



**JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*
UNTUK MEMPREDIKSI LUAS AREA SERANGAN
HAMA PADA TANAMAN BAWANG**

skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Program Studi Teknik Informatika

oleh

Yulia Nurmaidah Sari

4611412033



**JURUSAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, September 2016



Yulia Nurmaidah Sari

4611412033

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Yulia Nurmaindah sari

NIM : 4611412033

Program Studi : S-1 Teknik Informatika

Judul Skripsi : Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk Memprediksi
Luas Area Serangan Hama pada Tanaman Bawang

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian
skripsi Program Studi Teknik Informatika FMIPA UNNES.

Semarang, September 2016

Pembimbing 1



Much Aziz Muslim, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197404202008121001

Pembimbing 2



Riza Arifudin, S.Pd., M.Cs.

NIP. 198005252005011001

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk Memprediksi Luas Area
Serangan Hama pada Tanaman Bawang

disusun oleh

Yulia Nurmaindah Sari
4611412033

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada
tanggal September 2016.

Panitia:



Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.
NIP. 196412231988031001

Sekretaris

Endang Sugiharti, S.Si., M.Kom.
NIP. 197401071999032001

Ketua penguji

Alamsyah, S.Si., M.Kom.
NIP. 197405172006041001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Much Aziz Muslim, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197404202008121001

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Riza Arifudin, S.Pd., M.Cs.
NIP. 198005252005011001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- Percayalah bahwa suatu masalah yang kita selesaikan dengan sungguh-sungguh akan berakhir dengan *happy ending* (Yulia NS.).
- Rangkailah hidupmu yang bahagia dengan keputusan yang kau pilih, karena menjadi sukses itu baik tetapi menjadi bahagia jauh lebih baik lagi. (SN. Fauziah).
- Sedih, bingung, marah karena suatu masalah boleh tapi itu bukan solusi, semangat dan berusaha (Ardi).

Persembahan

Skripsi ini Kupersembahkan sebagai ungkapan rasa terima kasihku kepada:

- Kedua orang tuaku, Bapak M.Makdum dan Ibu Nur Aindah Asih, terima kasih untuk kasih sayang dan do'a yang senantiasa setia mengiringi langkahku.
- Saudaraku SN Fauziah, Fatkhurudin, Ajeng HM, dan Kiya dan yang tak henti memberikan semangatnya.
- Sahabat-sahabat ilkom 2012 yang telah menjadi inspirasi serta memotivasi dalam penulisan skripsi ini, khususnya Eka, Eva, Desi, Imam, Qolbi, Atika.
- Universitas Negeri Semarang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk Memprediksi Luas Area Serangan Hama pada Tanaman Bawang”.

Penulisan skripsi ini diselesaikan berkat bimbingan, bantuan, dukungan, dan kerjasama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Endang Sugiharti, S.Si., M.Kom., Ketua Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Much Aziz Muslim, S.Kom., M.Kom., dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi.
5. Riza Arifudin, S.Pd., M.Cs., dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi.
6. Alamsyah, S.Si., M.Kom., selaku penguji yang memberikan banyak masukan, kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Dosen ilmu komputer yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan.

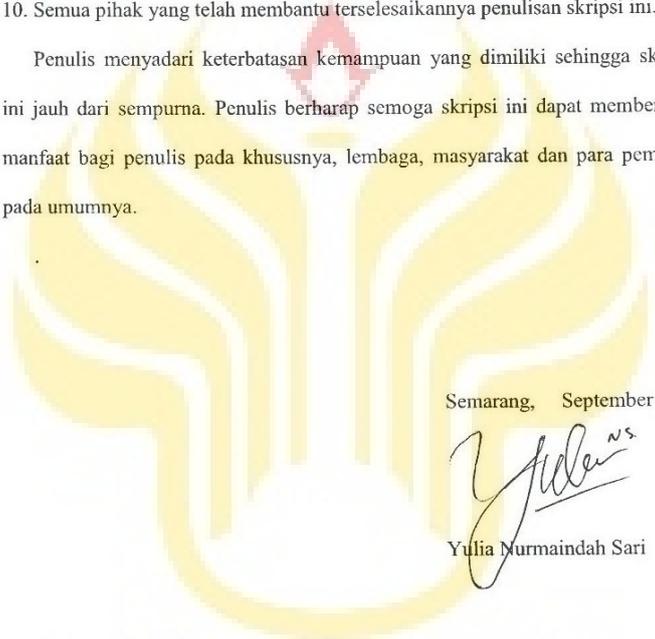
8. Eka, Eva, Desi, Imam, Qolbi, Atika dan teman-teman mahasiswa ilmu komputer angkatan 2012 yang telah berjuang bersama dalam suka dan duka.
9. Novi, Mba Nunung, Mba Vita, Mba Mae dan teman-teman griya pelangi yang telah bersedia menjadi saudara sekaligus keluarga.
10. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari keterbatasan kemampuan yang dimiliki sehingga skripsi ini jauh dari sempurna. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya, lembaga, masyarakat dan para pembaca pada umumnya.

Semarang, September 2016



Yulia Nurmaindah Sari



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Sari, Yulia Nurmaindah. 2016. Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk Memprediksi Luas Area Serangan Hama pada Tanaman Bawang. Skripsi, Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama: Much Aziz Muslim, S.Kom., M.Kom., dan Pembimbing Pendamping: Riza Arifudin, S.Pd., M.Cs.

Kata kunci: Prediksi, Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*, Luas Area Serangan Hama.

Di Indonesia permintaan dan kebutuhan bawang merah yang terus meningkat setiap tahunnya belum dapat diikuti oleh peningkatan produksinya. Salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah produksi bawang merah yaitu perubahan cuaca yang tak menentu yang menjadikan pertumbuhan populasi dan penyebaran serangga sekarang sulit untuk diprediksi.

Tujuan penelitian ini untuk mengimplementasikan dan mengetahui tingkat akurasi jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dalam memprediksi luas area serangan hama pada tanaman bawang di Kabupaten Brebes.

Prediksi atau peramalan merupakan hal penting yang digunakan untuk mengetahui kejadian di masa mendatang dengan mengenali pola kejadian di masa lampau. Dengan mengetahui kejadian yang akan terjadi membuat setiap orang lebih mempersiapkan segala sesuatu, baik untuk kehidupan manusia maupun harta benda yang dimiliki. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka berbagai model prediksi juga mengalami kemajuan yang cukup pesat. Jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk memprediksi karena memiliki kemampuan meneliti dan mengenali pola data historis.

Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* untuk memprediksi luas area serangan hama tanaman bawang di Kabupaten Brebes mempunyai beberapa tahap. Tahap pertama mengumpulkan data luas area serangan hama, suhu maksimum, suhu minimum, kelembaban dan curah hujan. Tahap selanjutnya mengolah data yang telah didapat. Tahap ketiga adalah melakukan pelatihan jaringan dan pengujian jaringan. Sebelum melakukan pelatihan jaringan, perlu untuk menentukan arsitektur jaringan terbaik dengan melakukan *trial and error* dengan beberapa variasi parameter. Dari hasil *trial and error* didapat arsitektur jaringan berdasarkan nilai terbaik yaitu *input layer* dengan 20 neuron, *hidden layer* berjumlah 20 neuron dan *output layer* 1 neuron dengan parameter jaringan terbaik, *alpha* 0,25, *epoch* 1000 sedangkan untuk maksimum *error* yang dipakai 0,0001.

Berdasarkan hasil implementasi jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dalam memprediksi luas area serangan hama pada tanaman bawang di Kabupaten Brebes selama enam bulan pada tahun 2016 didapat persentase kesalahan (MAPE) terkecil saat prediksi 0,194% atau memiliki tingkat akurasi sebesar 99,81%. Dari besarnya tingkat akurasi dan kecilnya nilai MAPE maka menunjukkan bahwa jaringan dapat memprediksi dengan baik.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN	ii
PERSETUJUAM PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB	
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	6

2. LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan Syaraf tiruan.....	8
2.1.1 Konsep Jaringan Syaraf tiruan	9
2.1.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	10
2.1.2.1 Jaringan Lapisan Tunggal	12
2.1.2.2 Jaringan Lapisan Jamak.....	13
2.1.2.3 Jaringan Lapisan Kompetitif	14
2.1.3 Metode Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan	14
2.1.3.1 Pembelajaran Terawasi.....	14
2.1.3.2 Pembelajaran Tak Terawasi	15
2.1.4 Fungsi Aktivasi.....	16
2.1.4.1 Fungsi <i>Threshold</i>	16
2.1.4.2 Fungsi Sigmoid.....	17
2.1.4.3 Fungsi Identitas	18
2.1.5 Kelebihan dan Kekurangan Jaringan Syaraf Tiruan.....	19
2.1.6 <i>Backpropagation</i>	20
2.1.6.1 Arsitektur <i>Backpropagation</i>	21
2.1.6.2 Fungsi Aktivasi dalam <i>Backpropagation</i>	22
2.1.6.3 Algoritma <i>Backpropagation</i>	23
2.2 Prediksi	27
2.2.1 Peramalan	27
2.2.2 Teknik Permalan.....	28
2.2.2.1 Metode Kualitatif	29

2.2.2.2 Metode Kuantitatif	29
2.2.3 Ukuran Akurasi Peramalan	30
2.2.3.1 Ukuran Statistik Standar.....	29
2.2.3.2 Ukuran-ukuran Relatif.....	29
2.2.4 Tahapan Peramalan	34
2.3 Penelitian Terkait	34
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Tahap Persiapan	36
3.2 Tahap Pengolahan Data.....	39
3.2.1 Penentuan Jenis Data.....	39
3.2.2 Penentuan Batas Bulan Prediksi.....	40
3.3 Aplikasi Prediksi Luas Area Serangan Hama	41
3.3.1 Perancangan.....	41
3.3.2 Pembuatan	42
3.3.3 Pengujian	43
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Menentukan Bulan Prediksi	44
4.2 Aplikasi Prediksi Luas Area Serangan Hama	45
4.2.1 Tampilan Aplikasi Prediksi Luas Area Serangan Hama	45
4.2.1.1 <i>Form</i> Halaman Depan	45
4.2.1.2 <i>Form</i> Pelatihan	46
4.2.1.3 <i>Form</i> Pengujian	52
4.3 Validasi Pengujian Aplikasi Prediksi Luas Area Serangan Hama	56

4.3.1 Prediksi dengan Data Pelatihan	56
4.3.2 Prediksi dengan Data Pengujian	59
4.4 Pembahasan	60
5. PENUTUP	
5.1 Simpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67



DAFTAR TABEL

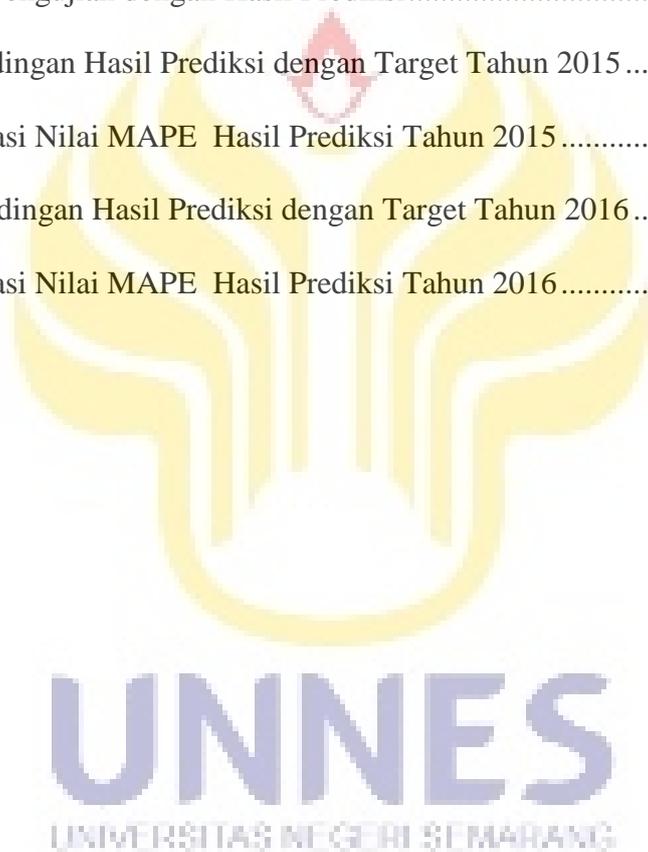
Tabel	Halaman
3.1 Luas Area Serangan Hama Ulat Bawang di Kabupaten Brebes Tahun 2011-2015.....	37
3.2 Suhu Minimum di Kabupaten Brebes Tahun 2011-2015	38
3.3 Suhu Maksimum di Kabupaten Brebes Tahun 2011-2015	38
3.4 Curah Hujan di Kabupaten Brebes Tahun 2011-2015	38
3.5 Kelembaban Udara di Kabupaten Brebes Tahun 2011-2015.....	39
4.1 Hasil Percobaan Variasi Parameter Jaringan	47
4.2 Perbandingan Hasil Prediksi dengan Target Tahun 2015	57
4.3 Perbandingan Hasil Prediksi dengan Target Tahun 2016.....	59



DAFTAR GAMBAR

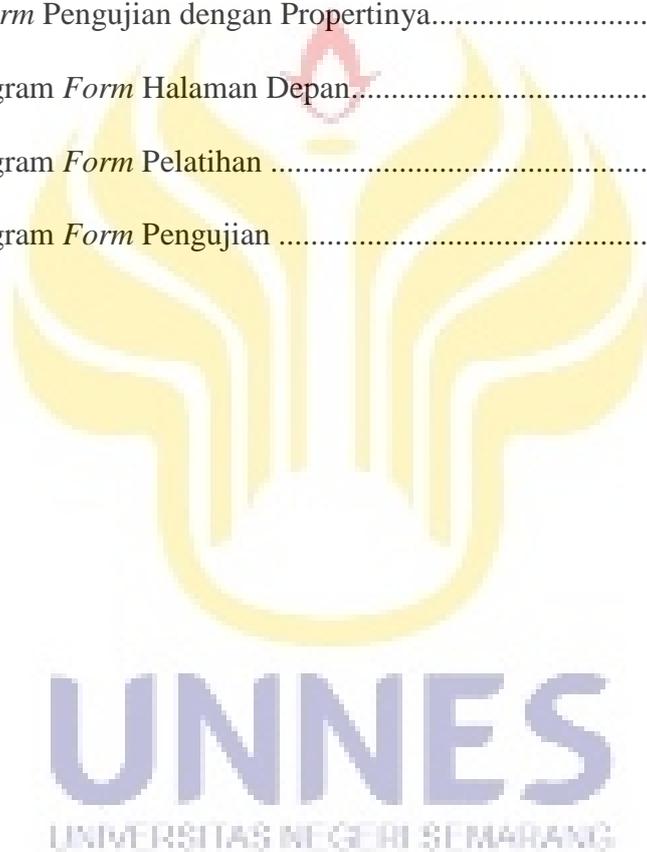
Gambar	Halaman
2.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	11
2.2 Arsitektur <i>Single layer Network</i>	12
2.3 Arsitektur <i>Multilayer Network</i>	13
2.4 Arsitektur <i>Competitive Network</i>	14
2.5 Fungsi Aktivasi <i>Threshold Biner</i>	16
2.6 Fungsi Aktivasi <i>Threshold Bipolar</i>	17
2.7 Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid Biner</i>	17
2.8 Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid Bipolar</i>	18
2.9 Fungsi Aktivasi <i>Identitas</i>	18
2.10 Arsitektur <i>Backpropagation</i>	22
2.11 <i>Flowchart</i> Proses Pelatihan <i>Backpropagation</i>	24
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	36
4.1 <i>Form</i> Halaman Depan.....	46
4.2 <i>Form</i> Pelatihan.....	47
4.3 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Aplikasi Prediksi Luas Area Serangan Hama.....	49
4.4 <i>Flowchart</i> Pelatihan <i>JST Backpropagation</i> Aplikasi Prediksi Luas Area Serangan Hama.....	50
4.5 <i>Form</i> Pelatihan dengan Hasil Prediksi.....	52

4.6 <i>Flowchart</i> Pelatihan JST <i>Backpropagation</i> Aplikasi Prediksi Luas Area	
Serangan Hama	53
4.7 <i>Form</i> Pengujian	54
4.8 <i>File Explorer</i>	55
4.9 <i>Form</i> Pengujian Setelah Memasukkan Data	55
4.10 <i>Form</i> Pengujian dengan Hasil Prediksi	56
4.11 Perbandingan Hasil Prediksi dengan Target Tahun 2015	58
4.12 Fluktuasi Nilai MAPE Hasil Prediksi Tahun 2015	58
4.13 Perbandingan Hasil Prediksi dengan Target Tahun 2016	60
4.12 Fluktuasi Nilai MAPE Hasil Prediksi Tahun 2016	60



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Desain <i>Form</i> Halaman Depan dengan Propertinya.....	68
2 Desain <i>Form</i> Pelatihan dengan Propertinya.....	69
3 Desain <i>Form</i> Pengujian dengan Propertinya.....	70
4 Kode Program <i>Form</i> Halaman Depan.....	71
5 Kode Program <i>Form</i> Pelatihan	74
6 Kode Program <i>Form</i> Pengujian	80



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Prediksi merupakan hal penting yang digunakan untuk mengetahui kejadian di masa mendatang dengan mengenali pola kejadian di masa lampau. Dengan mengetahui kejadian yang akan terjadi membuat setiap orang lebih mempersiapkan segala sesuatu, baik untuk kehidupan manusia maupun harta benda yang dimiliki. Prediksi adalah salah satu pemanfaatan dari teknologi *data mining*. Menurut Daryl Pregibon dalam Prasetyo (2014: 1), *data mining* adalah campuran dari statistik, kecerdasan buatan dan riset basis data yang masih berkembang.

Seiring dengan perkembangan teknologi, maka berbagai model prediksi juga mengalami kemajuan yang cukup pesat. Jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk memprediksi karena memiliki kemampuan meneliti dan mengenali pola data historis. Penerapan jaringan syaraf di bidang peramalan dan prediksi berada di hampir semua studi ilmiah dari tahun terakhir karena memiliki akurasi yang lebih baik dari model statistik dan matematika, selain itu jaringan syaraf tiruan memiliki keluwesan, baik dalam perancangan maupun penggunaannya (Sharma & Nijhawan, 2015: 65).

Fausett (1994: 3) mengatakan bahwa Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan

jaringan syaraf biologi. Jaringan syaraf tiruan terinspirasi oleh otak manusia di mana neuron saling interkoneksi secara non-linier. Neuron merupakan elemen pengolahan jaringan syaraf tiruan. Setiap neuron menerima *input*, memproses *input* tersebut kemudian mengirimkan hasilnya berupa sebuah *output*.

Penelitian ini menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* karena kesederhanaan dan kinerjanya biasanya baik. Algoritma *backpropagation* mempunyai cara kerja dengan menyesuaikan bobot yang saling terhubung antara neuron untuk mencapai kesalahan minimum antara keluaran hasil prediksi dengan keluaran yang nyata (Lee & Choi, 2013: 2943). Selain itu jaringan syaraf tiruan *backpropagation* memiliki kelebihan lain dibandingkan jaringan syaraf tiruan lainnya yaitu jaringan syaraf tiruan *backpropagation* menggunakan pelatihan terawasi. Jaringan syaraf disebut terawasi jika *output* yang diharapkan sudah diketahui sebelumnya (Park & Kang, 2006: 2578). Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* berisi metode pelatihan *backpropagation* yang sangat umum, yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah di banyak area dan dapat ditemukan di hampir setiap bidang.

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas tanaman sayuran dataran rendah yang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Di Indonesia tanaman bawang merah telah lama diusahakan oleh petani sebagai usahatani komersial. Meskipun demikian, adanya permintaan dan kebutuhan bawang merah yang terus meningkat setiap tahunnya belum dapat diikuti oleh peningkatan produksinya. Serangan hama tanaman merupakan salah satu kendala

yang sering dihadapi dalam budidaya bawang merah (Ambarwati dan Yudono, 2003: 2).

Hama yang sering menyerang tanaman bawang merah adalah hama ulat bawang yang memiliki nama latin *Spodopetra exigua*. Hama ini ditemukan hampir di seluruh sentra produksi bawang merah. Kerusakan yang ditimbulkan bervariasi dari 3,8% sampai 100% tergantung pengelolaan budidaya bawang merah (Nurjanani & Ramlan, 2008: 165). Hama seperti makhluk hidup lainnya perkembangannya dipengaruhi oleh faktor iklim baik secara langsung maupun tidak langsung di antaranya suhu, curah hujan, kelembaban udara dan fotoperiodisitas. Keragaman iklim dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi dan penyebaran serangga sehingga dalam kurun waktu singkat dapat menimbulkan ledakan populasi serangga hama tertentu (Wiyono, 2007). Dampak secara langsung misalnya, hujan deras dapat mencuci kutu daun dari tanaman inangnya, sedangkan dampak secara tidak langsung, dapat meningkatkan kelembaban udara sehingga mendukung pertumbuhan populasi hama.

Banyak penelitian yang telah dihasilkan mengenai penggunaan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Adapun penelitian terkait dengan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yaitu pada penelitian yang dilakukan Lee & Choi (2013), mengenai tentang prediksi kebangkrutan sebuah usaha diperoleh akurasi hasil pengujian 81,43%. Penelitian lain mengenai jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dilakukan oleh Khusniyah & Sutikno (2016), prediksi nilai tukar petani menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* didapat tingkat akurasi sebesar 99,39%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jaringan syaraf tiruan *backpropagation* menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi sehingga baik dalam melakukan prediksi. Melihat kondisi tersebut, maka diusulkan suatu penelitian yang mampu melakukan prediksi luas area serangan hama tanaman bawang menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* sehingga pengendalian hama dapat diantisipasi dengan baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dalam memprediksi luas area serangan hama tanaman bawang di Kabupaten Brebes?
2. Bagaimana tingkat akurasi prediksi luas area serangan hama tanaman bawang di Kabupaten Brebes menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*?

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan penelitian ini tidak terlalu meluas, maka penulis mencantumkan pembatasan masalah sebagai berikut.

1. Jenis hama bawang yang dimaksud dalam penelitian ini adalah ulat bawang (*Spodopetra exigua*).
2. Daerah sampel yang dimaksud pada penelitian ini adalah Kabupaten Brebes.

3. Prediksi luas area serangan hama pada tanaman bawang di Kabupaten Brebes dibantu dengan *software* matlab r2009a.
4. Data variabel cuaca yang digunakan dalam penelitian ini yaitu suhu maksimum, suhu minimum, kelembaban udara, dan curah hujan pada wilayah sekitar Kabupaten Brebes yang diambil dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Semarang, Jawa Tengah.
5. Luas area serangan hama yang digunakan dalam penelitian ini adalah luas area serangan hama bawang di Kabupaten Brebes yang diambil dari Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) Jawa Tengah.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengimplementasikan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dalam memprediksi luas area serangan hama tanaman bawang di Kabupaten Brebes.
2. Mengetahui tingkat akurasi prediksi luas area serangan hama tanaman bawang di Kabupaten Brebes menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai media dalam mengembangkan ilmu pengetahuan teknologi pada bidang jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.

2. Sebagai bahan acuan bagi mahasiswa, terutama bagi yang ingin melakukan penelitian sejenis, juga menambah khasanah perpustakaan yang akan berguna bagi pembaca.
3. Sebagai alternatif dalam memprediksi luas area serangan hama bawang yang digunakan untuk mengantisipasi serangan hama.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mengetahui gambaran isi skripsi ini, maka penulis membuat sistematika penulisan skripsi. Secara garis besar penulisan skripsi ini terdiri dari tiga bagian.

1. Bagian awal yang berisi dari halaman judul, pernyataan, persetujuan, pengesahan, motto dan persembahan, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.
2. Bagian utama skripsi terdiri dari tiga bab, yaitu:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan dalam pembuatan skripsi.

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang dasar teori yang berhubungan dengan topik skripsi. Dasar teori yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini meliputi, jaringan syaraf tiruan *backpropagation*, dan prediksi.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tahapan dari penelitian, yaitu studi literatur, pengolahan data, dan pembuatan aplikasi prediksi luas area serangan hama dengan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang implementasi jaringan syaraf tiruan *backpropagation* pada prediksi luas area serangan hama serta simulasi aplikasi prediksi luas area serangan hama dengan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dan pembahasan hasil prediksi.

BAB V: PENUTUP

Bab ini berisi tentang simpulan yang diambil berkaitan dengan penelitian yang dilakukan dan saran untuk pengembangan algoritma agar lebih baik.

3. Bagian akhir dari skripsi ini berisi daftar pustaka dan lampiran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut Siang (2009: 2), Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. Jaringan syaraf tiruan dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa:

- a. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron).
- b. Sinyal dikirimkan di antara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung.
- c. Penghubung antar-neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
- d. Untuk menentukan *output*, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlah *input* yang diterima. Besarnya *output* ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang (*threshold*).

Pada prinsipnya jaringan syaraf tiruan merupakan suatu program komputer yang dibuat berdasarkan cara kerja jaringan biologi otak manusia. Dilihat dari segi fungsi, jaringan syaraf tiruan diciptakan untuk merancang suatu komputer yang dapat difungsikan untuk melakukan proses pembelajaran dari suatu contoh kejadian. Sedangkan dari struktur rancangan, jaringan syaraf tiruan merupakan suatu rancangan alat penghitung yang ditujukan untuk dapat melakukan serupa

dengan apa yang dikerjakan oleh jaringan biologi otak manusia. Beberapa istilah yang dalam jaringan syaraf tiruan yang sering digunakan adalah sebagai berikut (Hermawan, 2006: 46).

- a. Bobot adalah nilai matematis dari sebuah koneksi antar neuron.
- b. Fungsi aktivasi merupakan fungsi yang digunakan untuk menentukan nilai keluaran.
- c. Fungsi aktivasi sederhana digunakan untuk mengalikan *input* dengan bobotnya dan kemudian menjumlahkannya (disebut penjumlahan sigma) berbentuk linier atau tidak linier dan sigmoid.
- d. *Input* adalah sebuah nilai *input* akan diproses menjadi nilai *output*.
- e. *Output* merupakan solusi dari nilai *input*.
- f. Lapisan tersembunyi (*hidden layer*) adalah lapisan yang tidak secara langsung berinteraksi dengan dunia luar. Lapisan ini memperluas kemampuan jaringan syaraf tiruan dalam menghadapi masalah-masalah yang kompleks.
- g. Neuron atau *node* atau unit yaitu sel syaraf tiruan yang merupakan elemen pengolahan jaringan syaraf tiruan. Setiap neuron menerima *input*, memproses *input* tersebut kemudian mengirimkan hasilnya berupa sebuah *output*.

2.1.1 Konsep Dasar Jaringan Syaraf Tiruan

Pada umumnya jaringan syaraf tiruan memiliki dua lapisan, yaitu *input layer* dan *output layer*. Tetapi pada perkembangannya, adapula jaringan syaraf tiruan yang memiliki satu lapisan lagi yang terletak di antara *input layer* dan *output layer*, lapisan ini disebut *hidden layer*. Menurut

Kusumadewi (2003: 12), berikut penjelasan mengenai komponen jaringan syaraf tiruan.

1. *Input Layer*

Input layer berisi *node-node* yang masing-masing menyimpan sebuah nilai masukan yang tidak berubah pada fase latih dan hanya bisa berubah jika diberikan nilai masukan baru. *Node* pada lapisan ini tergantung pada banyaknya *input* dari suatu pola.

2. *Hidden Layer*

Lapisan ini tidak pernah muncul sehingga dinamakan *hidden layer*. Akan tetapi semua proses pada fase pelatihan dan fase pengenalan dijalankan di lapisan ini. Jumlah lapisan ini tergantung dari arsitektur yang akan dirancang, tetapi pada umumnya terdiri dari satu lapisan *hidden layer*.

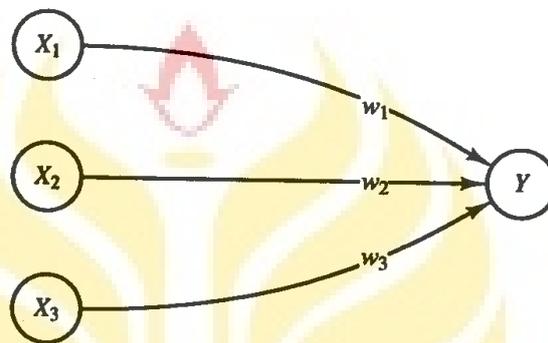
3. *Output Layer*

Output layer berfungsi untuk menampilkan hasil perhitungan sistem oleh fungsi aktivasi pada *hidden layer* berdasarkan *input* yang diterima.

2.1.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Arsitektur jaringan dan algoritma pelatihan sangat menentukan model-model jaringan syaraf tiruan. Arsitektur tersebut gunanya untuk menjelaskan arah perjalanan sinyal atau data di dalam jaringan. Sedangkan algoritma pelatihan menjelaskan bagaimana bobot koneksi harus diubah agar pasangan *input-output* yang diinginkan dapat tercapai. Dalam setiap perubahan nilai bobot koneksi dapat dilakukan dengan berbagai cara,

tergantung pada jenis algoritma pelatihan yang digunakan. Dengan mengatur besarnya nilai bobot ini diharapkan bahwa kinerja jaringan dalam mempelajari berbagai macam pola yang dinyatakan oleh setiap pasangan *input-output* akan meningkat. Sebagai contoh, perhatikan neuron Y pada Gambar 2.1.



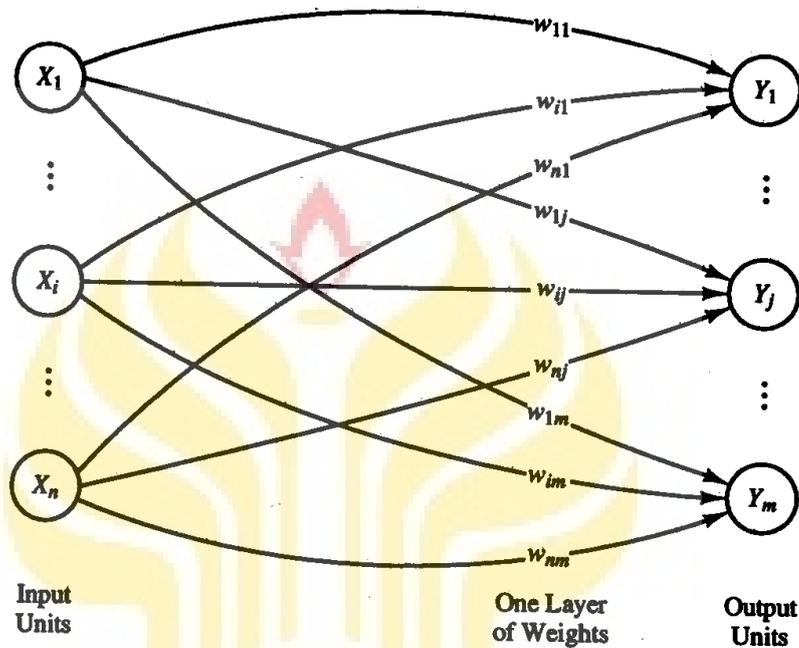
Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Gambar 2.1 memperlihatkan sebuah sel syaraf tiruan sebagai elemen penghitung. Simpul y menerima masukan dari neuron x_1 , x_2 , dan x_3 dengan bobot hubungan masing-masing adalah w_1 , w_2 , dan w_3 . Argumen fungsi aktivasi adalah *net* masukan (kombinasi *linear* masukan dan bobotnya). Ketiga sinyal simpul yang ada dijumlahkan $net = x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3$. Besarnya sinyal yang diterima oleh y mengikuti fungsi aktivasi $y = f(net)$. Apabila nilai fungsi aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan. Nilai fungsi aktivasi (*output* model jaringan) juga dapat dipakai sebagai dasar untuk merubah bobot.

Arsitektur jaringan syaraf tiruan digolongkan menjadi tiga model (Fausett, 1994: 13).

2.1.2.1 Jaringan Lapisan Tunggal (Single Layer Network)

Dalam jaringan ini, sekumpulan *input* neuron dihubungkan langsung dengan sekumpulan *output*-nya seperti yang ditunjukkan Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Arsitektur *Single layer network*

Keterangan:

x_1, x_2, x_3 : Nilai *input* ke 1 sampai n .

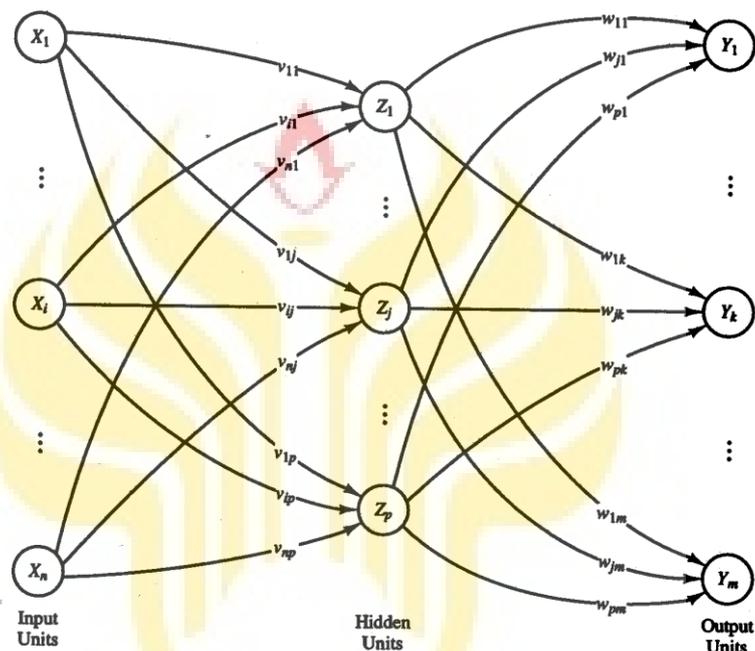
y_1, y_2 : Nilai *output* hasil pembangkitan nilai *input* oleh suatu fungsi aktivasi.

w_i : Bobot atau nilai.

Gambar 2.2 memperlihatkan bahwa arsitektur *single layer network* dengan n buah *input* (x_1, x_2, x_3) dan m buah *output* (y_1, y_2). Dalam jaringan ini semua unit *input* dihubungkan dengan semua unit *output*. Tidak ada unit *input* yang dihubungkan dengan unit *input* lainnya dan unit *output*-pun demikian.

2.1.2.2 Jaringan Lapisan Jamak (Multilayer Network)

Multilayer network merupakan perluasan dari *layer* tunggal. Dalam jaringan ini, selain *input* dan *output*, ada unit-unit lain (sering disebut *hidden layer*). Arsitektur *multilayer network* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Arsitektur Multilayer network

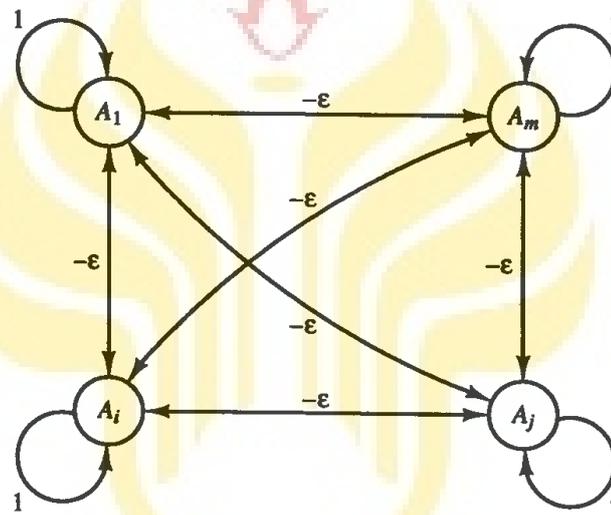
Keterangan:

- x_1, x_i, x_n : Nilai *input* ke 1 sampai n .
 z_1, z_2 : Nilai dari neuron *hidden layer*.
 y : Nilai *output* hasil pembangkitan nilai *input* oleh suatu fungsi aktivasi.
 v_i, w_j : Bobot atau nilai.

Penjelasan dari Gambar 2.3 yaitu jaringan dengan n buah unit *input* (x_1, x_2, x_3), sebuah *hidden layer* yang terdiri dari p buah unit (z_1, z_2) dan m buah *output* (y). *Multilayer network* dapat menyelesaikan masalah yang lebih kompleks dibandingkan dengan *layer* tunggal, meskipun kadangkala proses pelatihan lebih kompleks dan lama.

2.1.2.3 Jaringan Lapisan Kompetitif (*Competitive Layer Network*)

Model jaringan *competitive* mirip dengan *single layer network* ataupun *multilayer network*. Hanya saja, ada neuron *output* yang memberikan sinyal pada unit *input* (sering disebut *feedback loop*). Dengan kata lain, sinyal mengalir dua arah, yaitu maju dan mundur. Gambar 2.4 merupakan arsitektur dari *competitive network*.



Gambar 2.4 Arsitektur *Competitive Layer Network*

2.1.3 Metode Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Ada beberapa cara berlangsungnya pembelajaran atau pelatihan jaringan syaraf tiruan (Fausett, 1994: 15), yaitu:

2.1.3.1 Pembelajaran Terawasi (*Supervised Learning*)

Pada metode ini setiap pola yang diberikan ke dalam jaringan syaraf tiruan telah diketahui *output*-nya. Dalam pembelajaran terawasi, terdapat sejumlah data yang digunakan untuk melatih jaringan hingga mencapai nilai bobot yang diinginkan. Data-data tersebut berfungsi sebagai guru atau

representasi dari sekumpulan sampel data yang digunakan untuk melatih jaringan hingga mencapai nilai yang diinginkan. Pada setiap kali pelatihan, suatu unit masukan diberikan ke jaringan, setelah itu akan diproses oleh jaringan sehingga dihasilkan sebuah *output*. Nilai selisih antara pola *output* aktual (*output* yang dihasilkan) dengan pola *output* yang dikehendaki (*output* target) yang disebut *error* digunakan untuk mengoreksi bobot jaringan syaraf tiruan sehingga jaringan syaraf tiruan mampu menghasilkan *output* sedekat mungkin dengan pola target yang telah diketahui oleh jaringan syaraf tiruan, contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini adalah: *Hebbian*, *Perceptron*, *ADALINE*, *Backpropagation*.

2.1.3.2 Pembelajaran Tak Terawasi (*Unsupervised Learning*)

Pada metode ini, tidak memerlukan target *output*. Pada metode ini tidak dapat ditentukan hasil seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun dalam suatu *range* tertentu tergantung pada nilai *input* yang diberikan. Tujuan pembelajaran ini adalah mengelompokkan unit-unit yang hampir sama dalam suatu area tertentu. Pembelajaran ini biasanya sangat cocok untuk klasifikasi pola. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini adalah: *Competitive*, *Kohonen*, *LVQ (Learning Vector Quantization)*.

2.1.4 Fungsi Aktivasi

Dalam jaringan syaraf tiruan, fungsi aktivasi dipakai untuk menentukan *output* suatu neuron. Beberapa fungsi aktivasi yang sering dipakai dalam jaringan syaraf tiruan adalah sebagai berikut (Siang, 2009: 26).

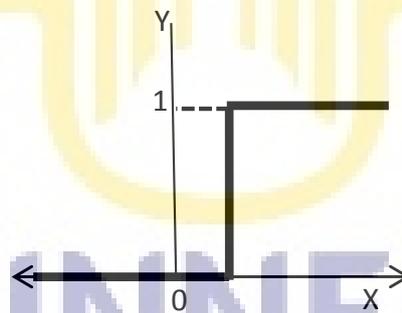
2.1.4.1 Fungsi *threshold* (batas ambang)

Fungsi *threshold* atau kadang disebut fungsi *heaviside* dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$f(x) = 1, \text{ jika } x \geq a$$

$$f(x) = 0, \text{ jika } x < a$$

Gambar 2.5 memperlihatkan fungsi aktivasi *threshold* biner.



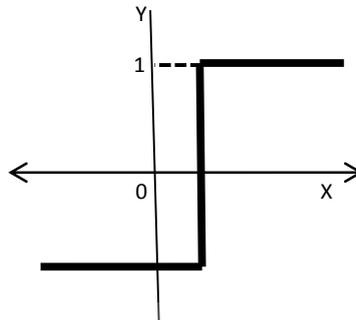
Gambar 2.5 Fungsi Aktivasi *Threshold* Biner
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Untuk beberapa kasus, fungsi *threshold* yang dibuat tidak berharga 0 atau 1, tapi berharga -1 atau 1 (sering disebut bipolar). Fungsinya berubah menjadi

$$f(x) = 1, \text{ jika } x \geq a$$

$$f(x) = -1, \text{ jika } x < a$$

fungsi aktivasi *threshold* biner diilustrasikan pada Gambar 2.6

Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi *Threshold* Bipolar

2.1.4.2 Fungsi Sigmoid

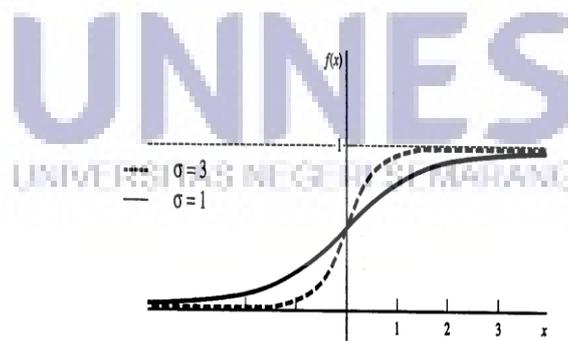
Fungsi sigmoid sering dipakai karena nilai fungsinya yang terletak antara 0 dan 1 dan dapat diturunkan dengan mudah, fungsi sigmoid biner dirumuskan sebagai

$$f_1(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

dengan turunan

$$f_1(x) = f_1(x)(1 - f_1(x))$$

Gambar 2.7 memperlihatkan fungsi aktivasi sigmoid biner.



Gambar 2.7 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner

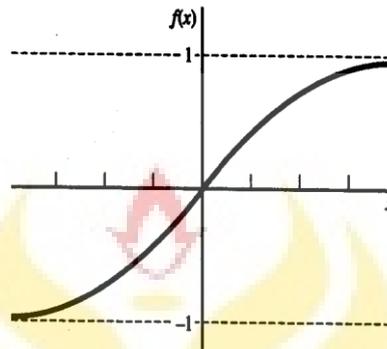
Selain sigmoid biner, sigmoid bipolar juga sering digunakan dan memiliki *range* (-1, 1) yang dirumuskan sebagai

$$f_2(x) = 2f_1(x) - 1$$

dengan turunan

$$f_2(x) = \frac{1}{2}(1 + f_2(x))(1 - f_2(x))$$

fungsi aktivasi sigmoid bipolar diilustrasikan pada Gambar 2.8.



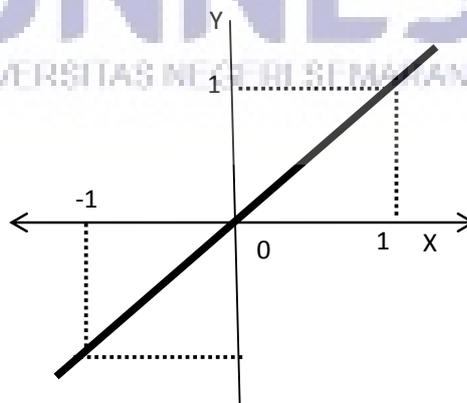
Gambar 2.8 Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar

2.1.4.3 Fungsi Identitas

Fungsi identitas sering dipakai apabila kita menginginkan *output* jaringan berupa sembarang bilangan riil (bukan hanya pada *range* [0,1] atau [-1, 1] dengan definisi sebagai

$$f(x) = x$$

ilustrasi fungsi aktivasi identitas terdapat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Fungsi Aktivasi Identitas

2.1.5 Kelebihan dan Kelemahan Jaringan Syaraf Tiruan

Sebagai alat pemecah masalah, jaringan syaraf tiruan memiliki kelebihan dan kekurangan, beberapa keunggulan dari jaringan syaraf tiruan adalah sebagai berikut.

- a. Mampu memecahkan masalah yang sukar disimulasikan dengan menggunakan teknik analitikal logika seperti teknologi *software* standar.
- b. Mampu memahami data yang dimasukkan meskipun data tersebut tidak lengkap (*incomplete data*) atau terkena gangguan (*noisy data*).
- c. Jaringan syaraf tiruan memiliki kelebihan yang sulit diciptakan dengan pendekatan simbolik/*logical* dari teknik tradisional kecerdasan buatan, yaitu bahwa jaringan syaraf tiruan mampu belajar dari pengalaman.
- d. Hemat biaya dan lebih nyaman bila dibandingkan dengan keharusan untuk menulis program seperti *software* standar. Hal ini dikarenakan pada jaringan syaraf tiruan, yang harus dilakukan adalah melatih jaringan untuk belajar dengan cara memasukkan data set yang berisikan sekumpulan kasus ke dalam jaringan.
- e. Jaringan syaraf tiruan terbuka untuk digabungkan dengan teknologi lain untuk menghasilkan sistem hibrida yang memiliki kemampuan memecahkan masalah dengan sangat baik. Misalnya jaringan syaraf tiruan dengan sistem pakar, dengan logika samar (*fuzzy*), dan dengan algoritma genetika, atau diintegrasikan dengan *database*.

Selain memiliki banyak kelebihan, jaringan syaraf tiruan juga memiliki beberapa kelemahan, seperti:

- a. Jaringan syaraf tiruan kurang sesuai digunakan untuk aritmatika dan pengolahan data.
- b. Jaringan syaraf tiruan masih membutuhkan campur tangan penguji untuk memasukkan pengetahuan dan menguji data.
- c. Belum ditemukan metode paling efektif dalam merepresentasikan data *input*, memilih arsitektur yang sesuai, menentukan jumlah neuron dan juga menentukan jumlah lapisan. Cara yang digunakan sampai dengan saat ini adalah dengan *trial* dan *error*.
- d. Jaringan syaraf tiruan kurang dapat mendeskripsikan mengenai hasil. Untuk aplikasi dimana aturan-aturan penjelasan adalah hal penting, misalnya penolakan aplikasi pinjaman bank, mungkin jaringan syaraf tiruan bukan merupakan saran yang tepat untuk menjelaskan. Sebaliknya jika diutamakan hasil, misalnya prediksi pola-pola pasar saham, maka jaringan syaraf tiruan adalah saran yang tepat.

2.1.6 Backpropagation

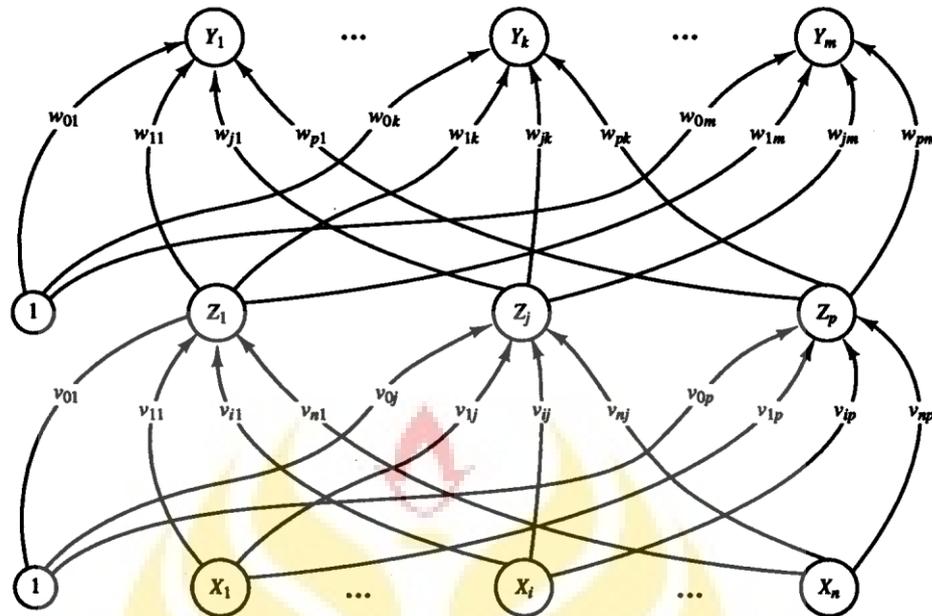
Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran terawasi yang paling banyak digunakan. *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan mengenali pola yang digunakan selama *training* serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola *input* yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan (Siang, 2009: 97).

Di dalam jaringan *backpropagation*, setiap unit yang berada di *input layer* berhubungan dengan setiap unit yang ada di *hidden layer*. Setiap unit yang ada di *hidden layer* terhubung dengan setiap unit yang ada di *output layer*. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*). Ketika jaringan ini diberikan pola *input* sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit *hidden layer* untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit di *output layer*. Kemudian unit-unit *output layer* akan memberikan respon sebagai *output* jaringan syaraf tiruan. Saat hasil *output* tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka *output* akan disebarkan mundur (*backward*) pada *hidden layer* kemudian dari *hidden layer* menuju *input layer*.

2.1.6.1 Arsitektur Backpropagation

Jaringan *backpropagation* terdiri atas beberapa *layer* yaitu *layer input* dengan n buah neuron (ditambah sebuah bias), *hidden layer* yang terdiri atas p neuron (ditambah sebuah bias), serta m buah *output* yang masing-masing neuron pada suatu *layer* terhubung penuh dengan masing-masing neuron pada *layer* di atasnya atau di bawahnya, kecuali pada bias hanya terkoneksi penuh dengan neuron *layer* di atasnya (Fausett, 1994: 290) seperti yang diperlihatkan oleh arsitektur *backpropagation* pada Gambar 2.10.

Pada Gambar 2.10 menunjukkan jaringan yang memiliki s *input layer* x , *hidden layer* z dan *output layer* y , serta pemberian nilai bias, yaitu suatu masukkan dengan nilai tetap sama yaitu 1.



Gambar 2.10 Arsitektur *Backpropagation*

Seperti yang terlihat pada Gambar 2.10, v_{ji} merupakan bobot garis dari *input layer* x_i ke *hidden layer* z_j (v_{j0} merupakan bobot garis yang menghubungkan bias di *input layer* ke *hidden layer* z_j). w_{kj} merupakan bobot dari *hidden layer* z_j ke *output layer* y_k (w_{k0} merupakan bobot dari bias di *hidden layer* ke *output layer* z_k).

2.1.6.2 Fungsi Aktivasi dalam *Backpropagation*

Dalam *backpropagation*, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat, yaitu kontinu, terdiferensial dengan mudah, dan merupakan fungsi yang tidak turun (Siang, 2009: 99). Fungsi yang sering dipakai dalam aktivasi *backpropagation* adalah fungsi sigmoid biner yang memiliki *range* (0, 1).

$$f_1(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

dengan turunan

$$f_1'(x) = f_1(x)(1 - f_1(x))$$

Fungsi lain yang sering dipakai adalah fungsi sigmoid bipolar yang bentuk fungsinya mirip dengan fungsi sigmoid biner, tapi dengan *range* (-1, 1).

$$f_2(x) = 2f_1(x) - 1$$

dengan turunan

$$f_2'(x) = \frac{1}{2}(1 + f_2(x))(1 - f_2(x))$$

2.1.6.3 Algoritma Backpropagation

Prasetyo (2014: 96) menyatakan bahwa, banyak algoritma pelatihan yang tersedia, tetapi yang paling populer adalah *backpropagation*. Metode ini disulkan pertama kali pada tahun 1969 (Bryson and Ho, 1969), tetapi kemudian diabaikan karena komputasi yang berat. Pada pertengahan 1980-an, algoritma ini kembali dibahas. Cara pelatihan yang dilakukan algoritma *backpropagation* sama dengan *perceptron*.

Dalam pelatihan metode *backpropagation* terdapat tiga fase. Fase pertama adalah fase maju yaitu ketika jaringan menghitung data *output*, fase kedua adalah fase mundur jika ada *error* (perbedaan antara target *output* yang diinginkan dengan nilai *output* yang didapatkan), dan fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk mengurangi *error* yang dihasilkan jaringan.

Menurut Siang (2009: 102), algoritma pelatihan untuk jaringan dengan satu *hidden layer* (dengan fungsi aktivasi sigmoid biner) adalah sebagai berikut.

Langkah 0. Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.

Langkah 1. Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah 2-9.

Langkah 2. Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3-8.

Fase I: Propagasi Maju.

Langkah 3. Tiap *input layer* ($x_i, i = 1, 2, \dots, n$) menerima sinyal masukan x_i dan meneruskannya ke *hidden layer*.

Langkah 4. Hitung semua *output* di *hidden layer* $z_j (j=1, 2, \dots, p)$.

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

Aplikasikan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluaran

$$z_j = f(z_in_j) = \frac{1}{1 + e^{-z_in_j}}$$

Kirim sinyal ke semua *output layer*

Langkah 5. Hitung semua *output* di *output layer* $y_k (k=1, 2, \dots, m)$

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}$$

Aplikasikan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluaran

$$y_k = f(y_in_k) = \frac{1}{1 + e^{-y_in_k}}$$

Fase II: Propagasi Mundur.

Langkah 6. Hitung faktor δ pada *output layer* berdasarkan kesalahan di setiap *output layer* $y_k (k=1, 2, \dots, m)$.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k)$$

δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot *layer* di bawahnya (langkah 7).

Hitung suku perubahan bobot w_{kj} (yang akan dipakai untuk merubah bobot w_{jk}) dengan laju percepatan α .

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j; \quad (k=1,2,\dots,m; j=0,1,\dots,p)$$

Hitung perubahan bias (yang akan dipakai untuk merubah bobot w_{0k})

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k; \quad (k=1,2,\dots,m)$$

Dan kirimkan δ_k ke *layer* di bawahnya

Langkah 7. Hitung faktor δ pada *hidden layer* berdasarkan kesalahan di setiap unit *hidden layer* z_j ($j=1,2,\dots,p$).

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}$$

Faktor δ *hidden layer*:

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j (1-z_j)$$

Hitung perubahan bobot v_{ij} (yang dipakai nanti untuk merubah bobot v_{ij})

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i; \quad (j=1,2,\dots,p; i=0,1,\dots,n)$$

Fase III: Perubahan Bobot.

Langkah 8. Hitung semua perubahan bobot.

Perubahan bobot garis yang menuju ke *output layer*.

$$w_{jk} (\text{baru}) = w_{jk} (\text{lama}) + \Delta w_{jk}, \quad (k=1,2,\dots,m; j=0,1,\dots,p)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke *hidden layer*.

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (j = 1, \dots, ; i = 1, 2, \dots, n)$$

Langkah 9. Proses pelatihan berhenti.

Setelah pelatihan selesai dilakukan, jaringan dapat dipakai untuk pengenalan pola. Dalam hal ini, hanya propagasi maju (langkah 4 dan 5) saja yang dipakai untuk menentukan *output* jaringan. Apabila fungsi aktivasi yang dipakai bukan sigmoid biner, maka langkah 4 dan 5 harus disesuaikan. Demikian juga turunannya pada langkah 6 dan 7.

Dalam beberapa kasus pelatihan yang dilakukan memerlukan iterasi yang banyak sehingga membuat proses pelatihan menjadi lama. Untuk mempercepat iterasi dapat dilakukan dengan parameter α atau laju pemahaman. Nilai α terletak antara 0 dan 1 ($0 \leq \alpha \leq 1$). Jika harga α semakin besar, maka iterasi yang dipakai semakin sedikit. Hal ini menyebabkan pola yang sudah benar menjadi rusak sehingga pemahaman menjadi lambat. Proses pelatihan yang baik dipengaruhi pada pemilihan bobot awal karena bobot awal sangat memengaruhi apakah jaringan mencapai titik minimum lokal atau global, dan seberapa cepat konvergensinya. Oleh karena itu, dalam standar *backpropagation*, bobot dan bias diisi dengan bilangan acak kecil dan biasanya bobot awal diinisialisasi secara *random* dengan nilai antara -0,5 sampai 0,5 (atau -1 sampai 1 atau interval yang lainnya).

2.2 Prediksi

2.2.1 Peramalan (*Forecasting*)

Forecasting merupakan prediksi nilai-nilai sebuah variabel berdasarkan nilai-nilai sebuah variabel tersebut (Makridakis dkk, 1999: 9). Prediksi dapat digunakan untuk memperkirakan suatu kejadian atau peristiwa pada waktu yang akan datang berdasarkan pola data lampau yang dianalisis secara ilmiah. Model prediksi berkaitan dengan pembuatan sebuah model yang dapat melakukan pemetaan dari setiap himpunan variabel ke setiap targetnya, kemudian menggunakan model tersebut untuk memberikan nilai target pada himpunan baru yang didapat.

Menurut Prasetyo (2014: 5), ada dua model prediksi yaitu klasifikasi dan regresi. Klasifikasi digunakan untuk variabel target diskret, sedangkan regresi digunakan untuk variabel target kontinu. Dalam melakukan prediksi dengan jumlah luas area serangan hama pada bulan ketiga itu termasuk regresi karena untuk mendapatkan luas area serangan hama bulan ketiga harus mendapatkan luas area serangan hama bulan kedua dan untuk mendapatkan luas area serangan hama bulan kedua harus mengetahui luas area serangan hama bulan pertama. Dalam hal ini ada nilai seri waktu (*time series*) yang harus dihitung untuk sampai pada target akhir yang diinginkan dan ada nilai kontinu yang harus dihitung untuk mendapatkan nilai target akhir yang diinginkan.

Time series adalah pengamatan pada suatu variabel dari waktu lampau dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu dengan periode yang

tetap. Pada umumnya pencatatan ini dilakukan dalam periode tertentu misalnya harian, bulanan, tahunan dan sebagainya, sedangkan analisis *time series* adalah suatu metode kuantitatif untuk menentukan pola data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur. Jika telah menemukan pola data tersebut, maka dapat digunakan untuk peramalan di masa mendatang.

2.2.2 Teknik Peramalan

Peramalan dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Peramalan bersifat kualitatif artinya tidak berbentuk angka. Sedangkan, peramalan yang bersifat kuantitatif berbentuk angka dan biasanya dinyatakan dalam bentuk bilangan.

2.2.2.1 Metode kualitatif

Model kualitatif berupaya memasukkan faktor-faktor subjektif dalam model prediksi, contohnya hasil pemikiran intuitif, perkiraan, dan pengetahuan yang telah didapat. Metode kualitatif dibagi menjadi dua bagian (Makridakis dkk, 1999: 10) yaitu:

a) Metode Eksploratoris

Dimulai dengan masa lalu dan masa kini sebagai titik awalnya dan bergerak ke arah masa depan secara heuristik, seringkali dengan melihat semua kemungkinan yang ada.

b) Metode Normatif

Dimulai dengan menetapkan sasaran dan tujuan yang akan datang, kemudian bekerja mundur untuk melihat apakah hal ini dapat dicapai berdasarkan kendala, sumber daya dan teknologi yang tersedia.

2.2.2.2 Metode kuantitatif

Metode kuantitatif dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi berikut (Makridakis dkk, 1999: 8).

- a. Tersedia informasi tentang masa lalu.
- b. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik.
- c. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut dimasa mendatang.

Metode kuantitatif dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Metode Deret Berkala (*Time Series*)

Metode deret berkala berarti peramalan masa depan akan bergantung kepada nilai seluruh variabel masa lalu ataupun kesalahan yang dilakukan sebelumnya. Tujuan dari metode ini adalah meneliti pola data yang dipakai untuk meramal dan melakukan ekstapolasi ke masa depan.

Metode ini menggunakan *time series* sebagai dasar peramalan data aktual masa lalu yang akan diramalkan untuk mengetahui pola data yang diperlukan dalam menentukan metode peramalan yang sesuai.

Metode-metode prediksi yang menggunakan *time series* yaitu: Metode *Smoothing*, Metode *Box-Jenkins*, Metode Perkiraan dengan Regresi

2. Metode Kausal

Metode ini adalah metode yang mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel bebas. Metode-metode peramalan dengan kausalitas yaitu: Metode Regresi dan Korelasi, Metode Ekonometrika.

2.2.3 Ukuran Akurasi Peramalan

Validasi metode peramalan terutama dengan menggunakan metode-metode di atas tidak dapat lepas dari indikator dalam pengukuran akurasi peramalan. Bagaimanapun juga terdapat sejumlah indikator dalam pengukuran kesesuaian suatu metode peramalan. Dalam banyak hal, ketepatan (akurasi) menunjukkan seberapa jauh model peramalan mampu memproses data yang telah diberikan (Makridakis dkk, 1999: 39).

2.2.3.1 Ukuran Statistik Standar

Jika X_i merupakan data aktual untuk periode i dan F_i adalah hasil peramalan untuk periode yang sama, maka kesalahan didefinisikan sebagai

$$e_i = X_i - F_i$$

Jika terdapat nilai aktual dan ramalan untuk n periode waktu, maka akan terdapat n buah kesalahan. Terdapat beberapa ukuran statistik standar (Makridakis dkk, 1999: 40).

a. Mean Error (ME)

Mean Error (ME) adalah rata-rata kesalahan meramal dengan menghitung kesalahan dengan banyaknya data.

$$ME = \sum_{i=1}^n e_i/n$$

Keterangan:

ME = rata-rata kesalahan

e_i = kesalahan peramalan

n = banyaknya data

b. *Mean Absolute Error* (MAE)

Mean Absolute Error (MAE) adalah rata-rata absolute dari kesalahan meramal, tanpa menghiraukan tanda positif atau negatif.

$$\text{MAE} = \sum_{i=1}^n |e_i|/n$$

Keterangan:

MAE = rata-rata absolut kesalahan

$|e_i|$ = nilai absolut dari kesalahan peramalan

n = banyaknya data

c. *Sum Of Squared Error* (SSE)

Sum Of Squared Error (SSE) adalah penjumlahan dari kuadrat kesalahan.

$$\text{SSE} = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

d. *Mean Squared Error* (MSE)

Mean Squared Error (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi.

$$\text{MSE} = \sum_{i=1}^n e_i^2/n$$

Tujuan optimalisasi statistik seringkali dilakukan untuk memilih suatu model agar nilai MSE minimal, tetapi ukuran ini mempunyai

dua kelemahan. Pertama ukuran ini menunjukkan pencocokkan (*fitting*) suatu model terhadap data historis. Pencocokan seperti ini tidak selalu mengimplikasikan peramalan yang baik. Suatu model yang terlalu cocok (*over fitting*) dengan deret data berarti sama dengan memasukkan unsur random sebagai bagian proses bangkitan, adalah sama buruknya dengan dengan tidak berhasil mengenai pola non acak dalam data. Kekurangan kedua dalam MSE sebagai ukuran ketepatan model adalah berhubungan dengan kenyataan bahwa metode berbeda akan menggunakan prosedur yang berbeda pula dalam fase pencocokan.

2.2.3.2 Ukuran-ukuran Relatif

Keterbatasan MSE sebagai suatu ukuran ketepatan peramalan, membuat diusulkannya ukuran-ukuran alternatif, yang diantaranya menyangkut kesalahan persentase (Makridakis dkk, 1999: 42). Terdapat tiga ukuran yang sering digunakan.

a. *Percentage Error* (PE)

Percentage Error (PE) adalah persentase dari kesalahan peramalan.

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) (100)$$

Keterangan:

PE_t = persentase kesalahan periode ke- t

X_t = Nilai data periode ke- t

F_t = Nilai ramalan periode ke- t

b. *Mean Percentage Error (MPE)*

Mean Percentage Error (MPE) adalah rata-rata dari persentase kesalahan hasil peramalan.

$$\text{MPE} = \sum_{t=1}^n \text{PE}_t/n$$

Keterangan:

MPE = rata-rata persentase kesalahan

PE_t = persentase kesalahan pada periode ke-t

n = banyaknya data

c. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata kesalahan persentase absolute dari suatu peramalan.

$$\text{MAPE} = \sum_{t=1}^n |\text{PE}_t|/n$$

Keterangan:

MAPE = rata-rata absolut persentase kesalahan

$|\text{PE}_t|$ = nilai absolut dari persentase kesalahan peramalan

n = banyaknya data

Karena keterbatasan MSE sebagai ukuran ketepatan peramalan, maka dipakai ukuran alternatif sebagai salah satu indikasi ketepatan dalam peramalan, yaitu MAPE.

2.2.4 Tahapan Peramalan

Tahap-tahap dalam melakukan peramalan adalah:

- a. Menentukan tujuan dari peramalan.
- b. Mencari dan menentukan teori yang relevan.
- c. Pengumpulan data yang digunakan untuk meramal.
- d. Menentukan metode peramalan yang digunakan.
- e. Analisis data.
- f. Pengestimasian model sementara.
- g. Pengevaluasian model dan revisi model.
- h. Penyajian ramalan sementara.
- i. Pembuatan revisi peramalan.

2.3 Penelitian Terkait

Penelitian ini dikembangkan dari beberapa referensi yang mempunyai keterkaitan dengan metode penelitian. Penggunaan referensi ini ditujukan untuk memberikan batasan-batasan terhadap metode dan sistem yang nantinya akan dikembangkan lebih lanjut. Berikut uraian dari beberapa referensi tersebut.

Amin dkk (2012) melakukan penelitian tentang Sistem Deteksi Dini Hama Wereng Batang Coklat Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Penelitian ini membahas tentang prediksi kemunculan dari hama menggunakan algoritma *backpropagation* dengan tingkat akurasi yang didapat pada pelatihan dan pengujian sistem sebanyak 86,46%.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh (Lee & Choi, 2013) dengan judul *A multi-industry bankruptcy prediction model using back-propagation neural network and multivariate discriminant analysis*. Pada kesimpulan dari jurnal menyatakan bahwa akurasi prediksi *backpropagation* 81,43% lebih besar dari akurasi *multivariate discriminant analysis* yaitu sebesar 74,82%.

Gorashi & Abdullah (2012) melakukan penelitian dengan judul *Prediction of Water Quality Index Using Back-propagation Network Algorithm. Case Study: Gombak River*. Penelitian membahas tentang memprediksi kualitas air sungai menggunakan metode *backpropagation* dengan data yang digunakan pada penelitian adalah data delapan tahun kualitas air sungai gombak. Pada penelitian ini didapat kesalahan terbaik 0,65.

Penelitian lain mengenai metode *backpropagation* ialah jurnal internasional dengan judul *Diabetes Detection Using Artificial Neural Networks & Back-propagation Algorithm*. Penelitian ini ditulis oleh (Divya dkk, 2013). Beberapa parameter yang digunakan pada penelitian ini ialah jumlah kehamilan, glukosa, BP, lipatan kulit, insulin, indeks massa tubuh, silsilah dan usia. Didapat hasil pengujian dengan *root mean of squared errors* (RMSE) sebanyak 0,019%.

Khusniyah & Sutikno (2016) telah menyelesaikan penelitian yang berjudul *Prediksi Nilai Tukar Petani Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan *backpropagation* memiliki hasil yang sangat baik dengan rata-rata error sebesar 0,61% atau tingkat akurasi mencapai 99,39%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, E. and Yudono, P., 2003. Keragaan Stabilitas Hasil Bawang Merah The Performance of Yield Stability of Shallot. *Ilmu Pertanian*, 10(2): 1-10.
- Amin, S., Alamsyah & Muslim, M. A. 2012. Sistem Deteksi Dini Hama Wereng Batang Coklat Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *UNNES Journal of Mathematics*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang, 1(2): 118-123.
- Divya, M. S., Chhabra, R., Kaur, S. & Ghosh, S. 2013. Diabetes Detection using Artificial Neural Networks & Back-Propagation Algorithm. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2(1): 9-11.
- Fausett, L. 1994. *Fundamental of Neural Network, Architecture, Algorithms, and Applications*. Prentice Hall.
- Gorashi, F. & Abdullah, A. 2012. Prediction of Water Quality Index Using Back-propagation Network Algorithm. Case Study: Gombak River. *Journal of Engineering Science and Technology*, 7(4): 447-461.
- Hartono, A. F., Dwijanto & Abidin, Z. 2012. Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation sebagai Sistem Pengenalan Citra Daging sebagai Upaya Mengenali Daging Sapi Asli dan Daging Sapi Palsu di Pasar Tradisional Kota Semarang. *UNNES Journal of Mathematics*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang, 1(2): 124-130.
- Hermawan, A. 2006. *Jaringan Syaraf Tiruan, Teori, dan Aplikasi*. Yogyakarta: ANDI.
- Khusniyah, T. W & Sutikno. 2016. Prediksi Nilai Tukar Petani Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. *Scientific Journal of Informatics*, 3(1), 11-18.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intellegent*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lee, S., & Choi, W. S. (2013). A Multi-Industry Bankruptcy Prediction Model using Back-Propagation Neural Network and Multivariate Discriminant Analysis. *Expert Systems with Applications*, 40(8): 2941-2946.

- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Mc Gee, V. E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan* (2nd ed). Translated by Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith. Jakarta: Erlangga.
- Nurjanani dan Ramlan, 2008. Pengendalian Hama Spodoptera Exigua Hubn. untuk Meningkatkan Produktivitas Bawang Merah pada Lahan Sawah Tadah Hujan di Jeneponto, Sulawesi Selatan. *Jurnal Pengkajian dan pengembangan Teknologi Pertanian*, 11 (2): 164-170.
- Park, J. M. & Kang, H. T. 2007. Prediction of Fatigue Life for Spot Welds using Back-Propagation Neural Networks. *Materials and Design* 28: 2577–2584.
- Prasetyo, E. 2014. *Data Mining: Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI.
- Sharma, A. & Nijhawan, G. 2015. Rainfall Prediction Using Neural Network. *International Journal of Computer Science Trends and Technology*, 3(3): 65-69.
- Siang, J. J. 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: ANDI.
- Wiyono S. 2007. *Perubahan iklim dan Ledakan Hama dan Penyakit Tanaman*. Makalah disampaikan pada seminar keanekaragaman hayati ditengah perubahan iklim: Tantangan masa depan Indonesia, diselenggarakan oleh Kehati jakarata 28 juni 2007.