Graf kecekapan bagi kedua-dua set data tadi dibandingkan bagi menentukan nilai nod tersembunyi yang optimum. Setelah bilangan iterasi dan nod tersembunyi yang optimum diketahui, nilai ini dimasukkan sekali ke dalam aturcara bagi menentukan nilai pemberat yang optimum. Nilai pemberat ini akan digunakan bagi