PERAMALAN PRODUKSI GULA PASIR MENGGUNAKAN *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM) PADA PG CANDI BARU SIDOARJO

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Iga Permata Siwi
NIM: 125150201111032

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGESAHAN

PERAMALAN PRODUKSI GULA PASIR MENGGUNAKAN *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM) PADA PG CANDI BARU SIDOARJO

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Iga Permata Siwi
NIM: 125150201111032

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
10 Agustus 2016
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Imam Cholissodin, S.Si, M.Kom	M. Tanzil Furqon, S.Kom, M.CompSc
NIK: 201201 850719 1 001	NIP: 19820930 200801 1 004

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP: 19710518 200312 1 001

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 10 Agustus 2016

Iga Permata Siwi

NIM: 125150201111032

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Peramalan Produksi Gula Pasir Menggunakan *Extreme Learning Machine* (ELM) pada PG Candi Baru Sidoarjo".

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada:

1. Bapak Imam Cholissodin, S.Si, M.Kom dan Bapak M. Tanzil Furqon, S.Kom, M.CompSc selaku dosen pembimbing skripsi yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Seluruh karyawan PG Candi Baru Sidoarjo terutama Bagian Pabrikasi yang telah membantu menyediakan data dan masukan bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Seluruh dosen Informatika/Ilmu Komputer Universitas Brawijaya atas ketersediaannya membagi ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
4. Seluruh civitas akademika Informatika/Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah banyak membantu dan memberi dukungan semangat bagi penulis selama penulis menempuh studi di Informatika/Ilmu Komputer Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
5. Keluarga Ir. Siswo Adiyanto, Eni Geswati, Ikko Permana Adhriyanto dan Iddo Trisakti Adiyanto atas segala nasihat, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta senantiasa mendoakan dan memberikan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.
6. Kadek Dwi Febriyanti, Kadek Putri Herlina, Nindynar Rikatsih, Ratna Pratiwi Saraswati, serta teman-teman Informatika/Ilmu Komputer Universitas Brawijaya angkatan 2012 lainnya atas dukungan, masukan dan semangat yang diberikan kepada penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak sangat dibutuhkan demi penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Malang, 10 Agustus 2016

Penulis

igapermatasiwi@gmail.com

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ABSTRAK

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok yang keberadaannya memegang peranan penting bagi masyarakat Indonesia. Selain itu gula juga menjadi salah satu yang dibutuhkan dalam suatu industri untuk dijadikan sebagai bahan baku seperti bahan baku untuk pembuatan tepung, makanan, serta industri pengolahan dan pengawetan makanan. Kebutuhan akan gula yang semakin meningkat didukung oleh gaya hidup masyarakat terutama dalam konsumsi sehari-hari. Akan tetapi, kenaikan konsumsi gula ini tidak diikuti dengan kenaikan tingkat produksi yang ada. Memperkirakan permintaan konsumen di masa datang dengan membuat perencanaan produksi selalu menjadi tantangan bagi suatu industri. Hal ini membuat peramalan memiliki peranan penting. Perencanaan yang efektif dan efisien harus didukung oleh sistem peramalan yang akurat. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis membuat sistem peramalan produksi gula dengan menerapkan metode *Extreme Learning Machine* (ELM). Metode ini merupakan salah satu metode pembelajaran baru dari jaringan syaraf tiruan. Hasil uji coba dalam penelitian ini menunjukkan bahwa metode ELM memiliki nilai *error* yang baik diukur dengan tingkat kesalahan *Mean Absolute Precentage Error* (MAPE). Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai MAPE terbaik sebesar 0.74% dengan menggunakan perbandingan jumlah data *training* dan *testing* sebanyak 80% : 20%, *range input weight* [-1;1], jumlah *neuron* pada *hidden layer* sebanyak 12 dan menggunakan analisis fundamental.

Kata Kunci : Gula, Produksi Gula, Peramalan, *Extreme Learning Machine.*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ABSTRACT

Sugar is one of the principal whose existance hold an important role for the Indonesian people. Other than that, sugar is also one that is needed in an industry to be used as raw materials such as raw materials for the manufacture of flour, meal, as well as industrial processing and food preservation. Demand for sugar is increasing supported by people's lifestyles, especially in daily consumption. However, the increase in sugar consumption is not accompanied by any increase in production levels. Estimating future consumer demand by make production planning has always been a challenge for an industry. This makes forecasting has an important role. Effective planning and efficient must be supported by accurate forecasting system. Therefore, in this study the authors make sugar production forecasting system by applying the method of Extreme Learning Machine (ELM). This method is one of the new learning method of the neural network. The trial results in this study show that this method has the good value error measured of ELM using Mean Precentage Absolute Error (MAPE). Based on the test result obtained that the best error MAPE is 0.74% by using a comparison of the amount of training and testing data as much as 80% : 20%, range input weight [-1;1], the number of neurons hidden layer is 12 and by using data of fundamental analysis.

Keywords : *Sugar, Sugar Production, Forecasting, Extreme Learning Machine.*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

PENGESAHAN ii
PERNYATAAN ORISINALITAS iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR PERSAMAAN xiii
DAFTAR KODE PROGRAM xiv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Manfaat 3
1.5 Batasan Masalah 3
1.6 Sistematika Pembahasan 3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN 5
2.1 Kajian Pustaka 5
2.2 Gula 8
2.2.1 Definisi Gula 8
2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Gula 8
2.3 Produksi Gula 10
2.4 Peramalan (*Forecasting*) 11
2.4.1 Jenis-Jenis Peramalan 12
2.4.2 Pola Data Peramalan 13
2.5 Jaringan Syaraf Tiruan (JST) 15
2.5.1 Model Jaringan Syaraf Tiruan 15
2.5.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan 16
2.6 *Extreme Learning Machine* (ELM) 17
2.6.1 Cara Kerja Metode ELM 18

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.7 Normalisasi Data 21
2.8 Denormalisasi Data 21
2.9 Nilai Evaluasi 21
BAB 3 METODOLOGI 23
3.1 Tahapan Penelitian 23
3.2 Studi Literatur 24
3.3 Pengumpulan Data 24
3.4 Analisa Kebutuhan dan Perancangan 24
3.4.1 Deskripsi Umum Sistem 24
3.4.2 Analisa Kebutuhan Sistem 25
3.4.3 Perancangan Sistem 25
3.5 Implementasi Sistem 25
3.6 Pengujian dan Analisis Sistem 26
3.7 Penarikan Kesimpulan 26
BAB 4 PERANCANGAN 27
4.1 Formulasi Permasalahan 27
4.2 Arsitektur Perancangan Sistem 29
4.3 Diagram Alir Sistem 29
4.3.1 Normalisasi 30
4.3.2 Proses *Training* 32
4.3.3 Proses *Testing* 46
4.4 Perhitungan Manual 51
4.5 Perancangan *User Interface* 57
4.5.1 Perancangan Halaman *Load* Data 58
4.5.2 Perancangan Halaman Bobot 58
4.5.3 Perancangan Halaman Normalisasi 59
4.5.4 Perancangan Halaman *Training* 60
4.5.5 Perancangan Halaman *Testing* 60
4.5.6 Perancangan Halaman Evaluasi 61
4.6 Perancangan Uji Coba dan Evaluasi 62
4.6.1 Pengujian Variasi Fitur Data 62
4.6.2 Pengujian *Range Input Weight* 62

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.6.3 Pengujian Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing* 63
4.6.4 Pengujian Jumlah *Neuron* 63
BAB 5 IMPLEMENTASI 65
5.1 Implementasi Sistem 65
5.1.1 Implementasi Proses Normalisasi Data 65
5.1.2 Implementasi Proses Perhitungan Keluaran *Hidden Layer* dengan Fungsi Aktivasi 66
5.1.3 Implementasi Proses Perhitungan Matriks *Moore-Penrose Pseudo Inverse* 67
5.1.4 Implementasi Proses Perhitungan *Output Weight* 70
5.1.5 Implementasi Proses Perhitungan *Output* Peramalan 70
5.1.6 Implementasi Proses Denormalisasi Data 71
5.1.7 Implementasi Proses Perhitungan Nilai MAPE 71
5.2 Implementasi *User Interface* 72
5.2.1 Implementasi Halaman *Load* Data 72
5.2.2 Implementasi Halaman Normalisasi 73
5.2.3 Implementasi Halaman *Training* 73
5.2.4 Implementasi Halaman *Testing* 74
5.2.5 Implementasi Halaman Evaluasi 74
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS 76
6.1 Hasil dan Analisa Uji Coba Variasi Fitur Data 76
6.2 Hasil dan Analisa Uji Coba *Range Input Weight* 77
6.3 Hasil dan Analisa Uji Coba Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing* 79
6.4 Hasil dan Analisa Uji Coba Jumlah *Neuron* 81
BAB 7 PENUTUP 84
7.1 Kesimpulan 84
7.2 Saran 84
DAFTAR PUSTAKA 85
LAMPIRAN A DATA PRODUKSI GULA PG CANDI BARU SIDOARJO PERIODE 2010-2015 87
LAMPIRAN B HASIL *RANDOM INPUT WEIGHT* 94
LAMPIRAN C VISUALISASI HASIL PENGUJIAN 123

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka 5
Tabel 2.2 Luas Areal, Produksi Tebu dan Rendemen Gula 9
Tabel 4.1 Data Analisis Fundamental Produksi Gula PG Candi Baru Sidoarjo 28
Tabel 4.2 Nilai *Maximum* dan *Minimum* 51
Tabel 4.3 Normalisasi Data 51
Tabel 4.4 Matriks Nilai *Input Weight* 52
Tabel 4.5 Matriks Keluaran *Hidden Layer* (*H*) Proses *Training* 53
Tabel 4.6 Matriks Fungsi Aktivasi 53
Tabel 4.7 *Transpose* Matriks Keluaran *Hidden Layer* Proses *Training* 54
Tabel 4.8 Perkalian Matriks 54
Tabel 4.9 *Inverse* Matriks 55
Tabel 4.10 Matriks *Moore-Penrose Pseudo Inverse* 55
Tabel 4.11 Matriks *Output Weight* 55
Tabel 4.12 Matriks Keluaran *Hidden Layer* (H) Proses *Testing* 56
Tabel 4.13 Matriks Fungsi Aktivasi 56
Tabel 4.14 Matriks Nilai Hasil Peramalan 56
Tabel 4.15 Denormalisasi Data *Testing* 57
Tabel 4.16 Nilai MAPE Proses *Testing* 57
Tabel 4.17 Rancangan Pengujian Variasi Fitur Data 62
Tabel 4.18 Rancangan Pengujian *Range Input Weight* 63
Tabel 4.19 Pengujian Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing* 63
Tabel 4.20 Rancangan Pengujian Jumlah *Neuron* pada *Hidden Layer* 64
Tabel 6.1 Hasil Uji Coba Variasi Fitur Data 76
Tabel 6.2 Hasil Uji Coba *Range Input Weight* 78
Tabel 6.3 Hasil Uji Coba Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing* .. 79
Tabel 6.4 Hasil Uji Coba Jumlah *Neuron* pada *Hidden Layer* 82

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Data *Trend* 13
Gambar 2.2 Pola Data Siklus 14
Gambar 2.3 Pola Data Musiman 14
Gambar 2.4 Pola Data Horizontal 14
Gambar 2.5 Struktur *Neuron* Jaringan Syaraf Tiruan 15
Gambar 2.6 Struktur *Single Layer Network* 16
Gambar 2.7 Struktur *Multi Layer Network* 17
Gambar 2.8 Struktur Metode *Extreme Learning Machine* 18
Gambar 2.9 Ilustrasi Fungsi *Sigmoid Biner* dengan range (0,1) 19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 23
Gambar 4.1 Arsitektur Perancangan Sistem 29
Gambar 4.2 Diagram Alir Sistem 30
Gambar 4.3 Diagram Alir Normalisasi Data 32
Gambar 4.4 Diagram Alir Proses *Training* 33
Gambar 4.5 Diagram Alir Keluaran *Hidden Layer* dengan Fungsi Aktivasi 36
Gambar 4.6 Diagram Alir Fungsi Transpose Matriks 37
Gambar 4.7 Diagram Alir Proses Perkalian Matriks 38
Gambar 4.8 Diagram Alir Perhitungan Fungsi Aktivasi 39
Gambar 4.9 Diagram Alir *Moore-Penrose Pseudo Inverse* 41
Gambar 4.10 Diagram Alir *Inverse* Matriks 44
Gambar 4.11 Diagram Alir *Output Weight* 45
Gambar 4.12 Diagram Alir Proses *Testing* 47
Gambar 4.13 Diagram Alir *Output* Peramalan 48
Gambar 4.14 Diagram Alir Denormalisasi Data 49
Gambar 4.15 Diagram Alir Evaluasi Hasil 50
Gambar 4.16 Perancangan Halaman *Load* Data 58
Gambar 4.17 Perancangan Halaman Bobot 59
Gambar 4.18 Perancangan Halaman Normalisasi 59
Gambar 4.19 Perancangan Halaman *Training* 60
Gambar 4.20 Perancangan Halaman *Testing* 61
Gambar 4.21 Perancangan Halaman Evaluasi 61

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 5.1 Implementasi Halaman *Load* Data 73
Gambar 5.2 Implementasi Halaman Normalisasi 73
Gambar 5.3 Implementasi Halaman *Training* 74
Gambar 5.4 Implementasi Halaman *Testing* 74
Gambar 5.5 Implementasi Halaman Evaluasi 75
Gambar 6.1 Grafik Nilai MAPE Pengujian Variasi Fitur Data 77
Gambar 6.2 Grafik Pengujian *Range Input Weight* 78
Gambar 6.3 Grafik Nilai MAPE Pengujian Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing* 80
Gambar 6.4 Grafik Waktu Eksekusi Pengujian Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing* 81
Gambar 6.5 Grafik Nilai MAPE Pengujian Jumlah *Neuron* 82
Gambar 6.6 Grafik Waktu Eksekusi Pengujian Jumlah *Neuron* 83

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Model Matematis ELM 19
Persamaan 2.2 Keluaran Hidden Layer 19
Persamaan 2.3 Fungsi Aktivasi *Sigmoid Biner* 19
Persamaan 2.4 *Moore-Penrose Pseudo Inverse* 20
Persamaan 2.5 *Output Weight* 20
Persamaan 2.6 Matriks *Output Weight* 20
Persamaan 2.7 Matriks Target 20
Persamaan 2.8 *Output* Peramalan 21
Persamaan 2.9 Normalisasi Data 21
Persamaan 2.10 Denormalisasi Data 22
Persamaan 2.11 Nilai Evaluasi MAPE 22

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Proses Normalisasi Data..... 65
Kode Program 5.2 Proses Keluaran *Hidden Layer* dengan Fungsi Aktivasi..... 66
Kode Program 5.3 Proses Perhitungan Matriks *Moore-Penrose Pseudo Inverse*. 68
Kode Program 5.4 Proses Perhitungan *Output Weight* 69
Kode Program 5.5 Proses Perhitungan *Output* Peramalan 69
Kode Program 5.6 Proses Denormalisasi Data..... 70
Kode Program 5.7 Proses Perhitungan Nilai MAPE 71

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok yang keberadaannya memegang peranan penting bagi masyarakat Indonesia. Selain itu gula juga menjadi salah satu yang dibutuhkan dalam suatu industri untuk dijadikan sebagai bahan baku seperti bahan baku untuk pembuatan tepung, makanan, serta industri pengolahan dan pengawetan makanan. Kebutuhan akan gula yang semakin meningkat didukung oleh gaya hidup masyarakat terutama dalam konsumsi sehari-hari. Permintaan konsumsi gula akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia. Kenaikan konsumsi gula ini tidak diikuti dengan kenaikan tingkat produksi gula yang ada. Sehingga untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan gula yang terus meningkat membuat Indonesia menjadi negara pengimpor gula setiap tahunnya.

PG Candi Baru merupakan industri pengolahan gula yang berlokasi di Sidoarjo. PG Candi Baru merupakan perusahaan penghasil gula SHS I (*Superior Hooft Suiker*) atau Gula Kristal Putih I (GKP). Untuk menghasilkan GKP berkualitas baik perlu ditunjang dari bahan baku yang digunakan yaitu tebu. Apabila tebu yang digunakan berkualitas baik maka GKP yang dihasilkan juga berkualitas baik serta ditunjang dari proses produksi yang dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa mutu bahan baku menjadi salah satu faktor penting di dalam pabrik gula untuk menunjang kelancaran proses produksi dalam menghasilkan gula berkualitas tinggi. Di dalam masa giling setiap tahunnya, hasil produksi gula yang dihasilkan oleh PG Candi Baru cenderung mengalami naik turun, sedangkan permintaan akan gula terus mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Perubahan ini dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, sehingga memperkirakan permintaan konsumen di masa datang dengan membuat perencanaan produksi perlu dilakukan bagi suatu industri. Hal ini membuat peramalan memiliki peranan penting.

Perencanaan produksi adalah aktivitas untuk menetapkan produk yang diproduksi, jumlah yang dibutuhkan, kapan produk tersebut harus selesai dan sumber-sumber yang dibutuhkan. Dalam kegiatan memproduksi gula, PT PG Candi Baru sudah melakukan perencanaan produksi untuk dapat mengoptimalkan strategi produksi. Namun perencanaan produksi ini masih dilakukan secara manual. Hal ini memungkinkan dalam memberikan kesalahan prediksi yang tinggi karena proses perencanaan produksi dilakukan berdasarkan subjektif yaitu dengan memperkirakan target produksi selanjutnya dengan menaikkan atau menurunkan target dari hasil produksi yang didapatkan sebelumnya. Dengan kemajuan teknologi saat ini, penulis bermaksud merancang sistem terkait prediksi untuk hasil produksi agar membantu mempermudah kinerja karyawan dalam pengambilan keputusan yang berhubungan dengan proses produksi.

Banyak metode telah dikemukakan untuk mendapatkan hasil ramalan yang akurat. Salah satunya adalah metode *Extreme Learning Machine* (ELM). ELM pertama kali diperkenalkan oleh Huang pada tahun 2004 (Huang, Zhu & Siew,

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2006) dimana ELM merupakan jaringan syaraf tiruan *feedforward* dengan satu *hidden layer* atau lebih dikenal dengan istilah *single hidden layer feedforward neural network* (SLFNs). Metode ELM memiliki kelebihan dalam *learning speed* serta mempunyai tingkat akurasi yang lebih baik dibanding dengan metode konvensional seperti *Moving Average* dan *Exponential Smoothing* sehingga dengan menerapkan ELM diharapkan mampu menghasilkan ramalan yang lebih efektif.

Terdapat beberapa penelitian yang membahas mengenai peramalan dengan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM). Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Irwin Dwi Agustina (2009) yang membandingkan kinerja metode ELM dengan metode peramalan konvensional *Moving Average* (MA) dan *Exponential Smoothing* (ES). Pada penelitian yang dilakukan Irwin menunjukkan bahwa ELM menghasilkan *output* peramalan dengan tingkat kesalahan MAPE (*Mean Absolute Precentage Error*) yang rendah dibanding dengan menggunakan metode MA dan ES. Selain itu *learning speed* yang dibutuhkan oleh ELM sangat singkat. *Output* dari ELM ditentukan oleh penentuan parameter seperti fungsi aktivasi dan jumlah *hidden neuron*. Penelitian kedua dilakukan oleh Delia Putri Fardani (2015) dimana dalam penelitiannya menerapkan metode ELM kedalam sistem pendukung keputusan dalam meramalkan jumlah pasien yang berkunjung di rumah sakit. Pada penelitian yang dilakukan Delia menunjukkan bahwa dengan ELM didapatkan hasil yang optimal dilihat dari nilai *error* MSE (*Mean Squared Error*) yang dicapai.

Berdasarkan paparan yang telah dijelaskan di atas, penulis mengusulkan penelitian peramalan produksi gula pasir menggunakan ELM pada PG Candi Baru Sidoarjo dengan harapan dapat memberikan peramalan yang baik untuk produksi gula yang akan dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dijadikan objek penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) untuk peramalan produksi gula?
2. Berapa tingkat kesalahan peramalan (*forecast error*) yang diukur dengan perhitungan MAPE (*Mean Absolute Precentage Error*) pada hasil peramalan produksi gula menggunakan *Extreme Learning Machine* (ELM)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini, antara lain:

1. Mengimplementasikan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) untuk peramalan produksi gula.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2. Mengetahui tingkat kesalahan peramalan (*forecast error*) yang diukur dengan perhitungan MAPE (*Mean Absolute Precentage Error*) pada hasil peramalan produksi gula menggunakan *Extreme Learning Machine* (ELM).

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui hasil ramalan produksi gula pada PG Candi Baru Sidoarjo agar dapat membantu karyawan dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan produksi gula, jumlah bahan baku, tenaga kerja, dan sebagainya.

1.5 Batasan Masalah

Berikut ini adalah batasan masalah dari penelitian ini:

1. Implementasi menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM).
2. Data yang digunakan didapatkan dari PG Candi Baru Sidoarjo pada masa giling periode 2010-2015.
3. Adapun parameter yang digunakan adalah jumlah lama giling, rendemen tebu, luas areal tanaman tebu, jumlah pekerja dan jumlah bahan baku yang digunakan.
4. Perhitungan nilai *forecast error* pada penelitian ini menggunakan MAPE (*Mean Absolute Precentage Error*).
5. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi aktivasi *sigmoid biner*.
6. Hasil akhir dari peramalan produksi gula ini tidak dibandingkan dengan metode peramalan lainnya.

1.6 Sistematika Pembahasan

Penyusunan penulisan ini berdasarkan sistematika sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Memuat sub bab latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistemetika pembahasan.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Membahas mengenai dasar teori yang berkaitan dengan obyek penelitian dengan memuat teori dari berbagai sumber pustaka terkait dengan teori dan metode yang digunakan dalam penelitian, seperti pengetahuan dasar tentang gula, faktor-faktor yang mempengaruhi produksi gula, peramalan (forecasting) dan metode ELM.

BAB 3 METODOLOGI

Membahas mengenai langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian serta penjelasan yang terdiri dari tahapan penelitian, studi literatur, pengumpulan data, analisa kebutuhan dan perancangan, implementasi sistem, pengujian dan analisa sistem serta penarikan kesimpulan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB 4 PERANCANGAN

Membahas mengenai proses perancangan sistem yang terdiri dari perancangan antarmuka, serta perancangan uji coba dan evaluasi.

BAB 5 IMPLEMENTASI

Menyajikan implementasi dari sistem sesuai dengan yang telah dirancang pada bab perancangan.

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Membahas tentang analisis dari sistem yang telah dikembangkan berdasarkan pada hasil peramalan.

BAB 7 PENUTUP

Menjelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian sistem dalam penelitian yang dilakukan serta saran yang membangun untuk dilakukan pengembangan penelitian ke depannya agar lebih baik.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini berisi kajian pustaka dan dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Dasar teori difokuskan pada gula sebagai objek penelitian, teori terkait peramalan serta *Extreme Learning Machine* (ELM) sebagai metode yang akan diimplementasikan dalam penelitian.

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka pada penelitian ini membahas penelitian sebelumnya mengenai topik-topik yang terkait dengan penelitian penulis. Kajian pustaka tersebut dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Obyek (Input)	Metode (Proses)	Hasil (Output)
1	*Extreme learning machine: Theory and applications*		*Extreme Learning Machine* (ELM)	Pada penelitian didapatkan bahwa ELM memiliki *learning speed* yang sangat cepat dan ELM memiliki kinerja yang lebih baik dibanding pembelajaran berbasis *gradien*t seperti *backpropagation*.
2	*Application of Extreme Learning Machine for Estimation of Wind Speed Distribution*	Kecepatan distribusi angin	*Extreme Learning Machine* (ELM)	Distribusi kecepatan angin merupakan hal khusus dalam evaluasi energi angin. Penelitian ini menggunakan metode ELM untuk memperoleh nilai bentuk (k) dan skala (c) dari kecepatan angin dengan efisiensi dan akurasi yang baik.
3	Sistem Pendukung Keputusan Peramalan Jumlah Kunjungan Pasien Menggunakan Metode *Extreme*	Jumlah kunjungan pasien	*Extreme Learning Machine* (ELM)	Pada penelitian ini didapatkan nilai *error* MSE terbaik yaitu sebesar 0.027 pada fungsi aktivasi *sigmoid biner* dan jumlah *hidden layer* sebanyak 7 unit.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

No	Judul	Obyek (Input)	Metode (Proses)	Hasil (Output)
	Learning Machine (Studi Kasus: Poli Gigi RSU Dr. Wahidin Sudiro Husodo, Mojokerto)			
4	Penerapan Metode *Extreme Learning Machine* untuk Peramalan Permintaan	Data produksi kaos dan pin	*Extreme Learning Machine* (ELM)	ELM menghasilkan nilai MAPE yang rendah disbanding metode peramalan konvensional seperti *Moving Average* dan *Exponential* Smoothing. Pada penelitian ini, *output* dari ELM ditentukan oleh penentuan parameter seperti fungsi aktivasi dan jumlah *hidden neuron*.
5	Peramalan Produksi Gula Pasir Menggunakan *Extreme Learning Machine* (ELM) pada PG Candi Baru Sidoarjo	Data jumlah produksi gula	*Extreme Learning Machine* (ELM)	Penelitian yang diusulkan ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kinerja metode *Extreme Learning Machine* dalam kasus peramalan produksi gula pasir pada PG Candi Baru Sidoarjo. Hasil keluaran dari penelitian ini berupa nilai peramalan produksi gula dan tingkat *error* yang dihasilkan yang diukur dengan *Mean Absolute Precentage Error* (MAPE).

Sumber : (Huang, dkk., 2005), (Shamshirband, dkk., 2015), (Fardani, 2015), (Agustina, at al., 2009).

Berdasarkan paparan dari referensi di atas, penulis menemukan beberapa hasil penelitian yang relevan untuk mendukung penelitian skripsi yang akan dilakukan penulis, antara lain: Huang *dkk.* (2005), dalam penelitiannya yang berjudul "*Extreme Learning Machine: Theory and Application*". Penelitian ini berfokus pada penjelasan dan penerapan mengenai metode ELM. Pada penelitian didapatkan beberapa kelebihan yang dimiliki oleh metode ELM, diantaranya: (1)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

leraning speed pada metode ELM sangat cepat. Fase pembelajaran pada ELM dapat diselesaikan dalam waktu hitungan detik atau bahkan kurang dari satu detik, (2) ELM memiliki kinerja yang lebih baik dibanding pembelajaran berbasis *gradient* seperti *backpropagation*, (3) ELM cenderung digunakan untuk mencapai solusi yang sederhana tanpa masalah. Pembelajaran pada ELM jauh lebih sederhana dibanding algoritma pembelajaran kebanyakan untuk jaringan syaraf *feedforward*, (4) berbeda dengan algoritma pembelajaran berbasis *gradient* yang hanya bekerja untuk satu fungsi aktivasi terdiferensisasi, ELM dapat digunakan untuk melatih SLFNs dengan banyak fungsi aktivasi yang tidak terdiferensiasi.

Penelitian kedua dilakukan oleh Shamshirband *dkk*. (2015) yang berjudul "*Application of Extreme Learning Machine for Estimation of Wind Speed Distribution*". Penelitian ini mengenai distribusi angin dimana energi angin merupakan salah satu sumber daya yang paling tepat digunakan untuk memasok kebutuhan energi dan memberikan dasar energi yang dibutuhkan bagi negara-negara. Pada penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai prediksi yang tepat dari dua parameter fungsi distribusi angin yang digunakan untuk menghitung potensi tenaga angin, yaitu bentuk (k) dan skala (c) dari fungsi *Weibull*. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa ELM sangat menjanjikan digunakan sebagai metode alternatif untuk menghasilkan nilai parameter bentuk dan skala fungsi *Weibull* dari proses pelatihan dan kemudian mewakili distribusi kecepatan angin. Selain itu, ELM yang dikembangkan memiliki banyak fitur yang membedakan dari algoritma berbasis gradien tradisional untuk pembelajaran jaringan syaraf *feedforward*. ELM memiliki *learning speed* yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan algoritma pembelajaran jaringan syaraf *feedforward* tradisional seperti algoritma *backpropagation*. Selain itu, ELM juga mampu menghasilkan nilai kesalahan terkecil.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Fardani (2015) yang berjudul "Sistem Pendukung Keputusan Peramalan Jumlah Kunjungan Pasien Menggunakan Metode *Extreme Learning Machine* (Studi Kasus: Poli Gigi RSU Dr. Wahidin Sudiro Husodo, Mojokerto)". Pada penelitian ini, evaluasi dilakukan dengan membandingkan data hasil ramalan dengan data aktual. Data yang digunakan adalah 116 data *testing* melalui uji coba berdasarkan fungsi aktivasi dan jumlah *hidden layer*. Hasil optimal didapat nilai MSE sebesar 0.027 dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner* dan jumlah *hidden layer* sebanyak 7 unit serta *epoch* 500.

Penelitian terakhir dilakukan oleh Agustina *dkk.* (2009) yang berjudul "Penerapan Metode *Extreme Learning Machine* untuk Peramalan Permintaan". Pada penelitian ini, *output* dari ELM ditentukan oleh penentuan parameter seperti fungsi aktivasi dan jumlah *hidden neuron*. Selain itu ELM menghasilkan *output* peramalan MAPE yang rendah dibandingkan dengan metode peramalan *Moving Average* dan *Exponential Smoothing*. Berdasarkan uji coba terhadap ELM dengan fungsi aktivasi dan jumlah *hidden neuron* yang berbeda. Didapatkan hasil yang optimal pada fungsi aktivasi *purelin* dengan jumlah *hidden neuron* lima untuk data kaos dan jumlah *hidden neuron* tiga untuk data pin. Hasil *output* peramalan pada penelitian ini berupa nilai *error* dengan tingkat kesalahan yang rendah yaitu MAPE

0.0042% pada produk kaos dan 0.0095% pada produk pin. Selain itu, *learning speed* yang dibutuhkan oleh ELM sangat singkat, yaitu rata-rata 0.0059 detik.

2.2 Gula

2.2.1 Definisi Gula

Gula merupakan suatu karbohidrat sederhana yang menjadi sumber energi utama dalam tubuh manusia serta menjadi salah satu kebutuhan pokok masyarakat yang paling banyak dicari. Keberadaan gula menjadi salah satu komoditi perdagangan utama yang paling banyak diperdagangkan dalam bentuk kristal sukrosa padat. Gula sebagai sukrosa diperoleh dari nira tebu, bit gula, atau aren. Proses untuk menghasilkan gula mencakup tahap ekstraksi (pemerasan) diikuti dengan pemurnian melalui distilasi (penyulingan).

2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Gula

Dalam pembuatan gula terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari produksi gula antara lain:

1. Bahan Baku Tebu

Tebu (*Saccharum offocinarum*) sebagai bahan baku utama industri gula di Indonesia merupakan tanaman yang efisien. Mulai dari pangkal sampai ujung batang tebu mengandung air gula dengan kadar mencapai 20%. Air gula inilah yang akan dibuat kristal-kristal gula atau gula pasir. Gula sebagai hasil proses asimilasi disimpan oleh tanaman di dalam cairan sel tebu, cairan ini yang disebut dengan nira.

2. Luas Areal (Tanah)

Lahan adalah tanah yang digunakan untuk usaha pertanian. Penggunaan lahan sangat tergantung pada keadaan dan lingkungan lahan berada (Mohar, 2004). Lahan merupakan bagian dari faktor produksi karena dijadikan sebagai sarana produksi. Luas lahan pertanian pun dijadikan sebagai sesuatu yang penting dalam proses produksi ataupun dalam usaha pertanian. Dalam usaha tani misalnya, penguasaan lahan sempit sudah pasti kurang efisien dibanding lahan yang lebih luas. Semakin sempit lahan usaha, semakin tidak efisien usaha tani yang dilakukan (Mohar, 2004). Dalam produksi gula, luas areal tebu mampu mempengaruhi jumlah produksi gula. Semakin luas areal yang ditanami tebu maka tebu yang dihasilkan banyak dan jumlah produksi gula semakin meningkat. Jumlah produksi tebu yang baik dan berkualitas tinggi dipengaruhi oleh penggunaan dan pemanfaatan lahan tebu yang efektif dan tepat, baik dari sistem pengairan dan jenis varietas tanaman tebu yang ditanam. Hal tersebut akan berpengaruh pada produksi gula yang dihasilkan yaitu gula dengan jumlah yang tinggi serta kualitas yang baik.

3. Rendemen Tebu

Rendemen tebu merupakan kandungan yang terdapat pada tebu. Rendemen yang dihasilkan oleh tebu dipengaruhi oleh keadaan tanaman dan proses

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

penggilingan di pabrik. Untuk mendapatkan rendemen yang tinggi, tanaman harus bermutu baik dan ditebang pada saat yang tepat serta harus diolah dengan baik (Napitupulu, 2013). Hubungan rendemen dengan gula sangat mempengaruhi, karena rendemen merupakan kandungan gula yang terdapat pada batang tebu dan dapat menentukan jumlah produksi gula yang dihasilkan. Semakin tinggi tingkat rendemen dalam tebu maka akan semakin tinggi pula jumlah gula yang dihasilkan. Berikut merupakan perkembangan luas areal, produksi tebu dan rendemen dalam negeri yang disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.2 Luas Areal, Produksi Tebu dan Rendemen Gula Periode Tahun 1996-2005

Tahun	Luas Areal (Ha)	Produksi Tebu (ton)	Rendemen (%)
1996	403.266,30	28.603,53	7,32
1997	385.669,00	27.953,84	7,83
1998	378.293,10	27.177,77	5,49
1999	340.800,10	21.401,83	6,96
2000	340.660,20	24.031,36	7,04
2001	344.441,30	25.186,25	6,85
2002	350.722,90	25.533,43	6,88
2003	335.724,60	22.631,11	7,21
2004	344.793,40	26.743,18	7.67
2005	381.785,80	31.139,27	7,2

Sumber : Dewan Gula Indonesia (2006)

Pada Tabel 2.4, dapat dilihat bahwa luas areal terbesar dicapai pada tahun 1996 yaitu 403.266,3 Ha dan terendah pada tahun 2003 yaitu 335.724,6 Ha. Produksi tebu terbanyak dicapai pada tahun 2005 yaitu sebanyak 31.139,27 ton, sedangkan rendemen terbesar dicapai pada tahun 1997 yaitu sebesar 7.83 % dan terendah sebesar 5.49 % pada tahun 1998.

4. Tenaga Kerja Manusia

Tenaga kerja merupakan pekerja yang membantu proses produksi pembuatan gula. Tenaga kerja pada PG Candi Baru dibedakan atas tiga bagian yaitu *staff*, *non-staff* dan pekerja PKWT (pekerja kontrak). Pekerja *staff* dan *non-staff* adalah pekerja tetap. Sedangakan pekerja PKWT adalah pekerja musiman dengan sistem kontrak, artinya hanya bekerja pada saat musim giling saja.

5. Lama Giling

Lama giling adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengolah tebu menjadi gula dalam satu musim giling. Lama giling juga dipengaruhi oleh faktor jam mesin. Apabila salah satu mesin yang digunakan mengalami kerusakan atau kemacetan maka akan menentukan lama giling. Proses giling yang efektif adalah ditentukan dari tersedianya bahan baku tebu dan mesin giling dalam produksi gula.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.3 Produksi Gula

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, gula menjadi salah satu komoditi strategis bagi perekonomian Indonesia. Kebutuhan gula nasional baik untuk konsumsi langsung rumah tangga maupun industri akan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Namun produksi gula di Indonesia semakin menurun dari tahun ke tahun sehingga mengakibatkan adanya kesenjangan antara produksi dan konsumsi gula nasional. Permintaan konsumsi gula akan terus meningkat seiring dengan pertambahan penduduk. Seiring dengan berjalannya waktu pasokan gula menjadi semakin terbatas dan semakin berkurang untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat sehingga perlu dilakukan impor.

Perubahan dalam produksi, konsumsi, harga dan pemasaran gula dapat mengundang timbulnya berbagai macam persoalan dalam masyarakat baik dari segi ekonomi maupun politik yang penyelesaiannya merupakan tanggung jawab pemerintah. Tahun 2003 pemerintah mencanangkan program swasembada gula. Salah satu cara untuk mengetahui kemampuan Indonesia dalam swasembada gula adalah dengan melakukan peramalan produksi dan konsumsi gula. Program Swasembada Gula dilaksanakan dengan 3 tahapan, yaitu :

1. Jangka Pendek (sampai dengan 2009), swasembada untuk memenuhi konsumsi langsung rumah tangga. Sedangkan kebutuhan gula untuk industri sepenuhnya dipasok dari gula impor
2. Jangka Menengah (2010-2014), produksi gula dalam negeri sudah dapat konsumsi gula dalam negeri, baik untuk konsumsi langsung rumah tangga, industri, dan sekaligus dapat menutup neraca perdagangan gula nasional
3. Jangka Panjang (2015-2025), difokuskan pada modernisasi industri berbasis tebu melalui pengembangan produk pendamping gula tebu (PPGT) yang memiliki nilai tambah.

Pada tahun 2014 kebutuhan gula nasional mencapai 5,7 juta ton. Kebutuhan gula tersebut terdiri atas 2,8 juta ton gula kristal putih (GKP) untuk konsumsi langsung masyarakat dan 2,9 juta ton gula kristal rafinasi (GKR) untuk memenuhi kebutuhan industri. Untuk memenuhi kebutuhan gula tersebut diupayakan melalui program Swasembada Gula Nasional. Untuk dapat mencapai target tersebut dilakukan secara bertahap dalam kurun waktu 2010 hingga 2014 dengan langkah-langkah intensifikasi untuk peningkatan produktivitas tebu diatas 87 ton per ha dan peningkatan mutu atau rendemen sebesar 8,5%. Peningkatan tersebut akan dapat dicapai jika ada kerjasama diantara seluruh aspek baik ditingkat *on-farm* maupun *off-farm*, meliputi sistem manajemen industri gula, rehabilitasi tanaman, penyediaan bibit bermutu, ketersediaan dana, ketersediaan pupuk, efisiensi manajemen tebang angkut dan rehabilitasi pabrik serta dukungan teknologi.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.4 Peramalan (*Forecasting*)

Dalam kehidupan sehari-hari, sering terjadi kesenjangan antara kebutuhan akan sesuatu hal di masa depan dengan peristiwa yang akan terjadi. Kesenjangan inilah yang menyebabkan pentingnya perencanaan dan peramalan. Peramalan juga dapat mempengaruhi proses pengambilan keputusan dalam kurun waktu beberapa jam, hari, bahkan tahunan sekalipun. Kemajuan ilmu pengetahuan telah mampu memberikan penjelasan yang teoritis, sehingga peramalan tidak hanya dianggap sebagai dugaan tanpa landasan yang kuat (Makridakis, 1999).

Teknik peramalan dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu metode kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif sendiri dapat dibagi menjadi deret berkala (*time series*) dan kausal, sedangkan metode kualitatif dibagi menjadi eksploratoris dan normative. Metode peramalan kuantitatif melakukan proses pembelajaran terhadap sejumlah data masa lalu dan sekarang untuk kemudian menjadi landasan dalam pengambilan keputusan di masa depan. Peramalan kuantitatif dapat diterapkan pada tiga kondisi berikut (Makridakis, 1999):

a. Tersedianya informasi masa lalu
b. Informasi masa lalu tersebut berupa data numerik
c. Dapat diasumsikan bahwa beberapa data di masa lalu akan terjadi secara berkesinambungan hingga masa depan

Untuk memberikan hasil peramalan yang akurat harus memperhatikan dua hal, yaitu (Makridakis, 1999):

a. Pengumpulan informasi berupa data-data terkait
b Pemilihan teknik peramalan yang tepat, baik secara kuantitatif atau kualitatif

Dengan kata lain peramalan (*forecasting*) bertujuan untuk mendapatkan peramalan yang dapat meminimumkan kesalahan dalam meramal (*forecast error*) yang biasanya diukur dengan *Mean Squared Error, Mean Absolute Precentage Error*, dan sebagainya (Subagyo, 1986). Ada beberapa jenis analisis peramalan yang dilakukan, diantaranya:

1. Analisis Teknikal

Peramalan ini menggunakan data historis untuk meramalkan nilai di masa yang akan datang dan kadang kala peramalan dilakukan hanya dengan pengamatan data tanpa menggunakan perhitungan statistik. Namun tidak jarang pula perhitungan statistik disertakan dalam ramalan. Jika data historis yang ada menampakkan pola yang *random*, maka peramalan teknis ini kurang begitu tepat untuk diterapkan. Peramalan secara teknikal ini juga terkadang kurang membantu untuk jangka waktu yang cukup lama walaupun secara umum peramalan teknikal memberikan konsistensi yang baik.

2. Analisis Fundamental

Peramalan fundamental dilakukan berdasarkan hubungan fundamental mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi produksi gula, antara lain bahan baku tebu, luas areal, rendemen tebu, dan lain sebagainya.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.4.1 Jenis-Jenis Peramalan

Peramalan dapat dibedakan dari beberapa segi yaitu dari segi jangka waktu, rencana operasi, dan metode/pendekatan peramalan. Ada 3 jenis ramalan dari segi jangka waktu, yaitu:

1. Peramalan Jangka Panjang

   Peramalan jangka panjang adalah peramalan yang dilakukan dalam jangka waktu lebih dari 24 bulan.

2. Peramalan Jangka Menengah

   Peramalan jangka menengah adalah peramalan yang dilakukan antara 3-24 bulan.

3. Peramalan Jangka Pendek

   Peramalan jangka pendek adalah peramlaan yang dilakukan dalam jangka waktu kurang dari 3 bulan.

Berdasarkan rencana operasi, peramalan dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1. Peramalan Ekonomi: membahas siklus bisnis dengan memprediksi tingkat inflasi dan indikator perencanaannya.
2. Peramalan Teknologi: berkaitan dengan tingkat kemajuan teknologi dan produk baru.
3. Peramalan Permintaan: berkaitan dengan proyeksi permintaan terhadap produk perusahaan. Ramalan ini disebut juga ramalan penjualan, yang mengarahkan produksi, kapasitas, dan sistem penjualan perusahaan.

Sedangkan berdasarkan dari metode/pendekatan ramalan dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Peramalan Kualitatif

   Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan pada data kualitatif. Hasil peramalan ini bergantung pada orang yang menyusunnya karena hasil peramalan ini ditentukan berdasarkan pendapat dan pengetahuan penyusunnya.

2. Peramalan Kuantitatif

   Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif. Hasil peramalan bergantung pada metode yang digunakan. Baik tidaknya metode peramalan dapat dilihat dari selisih antara hasil peramalan dengan kenyataan. Semakin kecil selisih antara hasil peramalan dengan kenyataan maka metode yang digunakan semakin baik. Sebaliknya, semakin besar selisih antara hasil peramalan dengan kenyataan maka metode yang digunakan semakin tidak baik. Peramalan kuantitatif dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

   a. Metode Deret Berkala (*Time Series*), yaitu metode peramalan yang didasarkan pada penggunaan analisa hubungan antar variabel yang

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

diperkirakan dengan variable waktu berkala (*time series*). Metode peramalan yang termasuk pada jenis ini adalah:

- Metode Pemulusan (*smoothing*)
- Metode Box Jenkins
- Metode Proyeksi *Trend* dengan Regresi

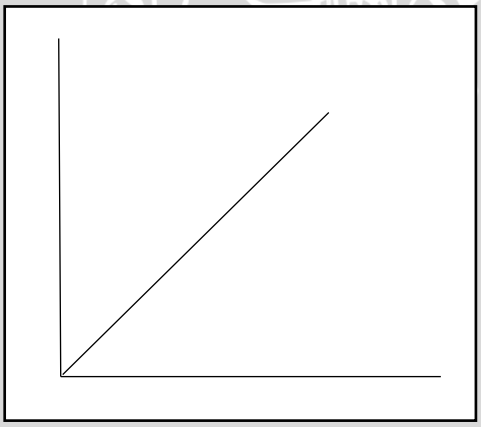
b. Metode Kausal, yaitu metode peramalan yang didasarkan pada penggunaan analisis pola hubungan antar variabel yang akan diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhinya, yang bukan waktunya disebut Metode Korelasi atau sebab akibat. Metode peramalan yang termasuk jenis ini adalah:

- Metode Regresi dan Korelasi
- Metode Ekonometri
- Metode *Input Output*

2.4.2 Pola Data Peramalan

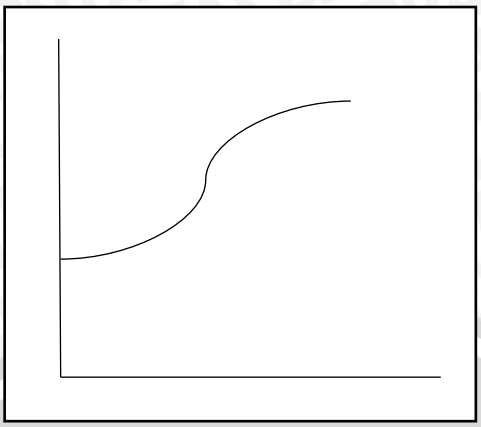
Metode peramalan adalah cara memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi pada masa depan, berdasarkan pada data yang relevan pada masa lalu sehingga metode peramalan ini dipergunakan dalam peramalan yang objektif (Assauri, 1984). Untuk memilih suatu metode peramalan yang baik perlu mempertimbangkan jenis pola data yang digunakan. Pola data dapat dibedakan menjadi 4 jenis yaitu pola data *trend*, pola data siklus, pola data musiman, dan pola data horizontal (Makridakis, 1999):

1. Pola *Trend*, pada pola data ini terdapat kenaikan atau penurunan jangka panjang dalam data seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1.



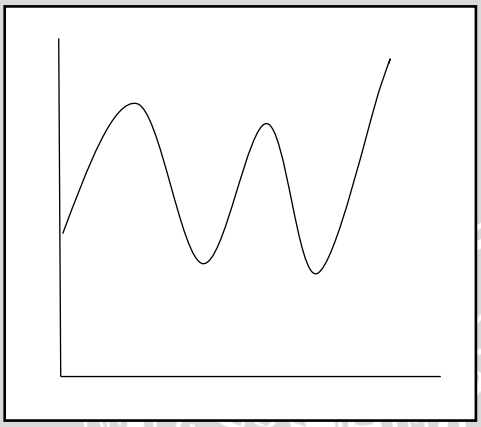
Gambar 2.1 Pola Data *Trend*

2. Pola Siklus, pada pola data ini, data dipengaruhi oleh frekuensi ekonomi jangka panjang dan berhubungan dengan siklus bisnis seperti pada Gambar 2.2.



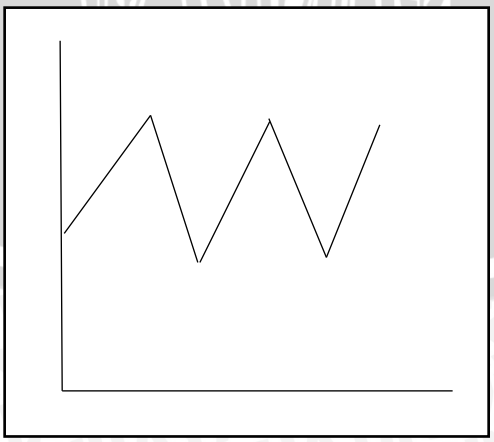
Gambar 2.2 Pola Data Siklus

3. Pola Musiman, pola data ini dipengaruhi oleh faktor musiman seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pola Data Musiman

4. Pola Horizontal, pada pola data ini, nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan seperti pada Gambar 2.4.



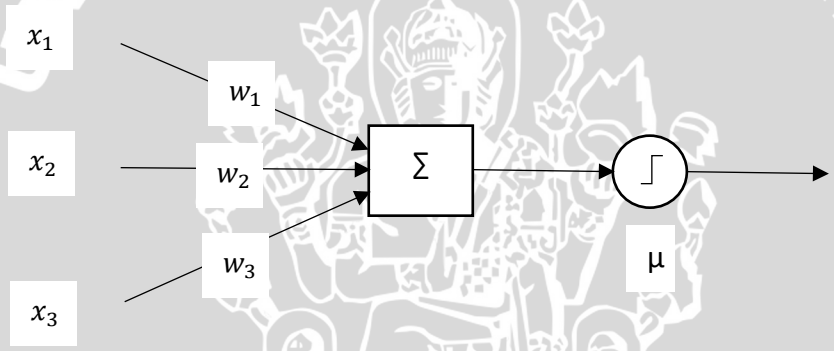
Gambar 2.4 Pola Data Horizontal

2.5 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan syaraf tiruan (*Artificial Neural Network*) adalah salah satu bagian dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelegence*). Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari jaringan syaraf manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia. Istilah buatan ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Suprianto, 2004). JST dapat digunakan untuk memodelkan pemodelan data statistik non-linier dan memodelkan hubungan yang kompleks antara *input* dan *output* untuk menemukan pola-pola pada data.

2.5.1 Model Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa *neuron* dan terdapat hubungan antara *neuron-neuron* tersebut yang akan mentranformasikan informasi yang diterima melalui *neuron-neuron* yang lain. Struktur *neuron* pada jaringan syaraf tiruan digambarkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur *Neuron* Jaringan Syaraf Tiruan

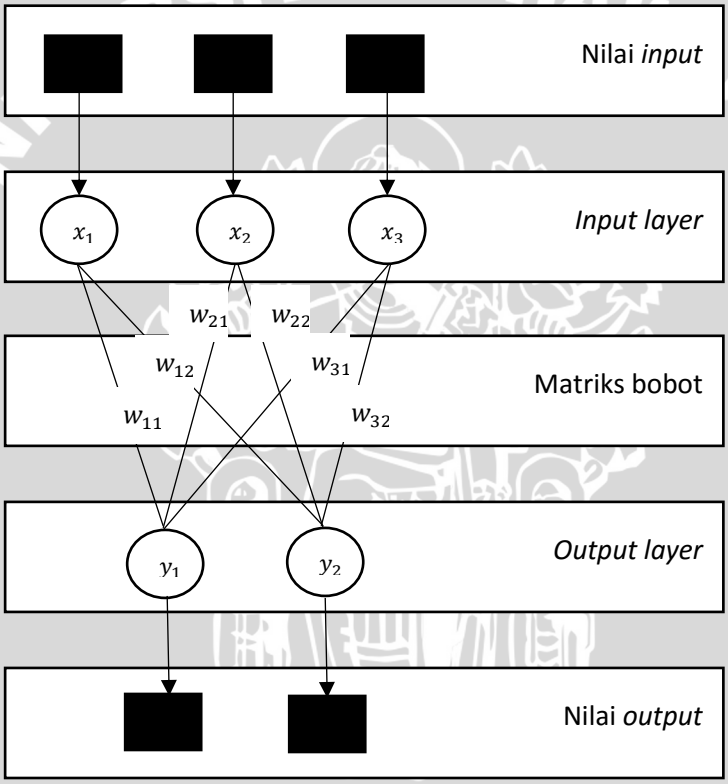
Model *neuron* mempunyai n sinyal masukan, yaitu x_1, x_2,..., x_n dengan $x \in \{0,1\}$. Masing-masing sinyal tersebut kemudian dimodifikasi oleh bobot sinapsis w_1, w_2, ..., w_n sehingga sinyal yang masuk ke *neuron* adalah ${x_i}^1 = x_i w_i$, $i = 1, 2, , \dots , n$. Selanjutnya *neuron* akan menghitung hasil penjumlahan seluruh sinyal masukan. Fungsi aktivasi yang terdapay dalam model JST umumnya berupa fungsi non-linier. Fungsi aktivasi ini yang menentukan apakan *neuron* akan mengalami aktivasi atau tidak. Tingkat aktivasi diwujudkan dalam suatu nilai ambang (*threshold*). Apabila *input* tersebut melewati suatu nilai ambang tertentu, maka *neuron* tersebut akan diaktifkan dan akan mengirimkan *output* melalui bobot-bobot *output*-nya ke semua *neuron* yang berhubungan dengannya (Sinuhaji, 2009).

2.5.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Ada beberapa arsitektur jaringan syaraf tiruan, antara lain:

1. Jaringan dengan lapisan tunggal (*single layer network*)

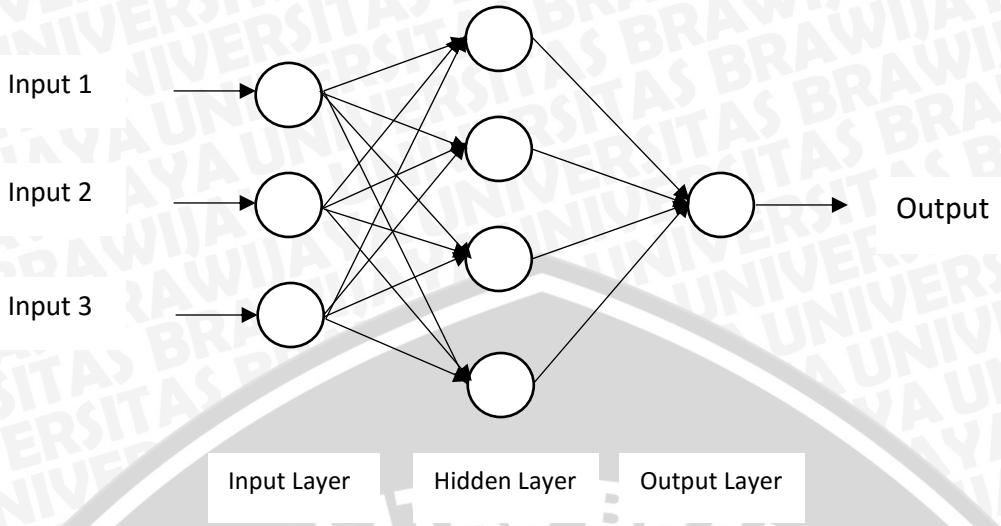
Jaringan dengan lapisan tunggal ini hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot terhubung dan hanya menerima *input* kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalui lapisan tersembunyi (*hidden*). Gambar 2.6 menunjukkan arsitektur jaringan *single layer network*. Arsitektur jaringan syaraf pada Gambar 2.6 memiliki 3 *neuron* pada lapisan *input*, yaitu x_1, x_2 dan x_3. Sedangkan pada lapisan *output* memiliki 2 *neuron* yaitu y_1 dan y_2. *Neuron-neuron* pada kedua lapisan saling berhubungan, besar hubungan antara 2 *neuron* ditentukan oleh bobot yang bersesuaian. Semua unit *input* dihubungkan pada setiap unit *output*.



Gambar 2.6 Struktur *Single Layer Network*

2. Jaringan dengan banyak lapisan (*multilayer network*)

Jaringan ini memiliki 1 atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan *input* dan *output* (memiliki 1 atau lebih lapisan tersembunyi). Banyaknya unit tersembunyi (*hidden node*) disesuaikan dengan kebutuhan dalam permasalahan yang berbeda. Secara umum, jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit daripada jaringan dengan lapisan tunggal, tentu saja dengan pembelajaran yang lebih rumit. Gambar 2.7 menunjukan struktur *multilayer network*.



Gambar 2.7 Struktur *Multi Layer Network*

3. Jaringan kompetitif (*competitive layer network*)

Jaringan ini memiliki lapisan kompetitif. Lapisan kompetitif ini digunakan dalam perhitungan dengan data yang diperoleh sebelumnya. Secara prinsip lapisan ini membandingkan data yang baru dengan data sebelumnya.

2.6 *Extreme Learning Machine* (ELM)

Extreme Learning Machine (ELM) merupakan metode pembelajaran baru dari jaringan syaraf tiruan. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Huang dkk. (2004). ELM merupakan jaringan syaraf tiruan *feedforward* dengan satu *hidden layer* atau lebih dikenal dengan istilah *single hidden layer feedforward neural network*.

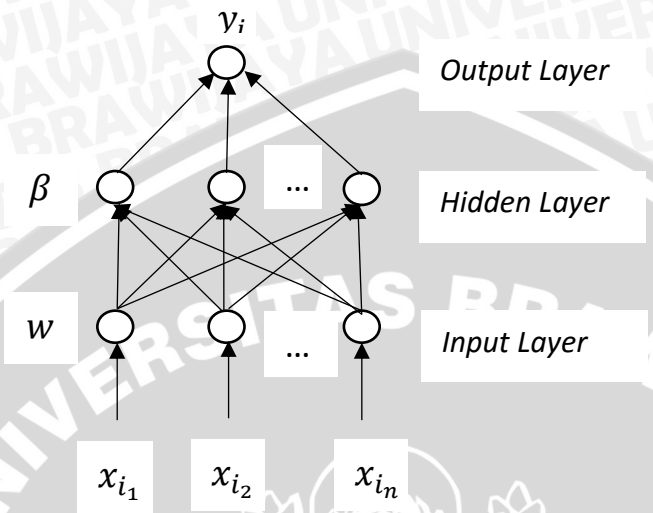
Metode pembelajaran ELM dibuat untuk mengatasi kelemahan-kelemahan dari jaringan syaraf tiruan *feedforward* terutama dalam hal *learning* speed. Huang *dkk* mengemukakan dua alasan mengapa jaringan syaraf tiruan *feedforward* mempunyai *learning speed* rendah, yaitu:

1. Menggunakan *slow gradient based learning algorithm* untuk melakukan *training*.
2. Semua parameter pada jaringan ditentukan secara *iterative* dengan metode pembelajaran tersebut.

Pada proses *learning* JST semua parameter harus ditentukan secara manual (Huang dkk, 2005). Parameter yang dimaksud adalah *input weight* dan *bias*. Parameter-parameter tersebut juga saling berhubungan antara layer yang satu dengan yang lain, sehingga membutuhkan *learning speed* yang lama. Sedangkan pada ELM parameter-parameter tersebut dipilih secara *random*, sehingga ELM memiliki *learning speed* yang cepat dan mampu menghasilkan *good generalization performance*.

2.6.1 Cara Kerja Metode ELM

Secara umum, model jaringan syaraf tiruan yang menggunakan *extreme learning machine* sebagai metode pembelajarannya menurut Huang *dkk*. dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Struktur Metode *Extreme Learning Machine*

Metode *Extreme Learning Machine* (ELM) mempunyai model matematis yang berbeda dari jaringan syaraf tiruan *feedforward*. Model matematis dari ELM lebih sederhana dan efektif. Berikut model matematis dari ELM. Untuk N jumlah sampel yang berbeda (x_i, t_i).

$$\boldsymbol{x_i} = [\boldsymbol{x_{i1}}, \boldsymbol{x_{i2}}, \dots, \boldsymbol{x_{in}}]^T \in \boldsymbol{R^n}$$
$$\boldsymbol{t_i} = [\boldsymbol{t_{i1}}, \boldsymbol{t_{i2}}, \dots, \boldsymbol{t_{im}}] \in \boldsymbol{R^m} \quad (2.1)$$

Keterangan:

x_i = data ke-*i*
t_i = data target ke-*i*

Langkah-langkah perhitungan dengan metode ELM ini dibedakan menjadi 2 proses, yaitu proses *training* dan proses *testing*.

2.6.1.1 Proses *Training*

Sebelum digunakan sebagai *tool* peramalan, ELM harus melalui proses *training* terlebih dahulu. Tujuan dari proses ini adalah mendapatkan *input weight* dan *output weight* dengan tingkat kesalahan yang rendah. Langkah-langkah pada proses *training* ELM dijabarkan sebagai berikut:

1. Menghitung Keluaran pada Setiap *Hidden Layer* dengan Fungsi Aktivasi

   Pada *input layer* akan diterima data sejumlah N yang akan diproses oleh *hidden layer*. Data sejumlah N merupakan normalisasi data dalam bentuk matriks. Dalam proses ini, data sejumlah N akan dikalikan dengan *input weight* yang diperoleh secara *random* dengan ukuran matriks $j \; x \; k$, dimana j adalah

banyak *hidden neuron* dan k adalah banyak *input node*. Perhitungan keluaran *hidden layer* ini ditunjukkan pada Persamaan 2.2.

$$\boldsymbol{H} = \boldsymbol{N}.\boldsymbol{w}^{\boldsymbol{T}} \tag{2.2}$$

Keterangan:

H = matriks keluaran *hidden layer*
N = matriks normalisasi data tanpa target
w^T = matriks *transpose input weight*

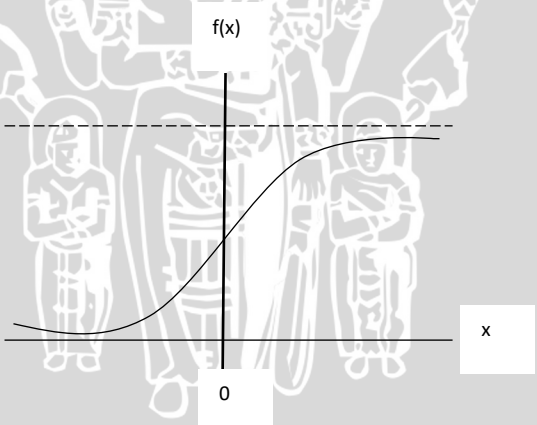
Hasil keluaran *hidden layer* akan diaktivasi dengan fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi digunakan untuk memetakan nilai matriks keluaran *hidden* layer. Fungsi aktivasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *sigmoid biner*. Fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf tiruan yang membutuhkan nilai *output* yang terletak pada interval 0 sampai 1. Fungsi *sigmoid biner* dapat dirumuskan pada Persamaan 2.3.

$$\boldsymbol{H}(\boldsymbol{x}) = \frac{\mathbf{1}}{(\mathbf{1}+\boldsymbol{e}^{-\boldsymbol{x}})} \tag{2.3}$$

Keterangan:

$H(x)$ = fungsi aktivasi sigmoid biner
e^{-x} = eksponensial pangkat minus data ke-x

Berikut ini adalah ilustrasi fungsi *sigmoid biner* yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Ilustrasi Fungsi *Sigmoid Biner* dengan range (0,1)

2. Menghitung Matriks *Moore-Penrose Pseudo Inverse*

Matriks *moore-penrose pseudo inverse* didapatkan dari perkalisan matriks *inverse* dan matriks *transpose* dari hasil keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi. Untuk menghitung matriks *moore-penrose pseudo inverse* dapat dirumuskan pada Persamaan 2.4.

$$\boldsymbol{H}^{+} = (\boldsymbol{H}(\boldsymbol{x})^{\boldsymbol{T}}.\boldsymbol{H}(\boldsymbol{x}))^{-\mathbf{1}}\boldsymbol{H}(\boldsymbol{x})^{\boldsymbol{T}} \tag{2.4}$$

Keterangan:

H^+ = matriks *Moore-Penrose Pseudo Inverse*
$H(x)$ = matriks keluaran *hidden layer*

3. Menghitung *Output Weight*

Output weight merupakan hasil keluaran dari *hidden layer* dengan *output layer*. Untuk menghitung *output weight* dapat dirumuskan pada Persamaan 2.5.

$$\boldsymbol{\beta} = \boldsymbol{H}^{+}\boldsymbol{T} \tag{2.5}$$

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_1^T \\ . \\ . \\ . \\ \beta_N^T \end{pmatrix} \tag{2.6}$$

$$T = \begin{pmatrix} t_1^T \\ . \\ . \\ . \\ t_N^T \end{pmatrix} \tag{2.7}$$

Keterangan:

β = matriks *output weight*
H^+ = matriks *Moore-Penrose Pseudo Inverse*
T = matriks target

4. Menghitung *Output* Peramalan

Output peramalan merupakan proses perkalian antara matriks keluaran *hidden layer* dengan matriks *output weight* yang ditunjukkan pada Persamaan 2.8.

$$\boldsymbol{O} = \boldsymbol{H}(\boldsymbol{x}).\boldsymbol{\beta} \tag{2.8}$$

Keterangan:

O = *output* peramalan
$H(x)$ = matriks keluaran *hidden layer*
β = matriks *output weight*

2.6.1.2 Proses *Testing*

Urutan langkah-langkah pada proses *testing* sama seperti yang dilakukan pada proses *training*. Proses *testing* dilakukan berdasarkan *input weight* dan *output weight* yang didapatkan dari proses *training.* Selanjutnya adalah melakukan peramalan dengan ELM. Komposisi data yang digunakan adalah 80% dari total

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

seluruh data untuk proses training dan 20% dari total seluruh data untuk proses testing (Zhang, 1997). Proses data *training* bertujuan untuk mengembangkan model dari ELM, sementara untuk proses *testing* bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan ELM sebagai *forecasting tool*.

2.7 Normalisasi Data

Dalam melakukan perhitungan pada peramalan produksi gula, perlu dilakukan proses *preprocessing* terlebih dahulu berupa normalisasi data. Hal ini bertujuan untuk standarisasi semua data yang digunakan dalam perhitungan sehingga data berada pada jarak tertentu (Patro dkk, 2015). Proses normalisasi diperlukan karena untuk menghasilkan perhitungan yang digunakan menghasilkan *output* dengan *range* data [0,1]. Persamaan yang digunakan untuk normalisasi data ditunjukkan pada persamaan (2.9).

$$x' = \frac{(x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} \tag{2.9}$$

Keterangan:

x' = nilai data setelah proses normalisasi
x = nilai data asli yang belum dinormalisasi
x_{min} = nilai minimum pada data set
x_{max} = nilai maksimum pada data set

Normalisasi data *input* bertujuan untuk menyesuaikan nilai *range* data dengan fungsi aktivasi dalam ELM. Ini berarti nilai kuadrat *input* harus berada pada *range* 0 sampai 1. Sehingga *range input* yang memenuhi syarat adalah nilai data *input* dari 0 sampai 1. Oleh karena itu *output* yang dihasilkan pun akan berada pada *range* 0 sampai 1. Kemudian untuk mendapatkan nilai sebenarnya dari *output* perlu dilakukan proses denormalisasi (Hidayat, 2012).

2.8 Denormalisasi Data

Denormalisasi data adalah proses untuk mengembalikan nilai data menjadi nilai sebenarnya berdasarkan hasil peramalan. Berikut rumus denormalisasi yang dijabarkan pada Persamaan 2.10 yang didapat melalui *reverse* dari Persamaan 2.9.

$$x = \left(x'(x_{max} - x_{min})\right) + x_{min} \tag{2.10}$$

Keterangan:

x = nilai data setelah proses denormalisasi
x' = nilai data normalisasi
x_{min} = nilai minimum pada data set
x_{max} = nilai maksimum pada data set

2.9 Nilai Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan mencari nilai *error Mean Absolute Precentage Error* (MAPE) dengan membandingan selisih antara nilai ramalan dengan nilai aktual. Penjabaran rumus MAPE akan dijelaskan pada Persamaan 2.11 (Liu dkk, 2008).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

$$\boldsymbol{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \left| \frac{\hat{y}_i - y_i}{\hat{y}_i} \mathbf{x}\ \mathbf{100} \right| \qquad (2.11)$$

Keterangan:

$\hat{y}_i$ = nilai hasil ramalan
y_i = nilai aktual
n = banyak data

Pendekatan MAPE berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan dianggap penting dalam mengevaluasi ketetapan ramalan, MAPE merupakan jenis pendekatan nilai *error* yang mudah dipahami oleh pengguna dari berbagai kalangan karena MAPE menggunakan nilai presentase untuk menyatakan *error* yang didapat, dimana presentase tersebut mencerminkan nilai *error* hasil ramalan dari nilai aktual yang sesungguhnya (Swanson dkk, 2010)

BAB 3 METODOLOGI

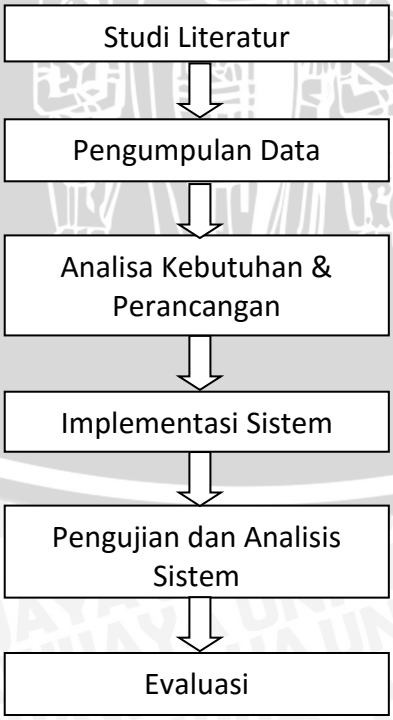
Bab ini menjelaskan tahapan penelitian, studi literatur, teknik pengumpulan data, analisa kebutuhan dan perancangan yang terdiri dari deskripsi umum sistem dan perancangan sistem, implementasi dan pengujian, serta evaluasi dan analisis.

3.1 Tahapan Penelitian

Skripsi dengan judul **"Peramalan Produksi Gula Menggunakan *Extreme Learning Machine* (ELM) pada PG Candi Baru Sidoarjo"** ini digolongkan sebagai penelitian implementatif yang akan menghasilkan purwarupa (*prototype*) berupa perangkat lunak (*software*) yang dapat digunakan untuk peramalan produksi gula. Secara umum uraian tahapan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur mengenai peramalan produksi menggunakan *Extreme Learning Machine*.
2. Melakukan pengumpulan data.
3. Menganalisa kebutuhan sistem dan merancang sistem berdasarkan hasil hasil analisa yang telah dilakukan.
4. Melakukan proses implementasi sistem berdasarkan analisis dan perancangan yang telah dibuat.
5. Menguji coba sistem dengan data yang telah diperoleh dari PG Candi Baru Sidoarjo.
6. Mengevaluasi dan menganalisis hasil dari uji coba sistem.

Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada diagram alir penelitian Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah awal dalam penelitian ini, studi literatur dilakukan untuk melengkapi pengetahuan dasar dan teori-teori dari penelitian sebelumnya, buku ataupun jurnal *e-book* yang membahas mengenai topik-topik terkait penerapan metode *Extreme Learning Machine* terhadap peramalan (*forecasting*), serta teori mengenai gula pasir.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan untuk mengumpulkan data-data yang akan digunakan dalam pengembangan dan pengujian sistem. Data-data yang dibutuhkan tersebut antara lain:

1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data produksi gula dalam masa giling bulan Mei-Desember periode tahun 2010-2015 pada PG Candi Baru Sidoarjo. Data yang diambil adalah data per bulan. Untuk tahun 2010 data yang diambil dimulai dari bulan Mei-Desember, tahun 2011 dimulai dari bulan Mei-November, tahun 2012 dimulai dari bulan Mei-November, tahun 2013 dimulai dari bulan Mei-Desember, tahun 2014 dimulai dari bulan Mei-Desember dan tahun 2015 dimulai dari bulan Mei-November. Sehingga total data yang digunakan adalah 45 data.
2. Data produksi gula yang diolah meliputi data jumlah lama giling, rendemen tebu, luas areal tanaman tebu, jumlah pekerja, jumlah bahan baku yang diproduksi dan hasil produksi gula.
3. Pada penelitian ini data dibedakan menjadi dua, yaitu data latih (*training*) dan data uji (*testing*).
4. Data produksi gula yang didapat dianalisis berdasarkan jenis analisis pada peramalan yaitu fundamental, teknikal serta gabungan antara fundamental dan teknikal (data lengkap disertakan pada Lampiran A).

3.4 Analisa Kebutuhan dan Perancangan

Terdapat beberapa tahapan dalam analisa dan perancangan diantaranya deskripsi umum sistem, analisa kebutuhan dan perancangan sistem. Berikut adalah tahapan analisa kebutuhan dan perancangan.

3.4.1 Deskripsi Umum Sistem

Sistem yang akan dimodelkan adalah sistem peramalan produksi gula menggunakan *Extreme Learning Machine*. Sistem ini membutuhkan data masukan (*input*) berupa jumlah lama giling, rendemen tebu, luas areal tanaman tebu, jumlah pekerja dan jumlah bahan baku. Dengan menggunakan *Extreme Learning Machine*, diharapkan sistem yang dibangun mampu memberikan hasil peramalan produksi gula serta nilai *forecasting error* dari data tersebut, dengan asumsi semakin kecil nilai *forecasting error* maka data peramalan tersebut semakin akurat. Selain itu, diharapkan sistem ini nantinya dapat diimplementasikan pada industri-industri penghasil gula.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.4.2 Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan sistem merupakan tahap menganalisis hal-hal yang dibutuhkan sistem sebelum mengimplementasikannya ke dalam sebuah kode program.

Spesifikasi lingkungan implementasi yang digunakan dalam pembuatan sistem ini diantaranya:

1. Spesifikasi kebutuhan *Hardware*

   - Laptop dengan spesifikasi *processor* Intel® Core™ i5-2450M
   - RAM 4 GB
   - DDR3
   - *Harddisk* 500 GB
   - Monitor 14 "

2. Spesifikasi Kebutuhan *Software*

   - Sistem Operasi Microsoft Windows 8/10
   - Microsoft Office 2016
   - Bahasa Pemrograman Web PHP
   - Editor Sublime Text 3

3. Spesifikasi Kebutuhan Data

   - Data produksi gula pada PG Candi Baru meliputi data lama giling, rendemen tebu, luas areal tanaman tebu, jumlah pekerja, jumlah bahan baku yang diproduksi dan hasil produksi gula.

3.4.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk mempermudah implementasi, pengujian, serta analisis. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan sistem adalah sebagai berikut:

1. Perancangan *User Interface* (Antarmuka Pengguna)

   Perancangan *user interface* dapat memudahkan pengguna menggunakan sistem yang akan digunakan.

2. Perancangan Pengujian

   Perancangan pengujian sistem yang dilakukan meliputi proses uji coba *range input weight*, perbandingan jumlah data *training* dan data *testing*, jumlah *hidden neuron* pada *hidden layer* dan uji coba berdasarkan jenis analisis data.

3.5 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Implementasi dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman web PHP dengan editor Sublime Text 3. Implementasi sistem peramalan produksi gula pasir meliputi:

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1. Pembuatan *user interface* sistem.
2. Penerapan metode *Extreme Learning Machine* menggunakan bahasa pemrograman web PHP.

3.6 Pengujian dan Analisis Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan agar dapat menunjukkan bahwa program dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Beberapa uji coba yang akan dilakukan untuk mengevaluasi sistem ini antara lain:

1. Uji coba variasi fitur data
2. Uji coba *range input weight*
3. Uji coba variasi jumlah data *training* dan data *testing*
4. Uji coba jumlah *neuron*

Untuk mengevaluasi hasil peramalan produksi gula, digunakan ukuran hasil peramalan. Hasil produksi yang terbaik adalah yang memberikan nilai kesalahan peramalan yang terkecil. Nilai evaluasi yang digunakan adalah nilai MAPE (*Mean Absolute Precentage Error*).

3.7 Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan setelah semua tahapan perancangan, implementasi dan pengujian metode telah selesai dilakukan. Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis metode yang digunakan. Penarikan kesimpulan dilakukan untuk menjawab rumusan permasalahan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang bertujuan memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi serta untuk memberikan masukan dan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB 4 PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan formulasi permasalahan, arsitektur perancangan sistem, diagram alir sistem, siklus penyelesaian peramalan produksi gula menggunakan *Extreme Learning Machine* (ELM), perhitungan manual, perancangan *user interface* serta perancangan skenario pengujian.

4.1 Formulasi Permasalahan

Permasalahan yang diselesaikan adalah peramalan produksi gula pasir dengan tujuan memprediksi produksi gula agar dapat memenuhi kebutuhan pasar, sehingga dapat menyeimbangkan antara produksi dan konsumsi gula. Peramalan dilakukan dengan metode ELM yang memberikan hasil peramalan dengan tingkat akurasi yang lebih baik dibanding metode peramalan konvensional serta memiliki *learning speed* yang tinggi. Hasil peramalan dilihat berdasarkan tingkat kesalahan (*forecast error*). Semakin kecil nilai kesalahan maka data peramalan semakin akurat.

Sistem peramalan ini memiliki masukan data antara lain data produksi gula dalam format .xls dan parameter perhitungan meliputi: jumlah *neuron* pada *hidden layer*, banyaknya data *training* dan data *testing* serta *input weight* (w). Penentuan *input weight* berdasarkan banyaknya *input node* dan *hidden neuron.* Pada penelitian ini terdapat 5 masukan meliputi: jumlah lama giling, rendemen tebu, luas areal tanaman tebu, jumlah pekerja dan jumlah bahan baku tebu yang akan diproduksi dengan 2 *hidden neuron* sehingga diperoleh matriks dengan ordo $2\ x\ 5 = 10$ bobot antara *input layer* dan *hidden layer*. Dalam pengerjaannya, metode ELM terbagi atas dua bagian proses yaitu proses *training* dan proses *testing*. Sebelum dilakukan *training* dengan ELM, proses yang harus dilakukan adalah *preprocessing* yaitu proses mengubah data agar memliki range data [0,1]. Selanjutnya, masuk dalam proses *training* dimana didalamnya menggunakan perhitungan fungsi aktivasi dengan *input weight* yang sudah diinisialisasi yang kemudian didapatkan hasil dalam bentuk matriks. Hasil perhitungan tersebut akan dilanjutkan sehingga diperoleh nilai *output weight.* Setelah didapat nilai *output weight*, maka akan masuk kedalam proses *testing* untuk menghitung keluaran dari sistem. Hasil keluaran dari unit *output* akan dihitung tingkat kesalahannya (*forecast error*) dengan perhitungan MAPE.

Adapun sampel data produksi gula yang digunakan pada penelitian ini adalah data dengan parameter fundamental yang berjumlah 15 *record* dengan data sebagai berikut ditunjukkan pada Tabel 4.1: (data lengkap disertakan pada Lampiran A)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.1 Data Analisis Fundamental Produksi Gula PG Candi Baru Sidoarjo

Data ke-*i*	Bulan Produksi	Lama giling (hari)	Rendemen Tebu (%)	Luas Areal (Ha)	Jumlah Pekerja (orang)	Tebu Digiling (ton)	Produksi Gula (ton)
1	Mei 2010	18	5,6	4300	794	411223	22878
2	Juni 2010	30	5,6	4300	794	685381	38167
3	Juli 2010	31	5,6	4300	794	708226	39414
4	Agustus 2010	30	5,6	4300	794	685360	38152
5	September 2010	23	5,6	4300	794	525461	29244
6	Oktober 2010	31	5,6	4300	794	708200	39409
7	November 2010	29	5,6	4300	794	662530	36875
8	Desember 2010	9	5,6	4300	794	205587	11444
9	Mei 2011	22	7,29	4400	792	500805	36916
10	Juni 2011	30	7,29	4400	792	682920	49197
11	Juli 2011	31	7,29	4400	792	705694	51979
12	Agustus 2011	26	7,29	4400	792	591864	41494
13	September 2011	27	7,29	4400	792	614628	43182
14	Oktober 2011	31	7,29	4400	792	705684	51769
15	November 2011	20	7.29	4400	792	483672	34636

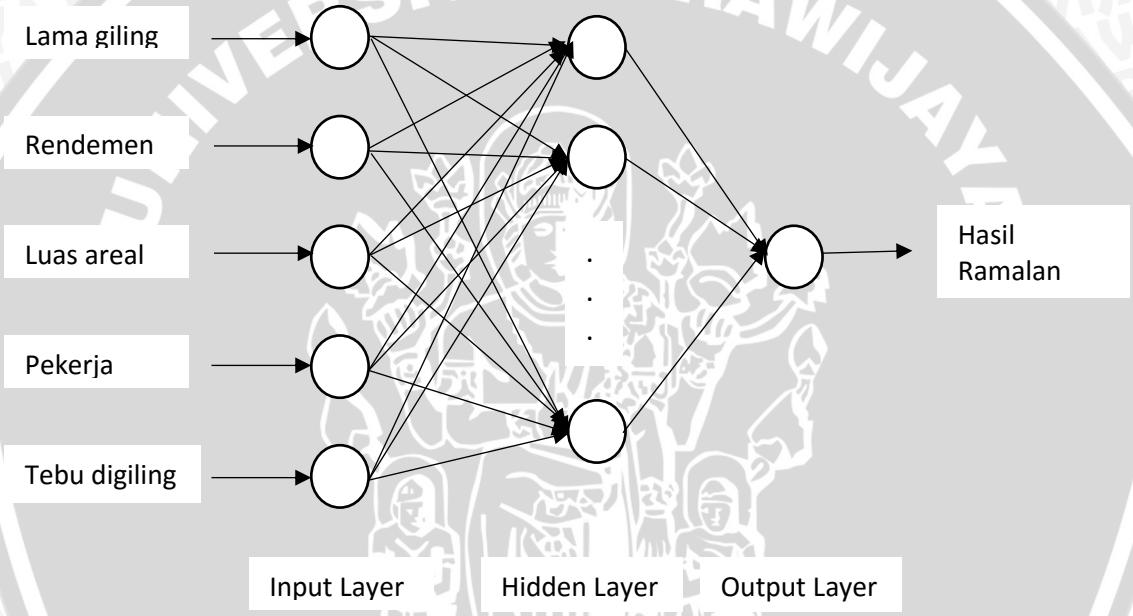
Parameter data yang dipilih seperti jumlah lama giling, rendemen tebu, luas areal tanaman tebu, jumlah pekerja dan jumlah produksi tebu digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan jumlah produksi gula untuk setiap bulan pada masa giling atau masa produksi gula yang dilakukan setiap bulan Mei – Desember untuk setiap tahunnya. Keterangan setiap parameter data pada Tabel 4.1 adalah sebagai berikut:

1. Bulan produksi : menerangkan masa giling atau masa kerja produksi gula (integer)
2. Lama giling : menerangkan jumlah hari kerja untuk memproduksi gula (double)
3. Rendemen tebu : menerangkan kadar kandungan gula di dalam batang tebu yang dinyatakan dengan persen (integer)
4. Luas areal : menerangkan luas areal tanaman tebu (integer)
5. Jumlah pekerja : menerangkan banyaknya orang atau pekerja yang terlibat dalam produksi giling (integer)
6. Tebu digiling : menerangkan banyaknya tebu yang akan digiling dalam satuan ton (integer)
7. Produksi gula : menerangkan banyaknya produksi gula yang dihasilkan dalam satuan ton (integer)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.2 Arsitektur Perancangan Sistem

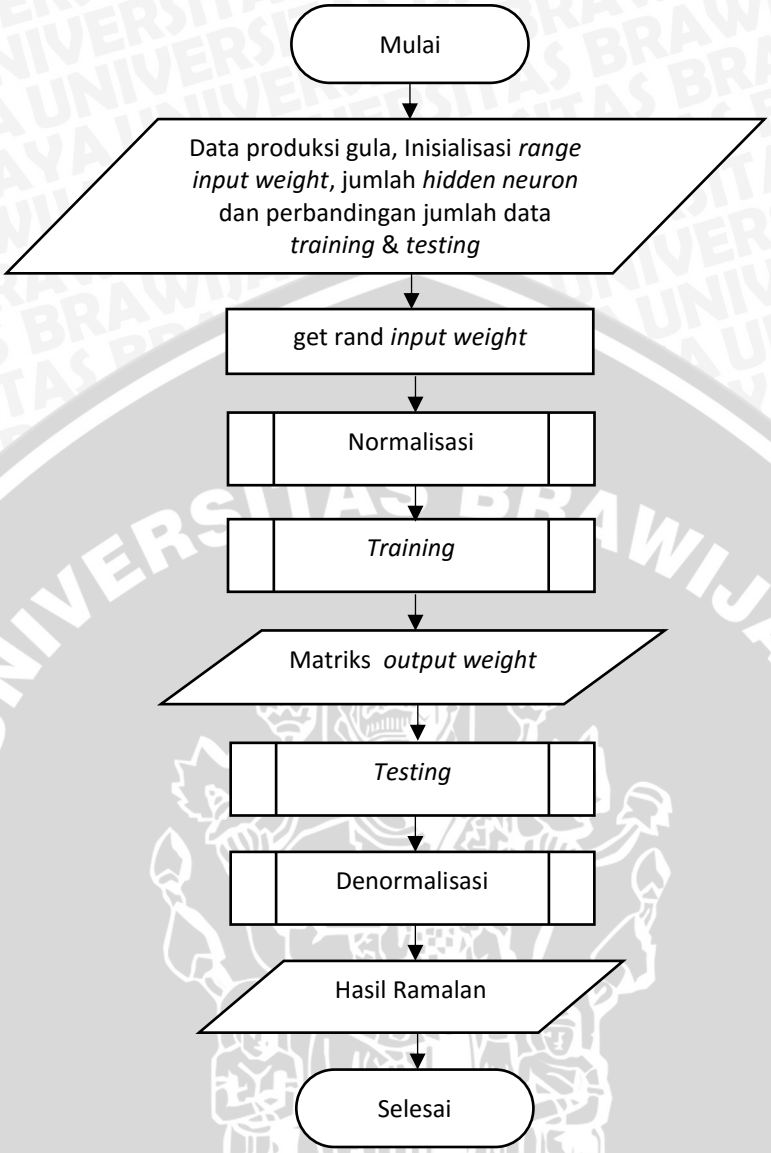
Arsitektur perancangan sistem merupakan gambaran secara umum proses pada sistem peramalan produksi gula pasir menggunakan metode *Extreme Learning Machine*. Banyaknya *neuron* pada *input layer* disesuaikan dengan masukkan pada sistem ini yang terdiri dari 5 *input* data yaitu lama giling, rendemen, luas areal, pekerja dan tebu digiling. Setiap *neuron* pada *input layer* terhubung dengan *hidden neuron* yang ada pada *hidden layer*. *Neuron* tersebut dihubungkan oleh bobot yang disebut *input weight* dengan nilai yang berbeda. Kemudian setiap *neuron* pada *hidden layer* terhubung dengan *output layer* yang dihubungan oleh *output weight*. Semua *hidden neuron* terhubung pada satu *output*. Berikut gambaran arsitektur perancangan sistem yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Arsitektur Perancangan Sistem

4.3 Diagram Alir Sistem

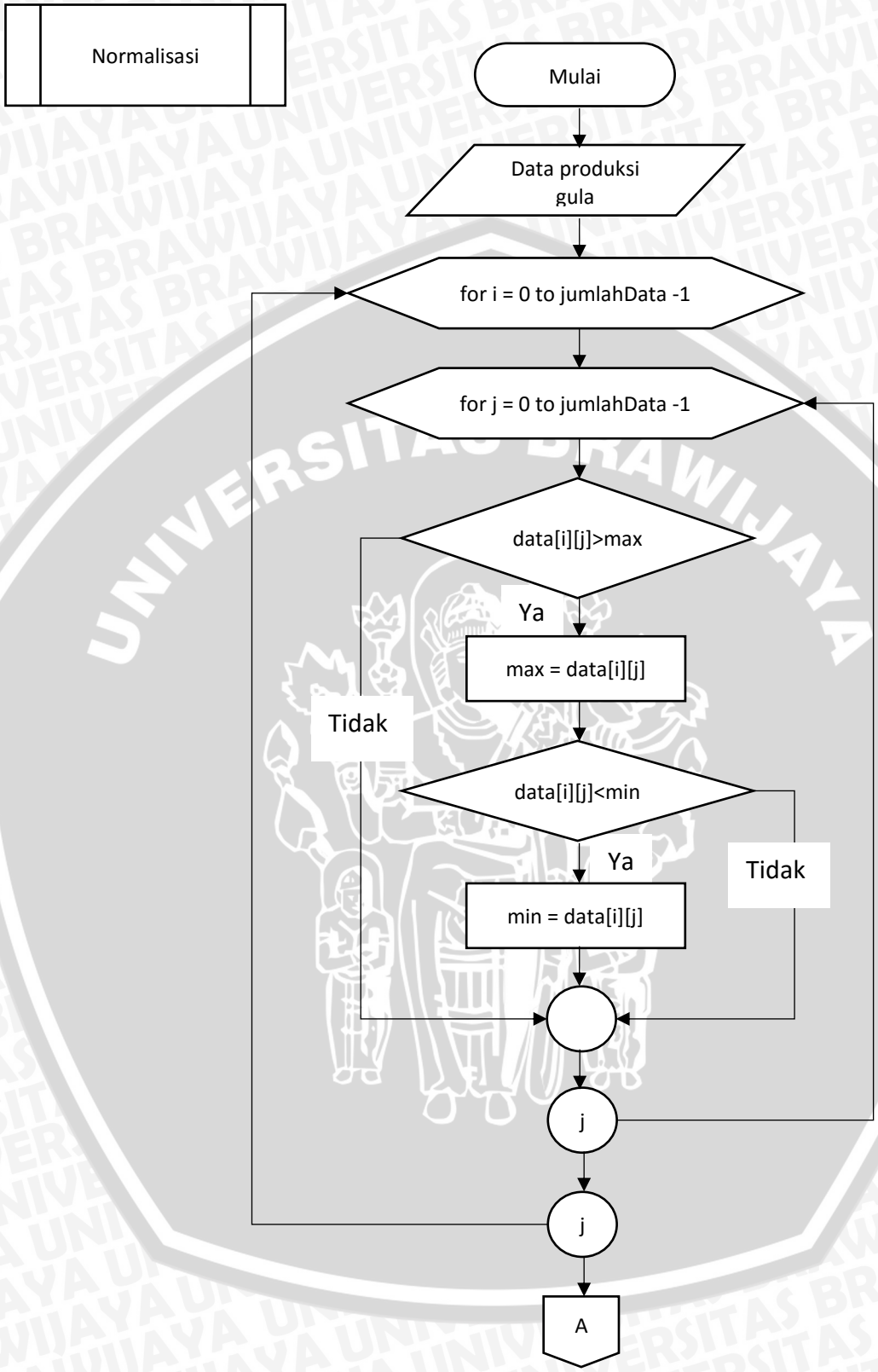
Diagram alir sistem merupakan gambaran dari alur proses sistem akan bekerja. Diagram alir sistem pada peramalan produksi gula pasir ini meliputi *input* data, normalisasi, *training*, *testing,* denormalisasi dan evaluasi. Diagram alir sistem ditunjukkan pada Gambar 4.2.

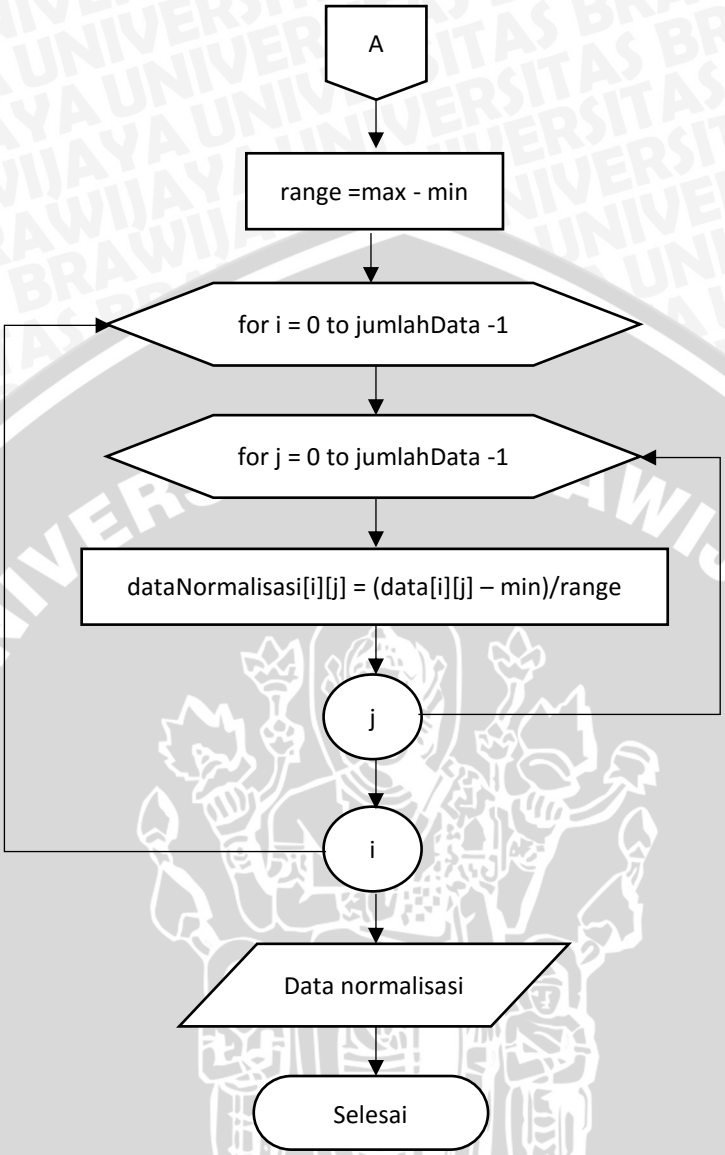


Gambar 4.2 Diagram Alir Sistem

4.3.1 Normalisasi

Proses normalisasi bertujuan untuk standarisasi semua data yang digunakan dalam perhitungan sehingga data berada pada *range* tertentu. Tujuan dari normalisasi adalah menjamin struktur data yang konsisten dan meminimalkan kerangkapan data serta menghasilkan data yang baik, karena kualitas data yang digunakan mempengaruhi *output* yang dihasilkan. Pada penelitian ini, normalisasi yang digunakan adalah normalisasi *Min-Max* dengan rumus normalisasi pada persamaan 2.9. Diagram alir dari proses normalisasi dapat dilihat pada Gambar 4.3.


Normalisasi
Mulai
Data produksi gula
for i = 0 to jumlahData -1
for j = 0 to jumlahData -1
data[i][j]>max
Ya
max = data[i][j]
Tidak
data[i][j]<min
Ya
min = data[i][j]
Tidak
j
j
A



Gambar 4.3 Diagram Alir Normalisasi Data

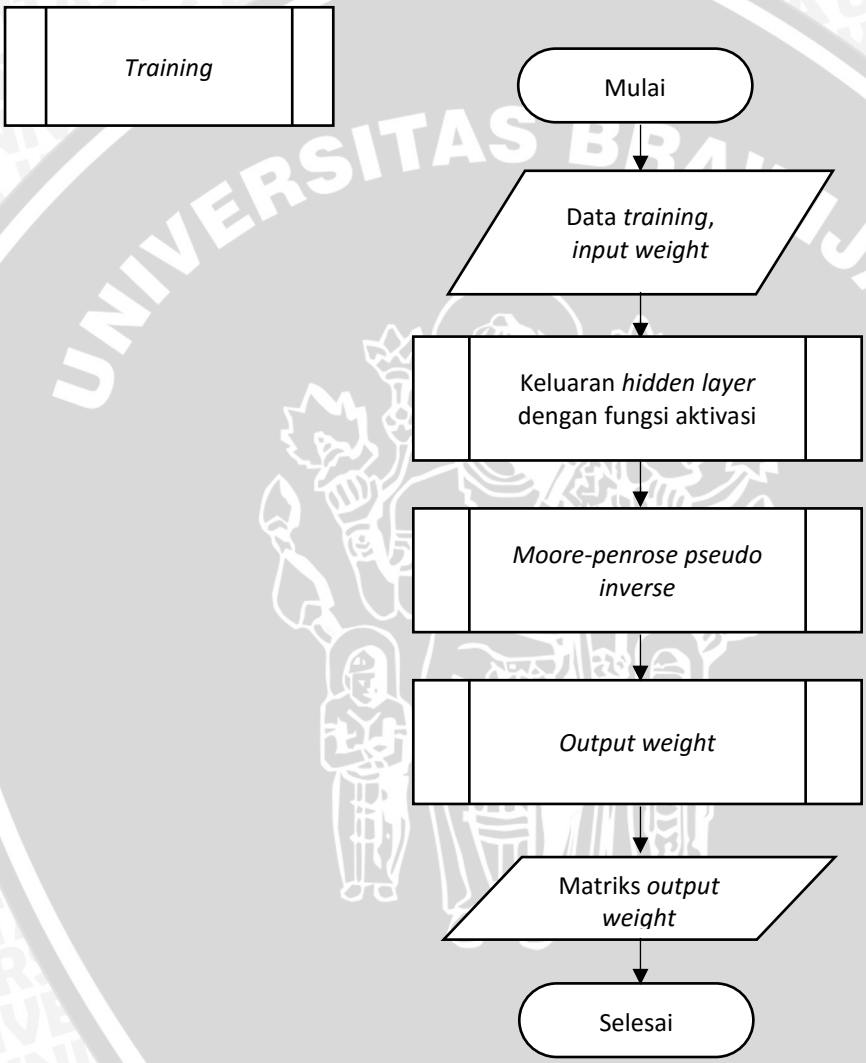
Berasarkan Gambar 4.3 di atas, langkah-langkah proses normalisasi data menggunakan *Min-Max Normalization* adalah sebagai berikut :

1. Masukkan berupa data produksi gula dalam format .xls yang akan diinputkan dalam sistem.
2. Mencari nilai max dan min dari masing-masing parameter data.
3. Melakukan proses perhitungan normalisasi dengan persamaan 2.9.
4. Hasil normalisasi berupa data dengan *range* [0,1].

4.3.2 Proses *Training*

Sebelum digunakan sebagai *tool* peramalan, ELM harus melalui proses *training* terlebih dahulu. Proses *training* dilakukan untuk memperoleh *input weight* dan *output weight* dengan tingkat kesalahan yang rendah untuk digunakan pada proses *testing*. Langkah pertama pada proses *training* adalah

mencari keluaran dari *hidden layer* dengan menggunakan fungsi aktivasi. Data yang dihitung adalah nilai *input weight* yang didapat secara random dengan *range* sesuai dengan yang telah diinisialisasi. Kemudian dikalikan dengan data *training* yang telah dinormalisasi. Hasil perhitungan keluaran dari *hidden layer* digunakan untuk mencari matriks *moore-penrose pseudo inverse* yang dilanjutkan dengan penentuan *output weight* berdasarkan perkalian matriks *moore-penrose pseudo inverse* dan matriks target. Selanjutnya nilai *output weight* akan dibawa ke proses *testing* untuk dihitung kembali. Berikut alur proses *training* pada Gambar 4.4.

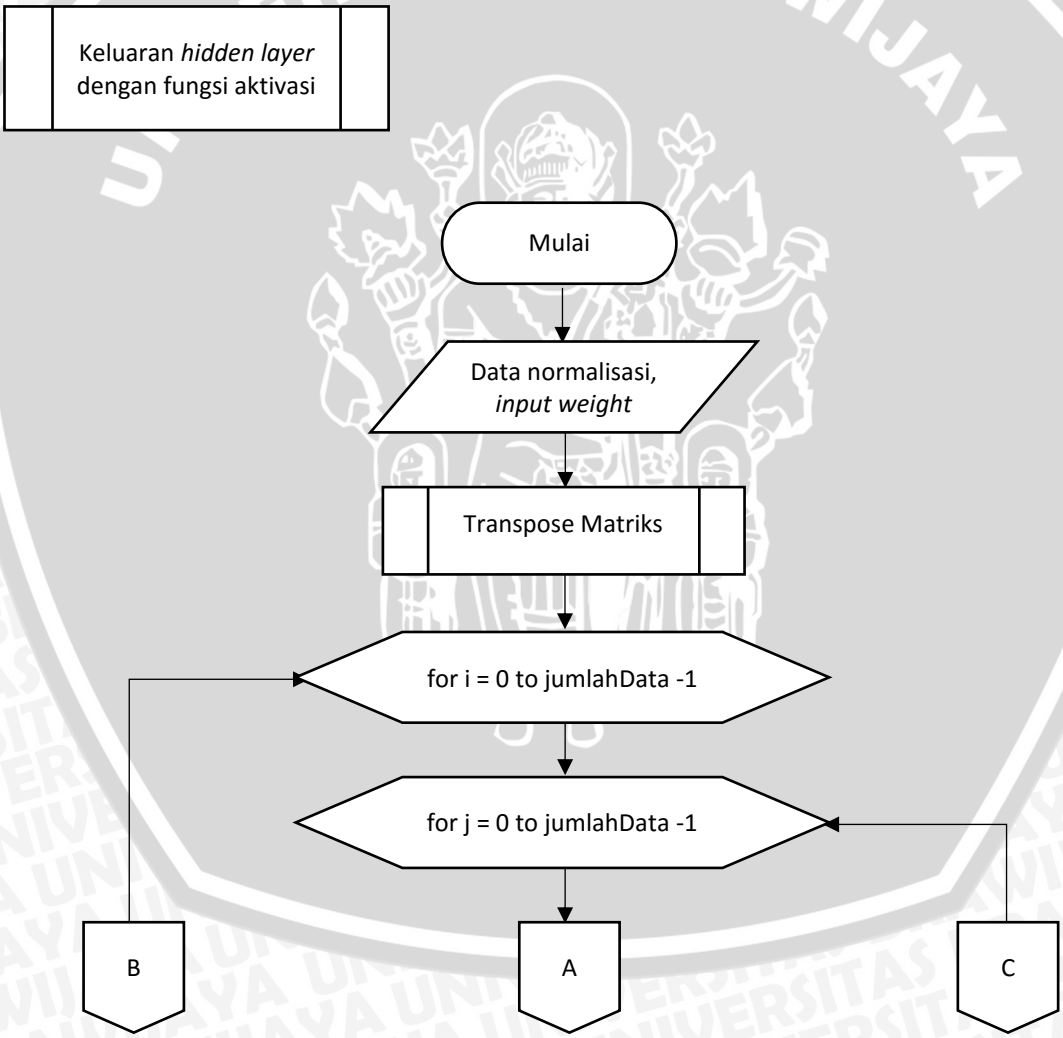


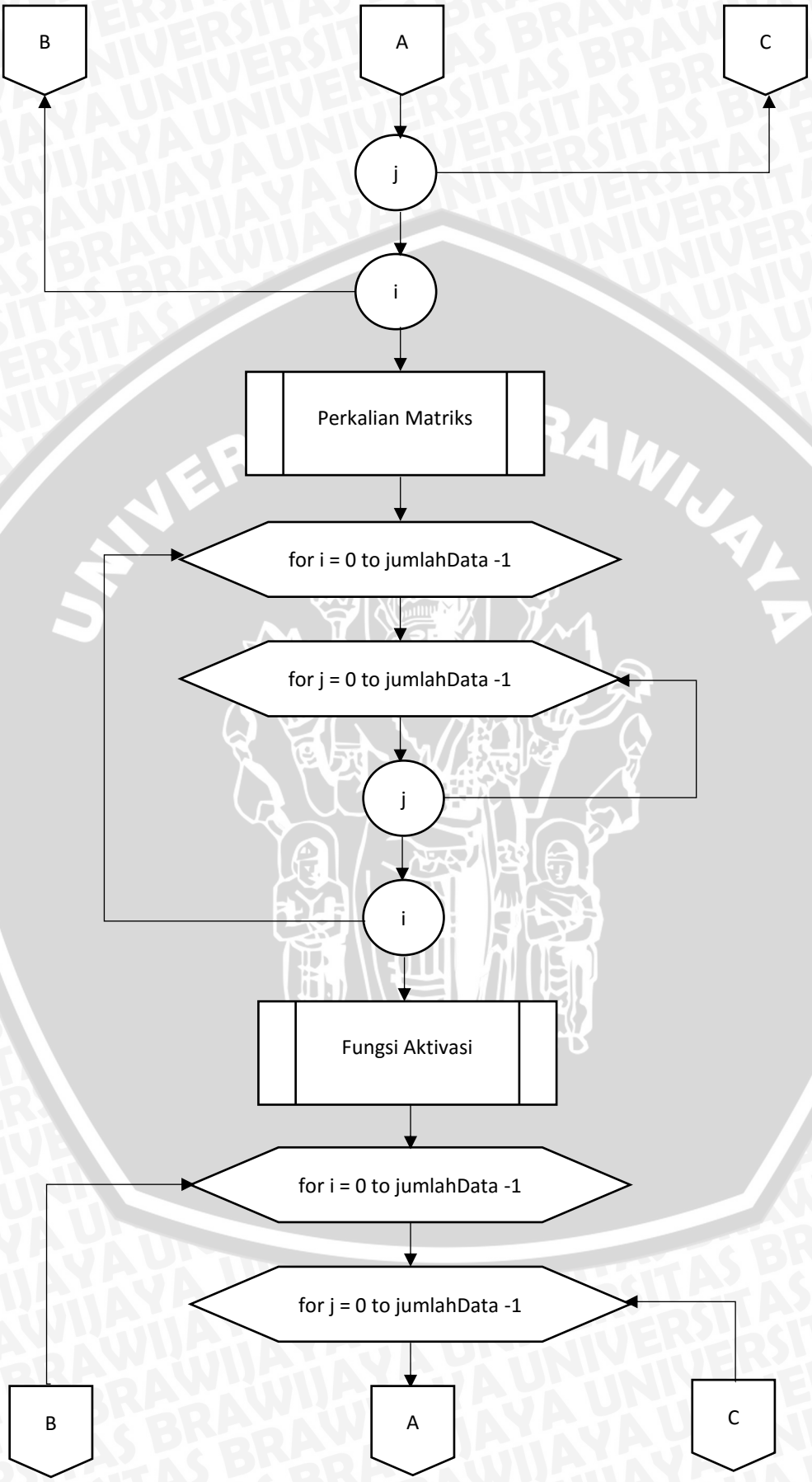
Gambar 4.4 Diagram Alir Proses *Training*

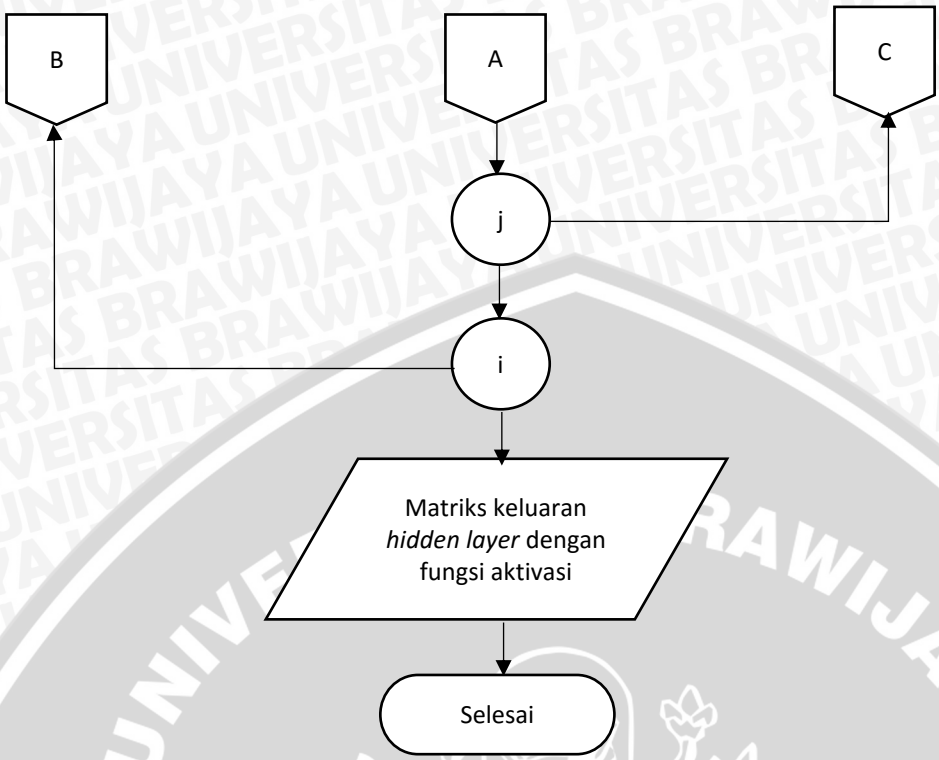
Berdasarkan Gambar 4.4, langkah-langkah perhitungan pada proses *training* adalah sebagai berikut:

1. *Input* data produksi gula yang telah dinormalisasi, banyaknya data *training* disesuaikan dengan masukkan.
2. Inisialisasi *input weight* yang didapatkan secara acak (*random*).

3. Menghitung keluaran pada *hidden layer* menggunakan Persamaan 2.2 dan dilanjutkan dengan menghitung keluaran fungsi aktivasi menggunakan Persamaan 2.3. Diagram alir untuk menghitung keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi ditunjukkan pada Gambar 4.5.
4. Menghitung matriks *moore-penrose pseudo inverse* menggunakan Persamaan 2.4. Diagram alir untuk menghitung matriks *moore-penrose pseudo inverse* ditunjukkan pada Gambar 4.9.
5. Menghitung *output weight* yang didapatkan dari perkalian antara matriks *moore-penrose pseudo inverse* dan matriks target dengan menggunakan Persamaan 2.5. *Output weight* yang didapat nantinya akan digunakan pada proses *testing*. Diagram alir untuk menghitung *output weight* ditunjukkan pada Gambar 4.11.



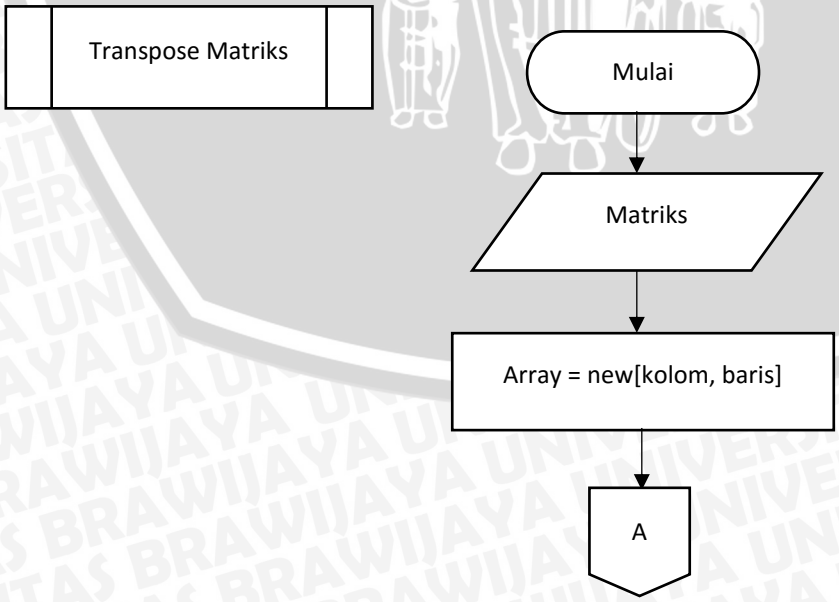

B
A
C
j
i
Perkalian Matriks
for i = 0 to jumlahData -1
for j = 0 to jumlahData -1
j
i
Fungsi Aktivasi
for i = 0 to jumlahData -1
for j = 0 to jumlahData -1
B
A
C

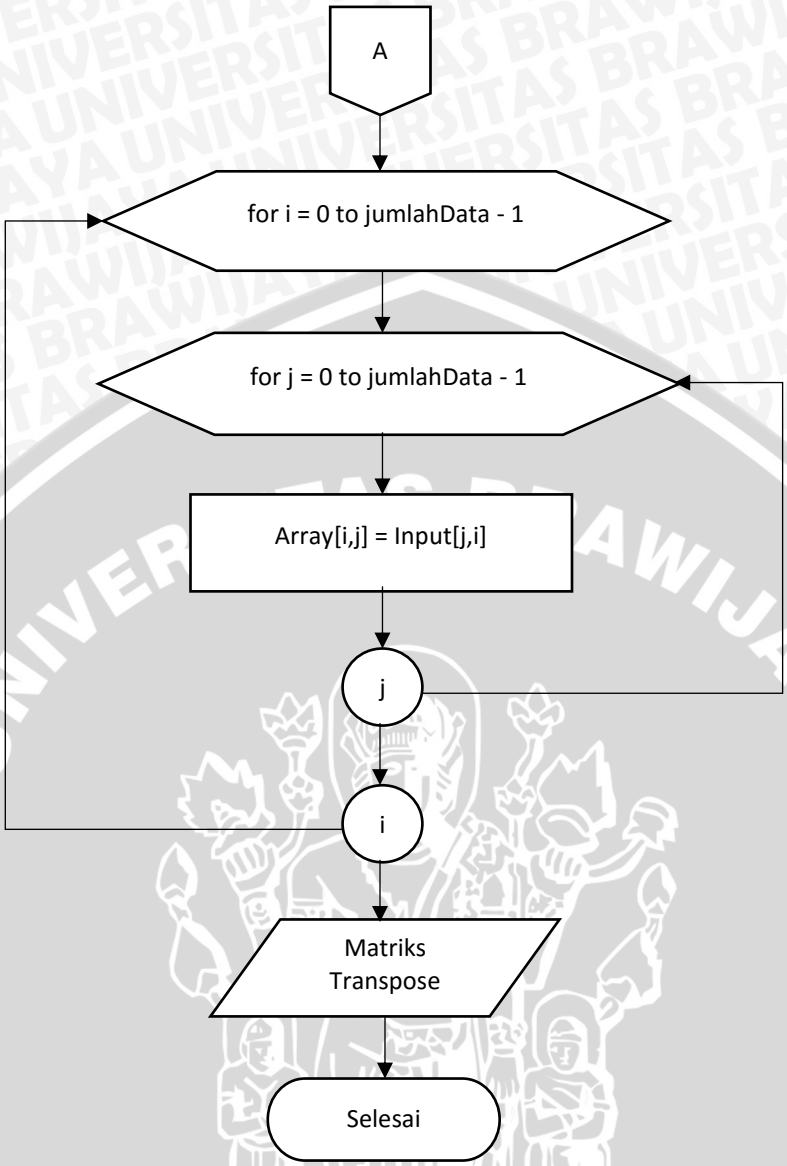


Gambar 4.5 Diagram Alir Keluaran *Hidden Layer* dengan Fungsi Aktivasi

Berdasarkan Gambar 4.5, langkah-langkah perhitungan untuk mencari keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi adalah sebagai berikut:

1. Masukkan data adalah data hasil normalisasi dan nilai *input weight.*
2. *Transpose* nilai *input weight.*
2. Data hasil normalisasi dikalikan dengan *transpose* dari *input weight*.
3. Menghitung nilai keluaran fungsi aktivasi menggunakan Persamaan 2.3.

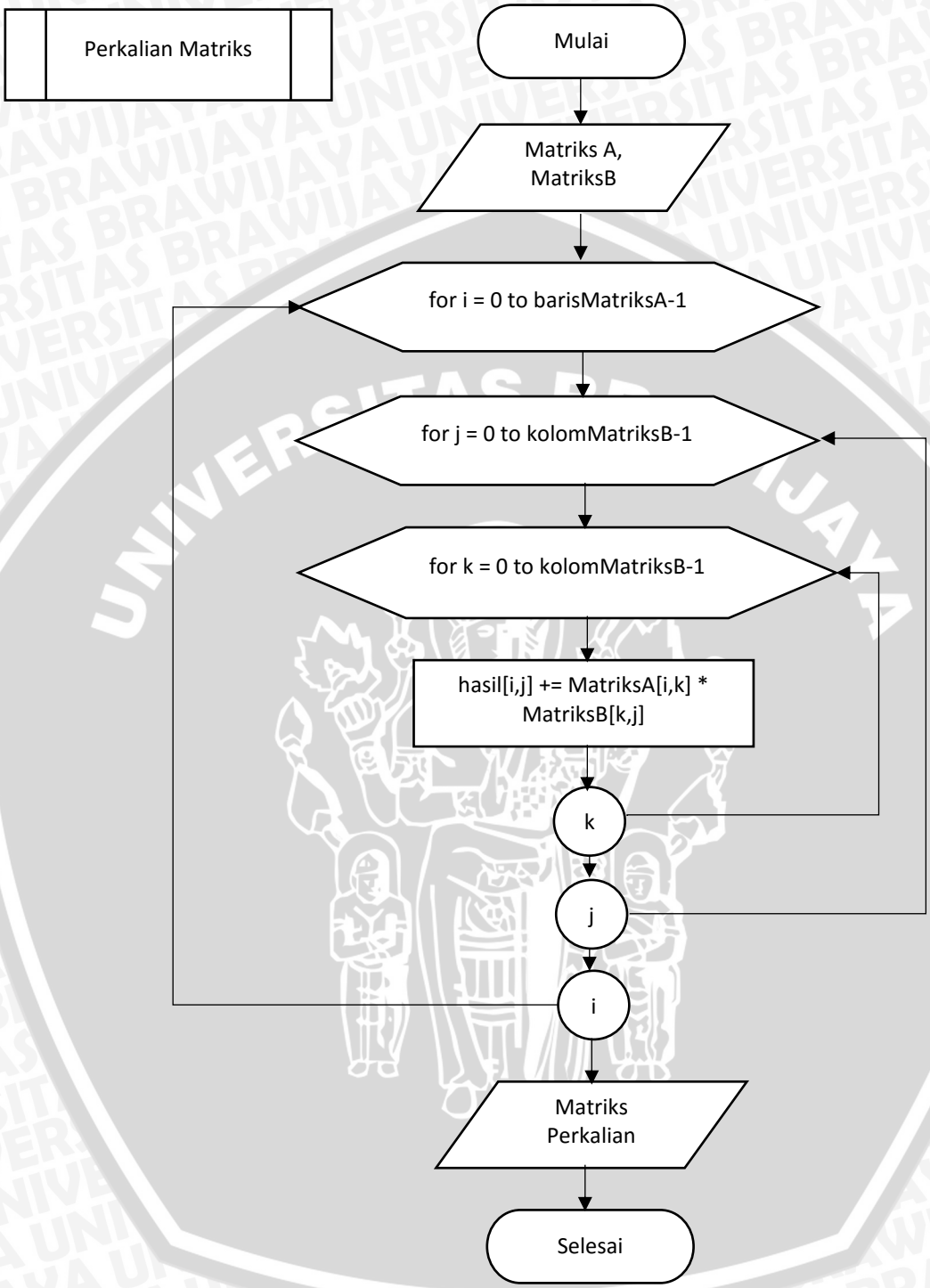




Gambar 4.6 Diagram Alir Fungsi Transpose Matriks

Berdasarkan Gambar 4.6, langkah-langkah pada fungsi transpose matriks di atas adalah sebagai berikut:

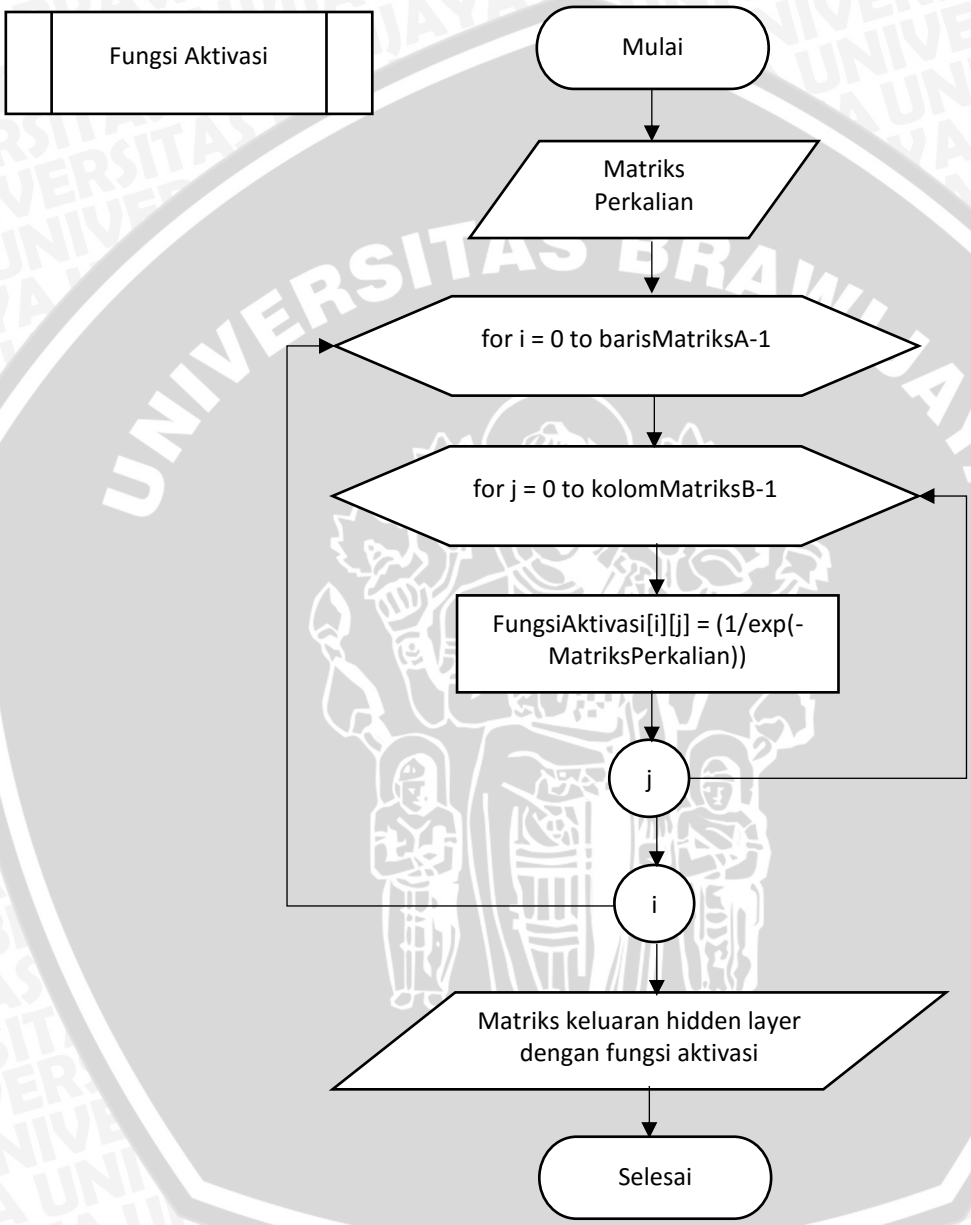
1. Masukkan data merupakan matriks nilai *input weight*.
2. Inisialisasi masukkan yang terdiri dari baris dan kolom.
3. Proses transpose matriks mengubah baris dan kolom awal suatu variabel dengan ordo baris x kolom menjadi kolom dan baris yang baru yang disimpan pada variabel baru dengan ordo kolom x baris.



Gambar 4.7 Diagram Alir Proses Perkalian Matriks

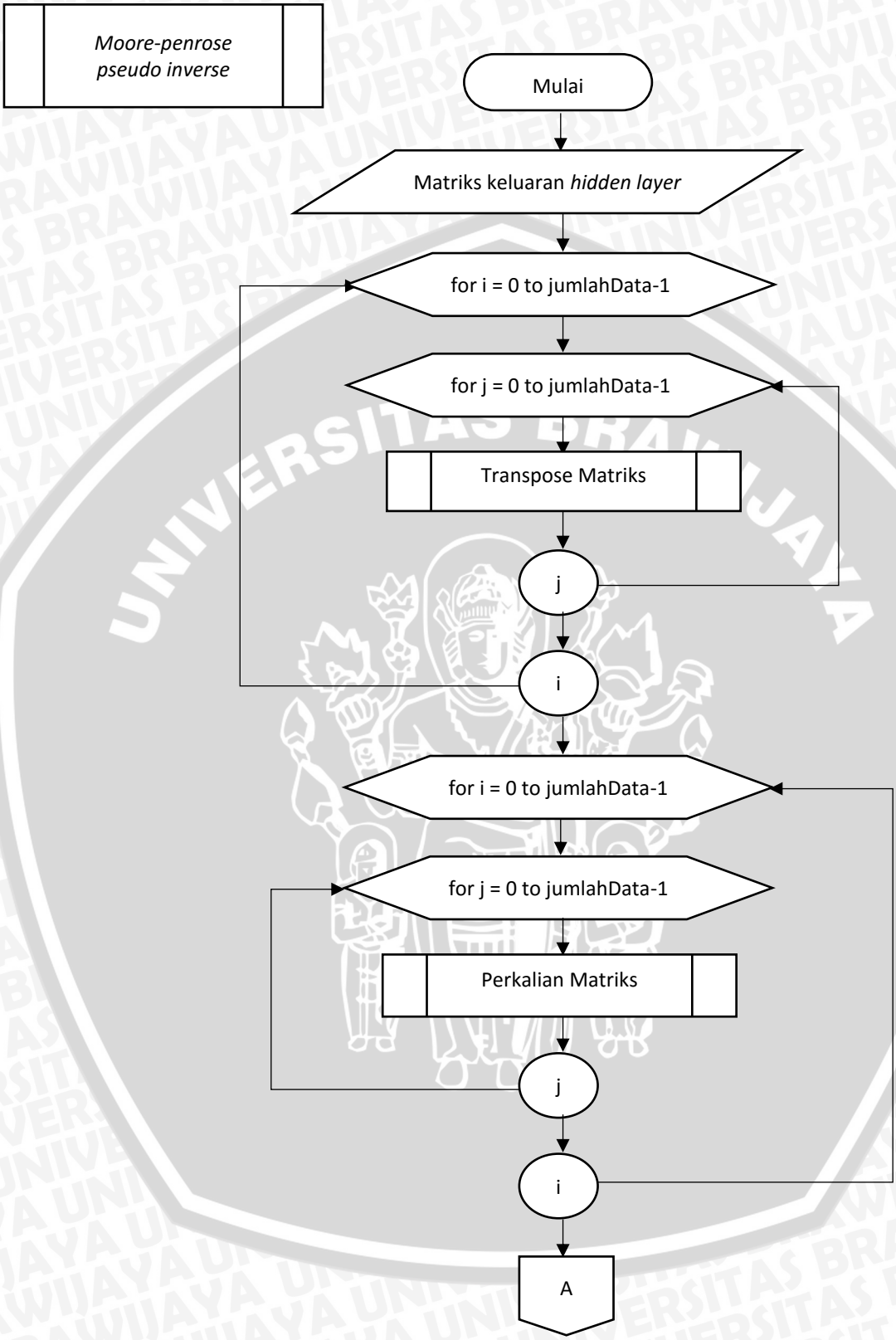
Berdasarkan Gambar 4.7, langkah-langkah pada fungsi transpose matriks di atas adalah sebagai berikut:

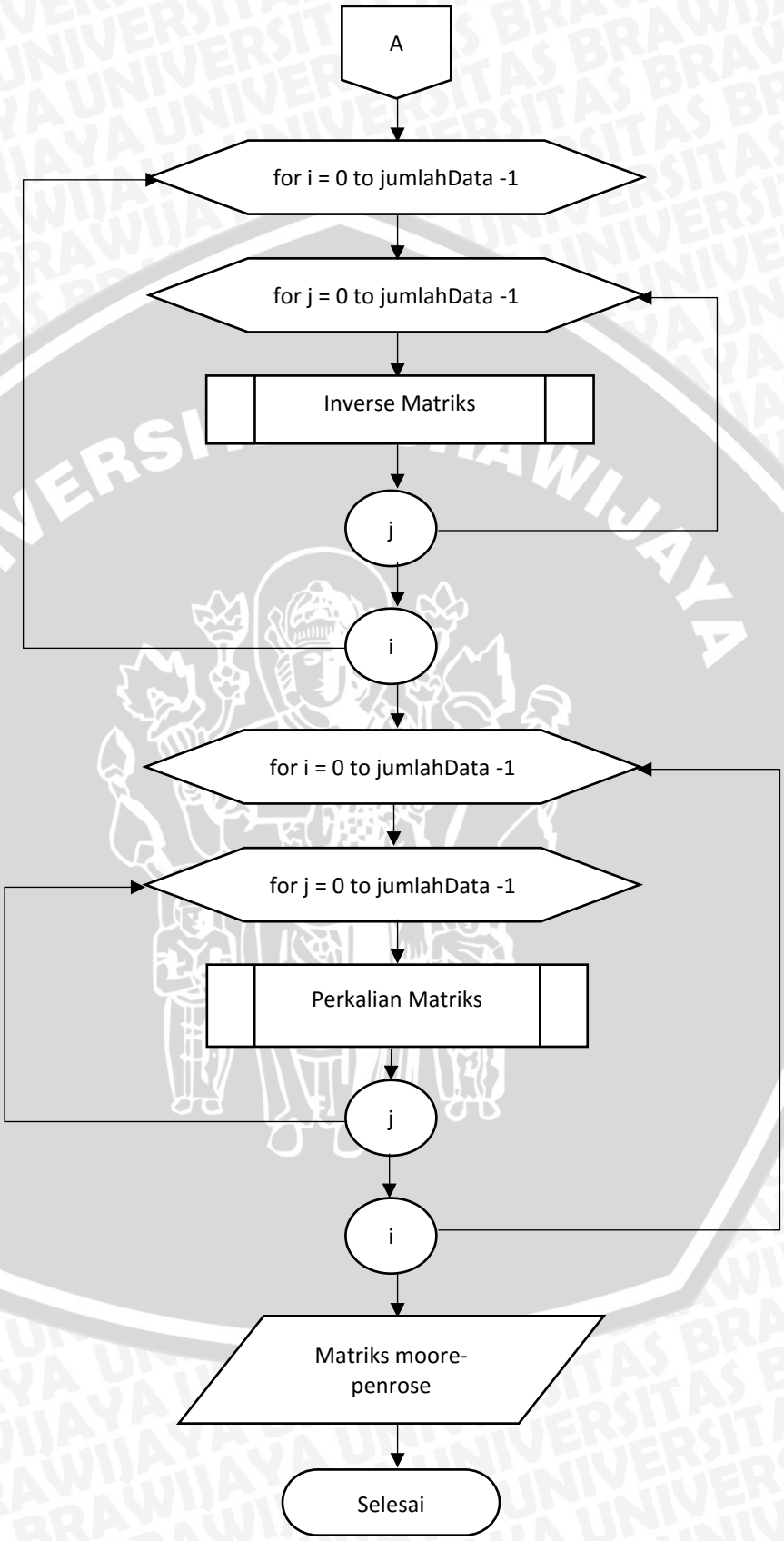
1. Inisialisasi baris dan kolom matriks A dan kolom dari matriks B.
2. Proses perkalian matriks dimulai dengan baris matriks A dikalikan kolom matriks B yang dilakukan sebanyak jumlah baris matriks A.



Gambar 4.8 Diagram Alir Perhitungan Fungsi Aktivasi

Berdasarkan Gambar 4.8 di atas, masukkan diambil berdasarkan hasil perkalian matriks pada proses sebelumnya. Hasil perkalian matriks kemuadian dihitung fungsi aktivasinya berdasarkan rumus fungsi aktivasi sigmoid biner pada Persamaan 2.3.

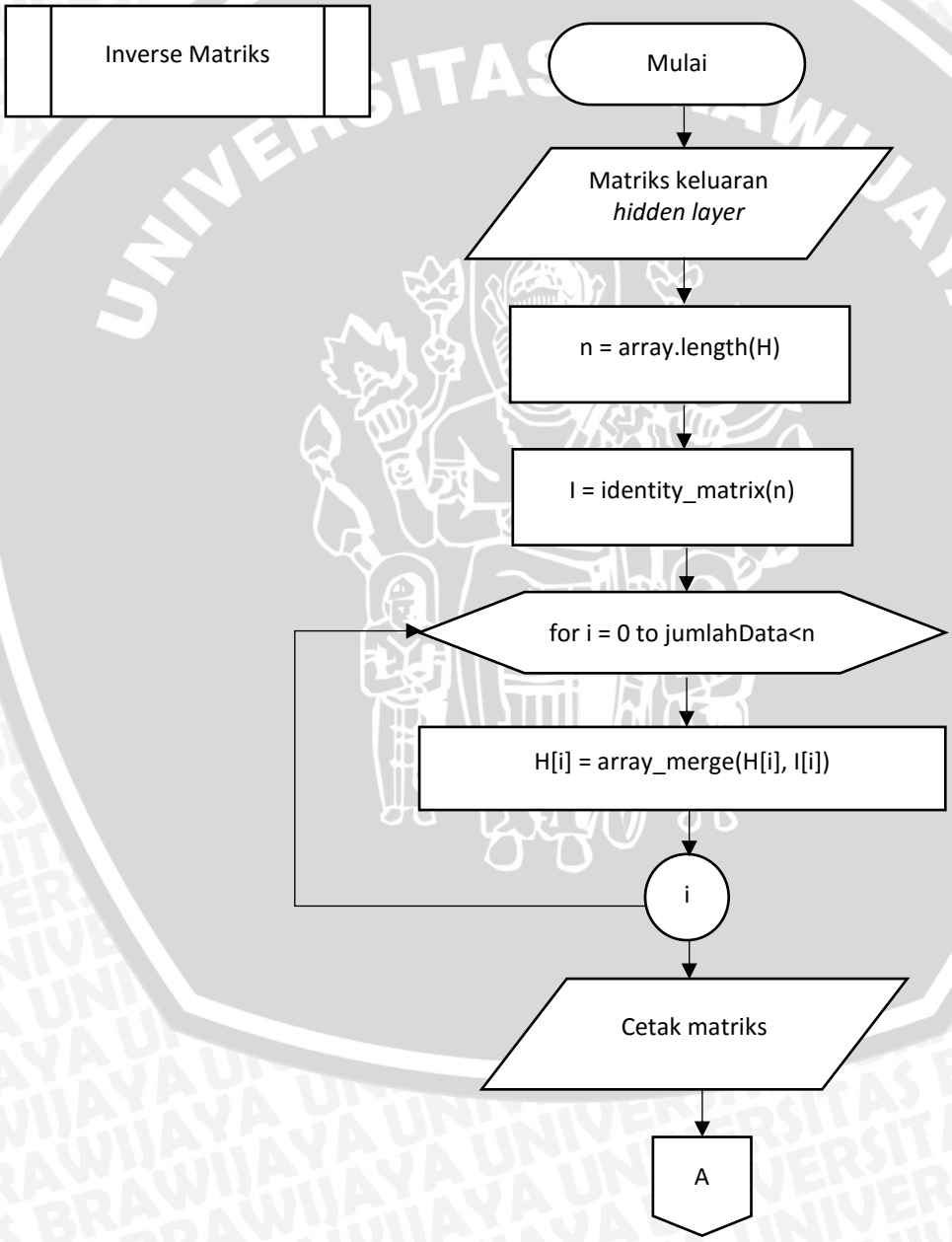

Moore-penrose pseudo inverse
Mulai
Matriks keluaran hidden layer
for i = 0 to jumlahData-1
for j = 0 to jumlahData-1
Transpose Matriks
j
i
for i = 0 to jumlahData-1
for j = 0 to jumlahData-1
Perkalian Matriks
j
i
A

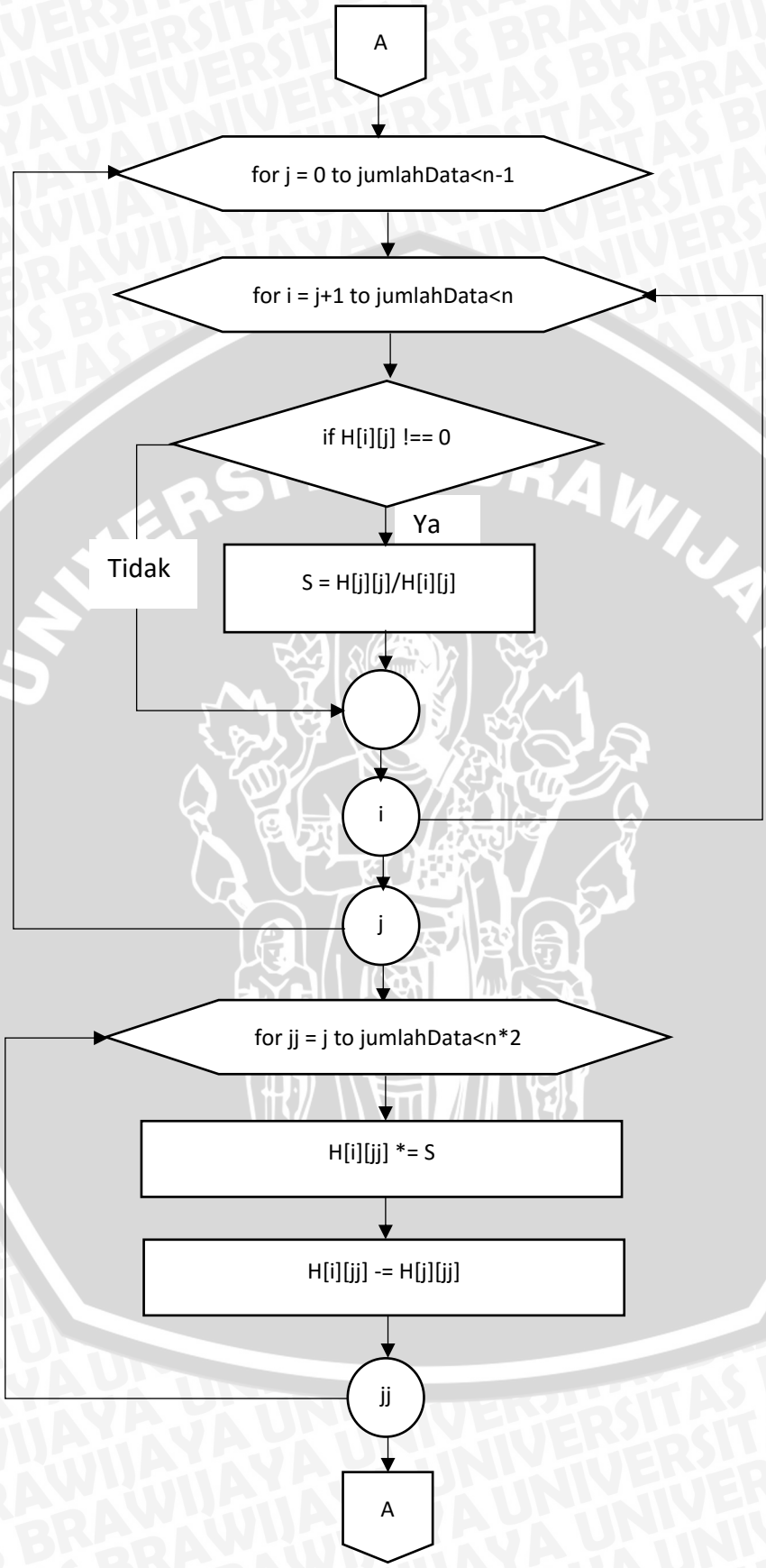


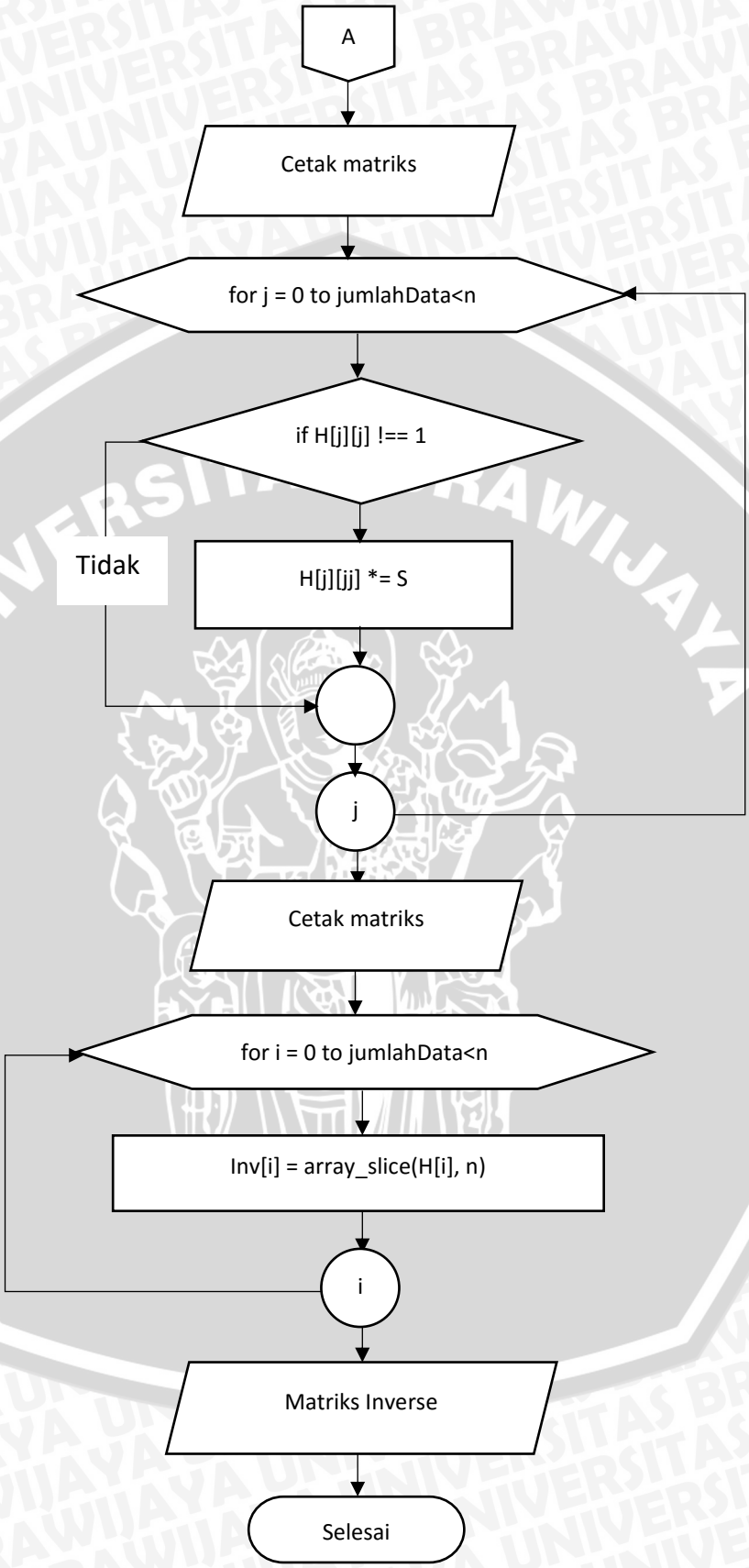
Gambar 4.9 Diagram Alir *Moore-Penrose Pseudo Inverse*

Berdasarkan Gambar 4.9, langkah-langkah perhitungan untuk matriks *moore-penrose pseudo inverse* adalah sebagai berikut:

1. Masukkan data merupakan matriks keluaran dari *hidden layer* dengan fungsi aktivasi.
2. Matriks keluaran *hidden layer* ditranspose dan dikalikan dengan matriks keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi.
3. Hasil dari perkalian matriks tersebut kemudian diinversekan.
4. Hasil dari *inverse* matriks dikalikan kembali dengan matriks tranpose keluaran *hidden layer.*



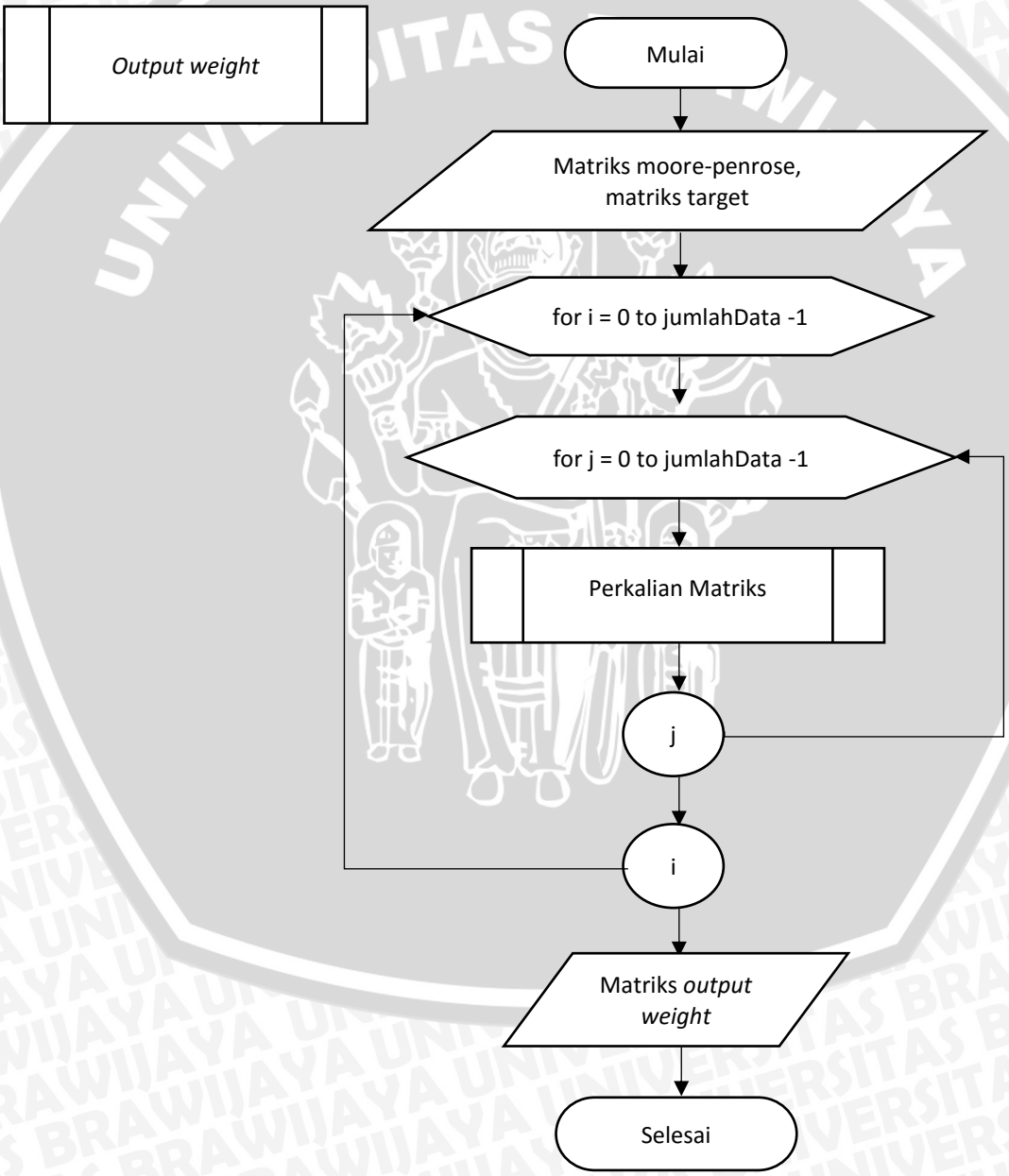

A
for j = 0 to jumlahData<n-1
for i = j+1 to jumlahData<n
if H[i][j] !== 0
Ya
Tidak
S = H[j][j]/H[i][j]
i
j
for jj = j to jumlahData<n*2
H[i][jj] *= S
H[i][jj] -= H[j][jj]
jj
A



Gambar 4.10 Diagram Alir *Inverse* Matriks

Berdasarkan Gambar 4.10, langkah-langkah proses mencari matriks *inverse* adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi matriks identitas sesuai dengan bentuk matriks $(H|I)$. Pada perhitungan *inverse,* matriks identitas digunakan dalam operasi baris elementer (OBE).
2. Cek kondisi apakah matriks tidak bernilai kosong.
3. Proses OBE mengubah matriks H menjadi matriks identitas, sehingga matriks identitas (I) menjadi matriks baru.
4. setelah matriks H berubah menjadi matriks identitas, maka diperoleh matriks baru dari perubahan matriks identitas yang merupakan *inverse* dari matriks H.



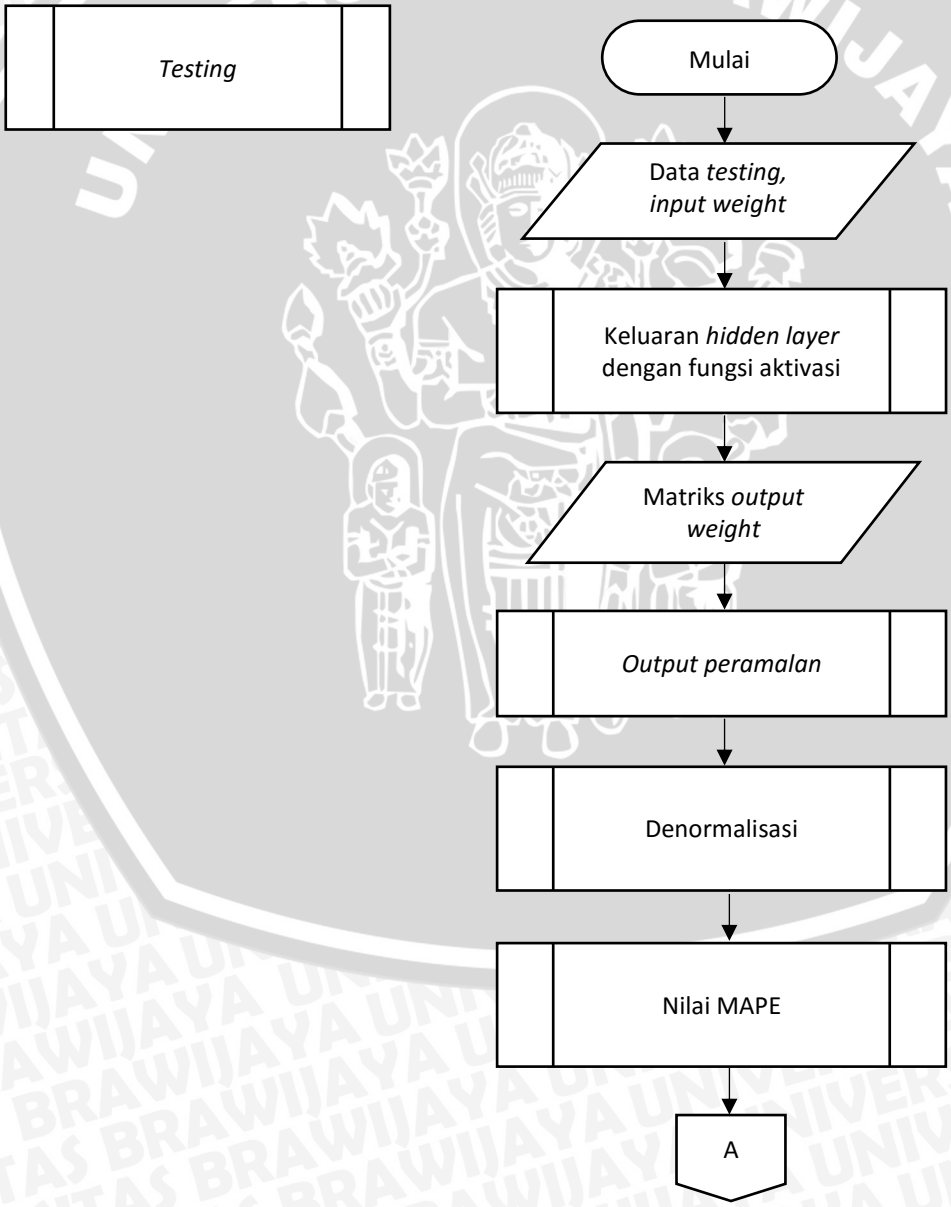
Gambar 4.11 Diagram Alir *Output Weight*

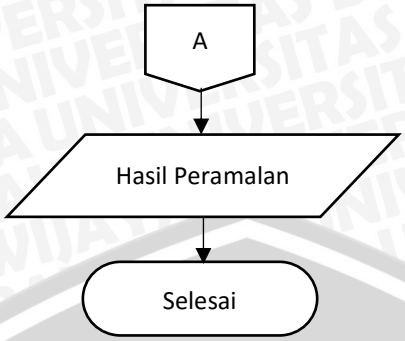
Berdasarkan Gambar 4.11, langkah-langkah perhitungan untuk menghitung *output weight* adalah sebagai berikut:

1. Masukkan data merupakan matriks *moore-penrose pseudo inverse* dan data target yang telah dinormalisasi.
2. Untuk mendapat *output weight,* matriks *moore-penrose pseudo inverse* dikalikan dengan matriks target yang telah dinormalisasi.

4.3.3 Proses *Testing*

Proses *testing* dilakukan sesuai urutan langkah yang sama pada proses *training*. Perhitungan pada proses *testing* mengambil nilai *output weight* yang didapatkan dari proses *training.* Diagram alir proses *testing* dapat dilihat pada Gambar 4.12.

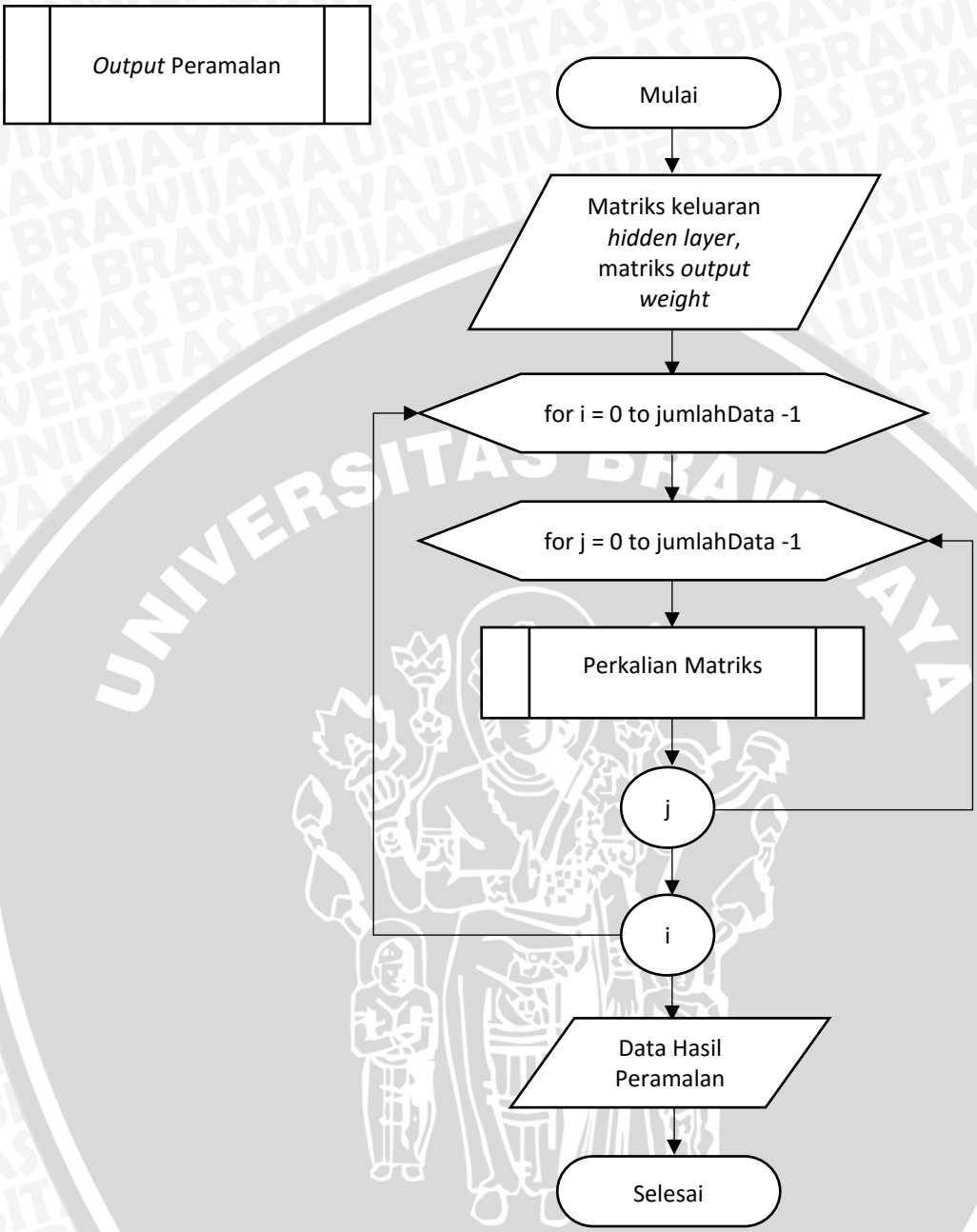




Gambar 4.12 Diagram Alir Proses *Testing*

Berdasarkan Gambar 4.12, langkah-langkah perhitungan untuk proses *testing* adalah sebagai berikut:

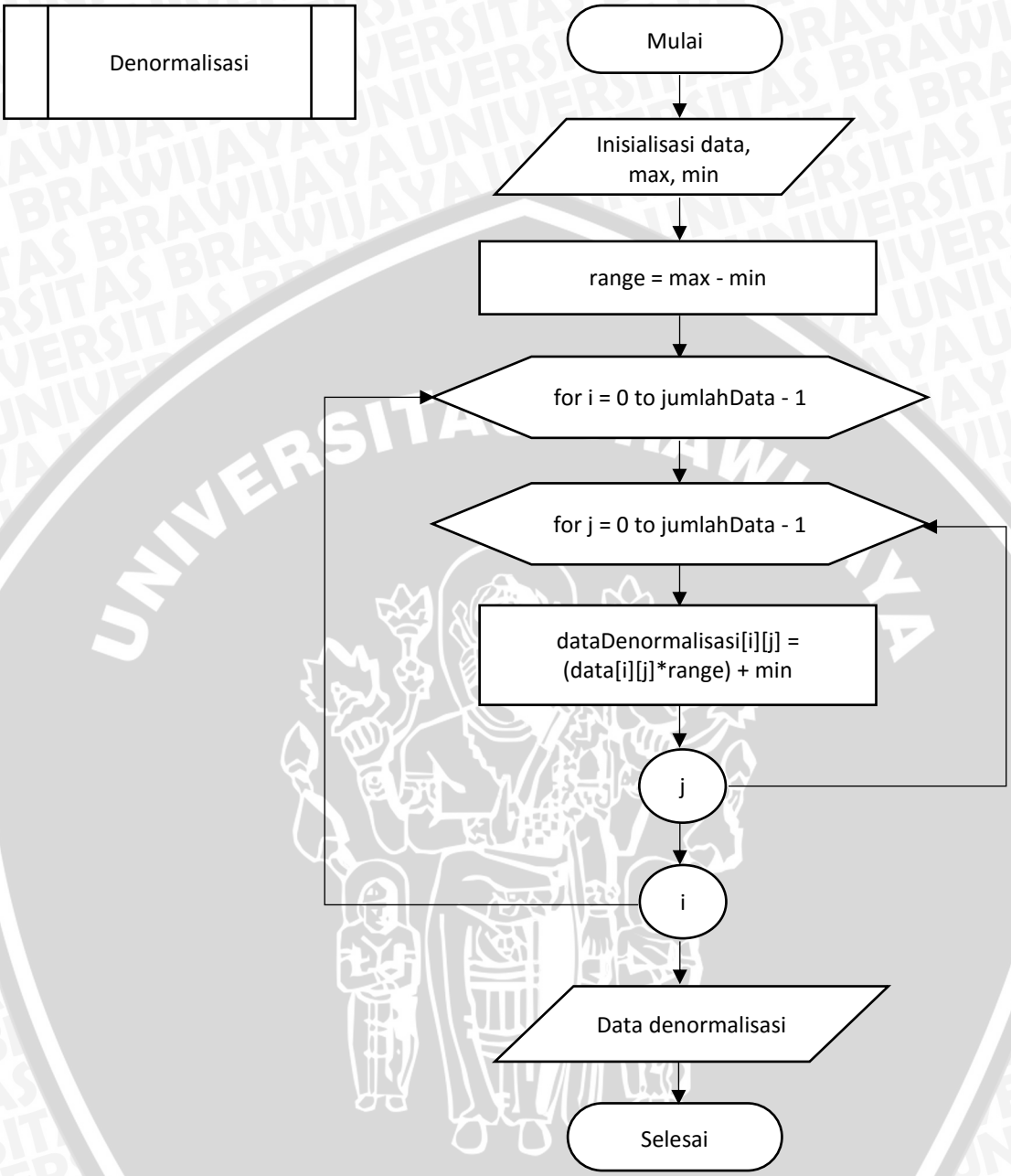
1. *Input* data produksi gula yang telah dinormalisasi. Banyaknya data *testing* disesuaikan dengan masukkan,
2. Inisialisasi *input weight* yang didapatkan secara acak (*random*).
3. Menghitung keluaran pada *hidden layer* dengan fungsi aktivasi. Urutan perhitungan sesuai dengan yang dilakukan pada proses *training.*
4. Menghitung *output* peramalan dengan *output weight* yang didapatkan dari proses *training.* Proses menghitung *output* peramalan ditunjukkan pada Gambar 4.13.
5. Hasil yang didapat dari perhitungan *output* peramalan kemudian didenormalisasi. Proses denormalisasi ditunjukkan pada Gambar 4.14.
6. Evaluasi hasil dengan menghitung tingkat kesalahan menggunakan MAPE. Diagram alir evaluasi hasil ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.13 Diagram Alir *Output* Peramalan

Berdasarkan Gambar 4.13, langkah-langkah perhitungan untuk menghitung *output* peramalan adalah sebagai berikut:

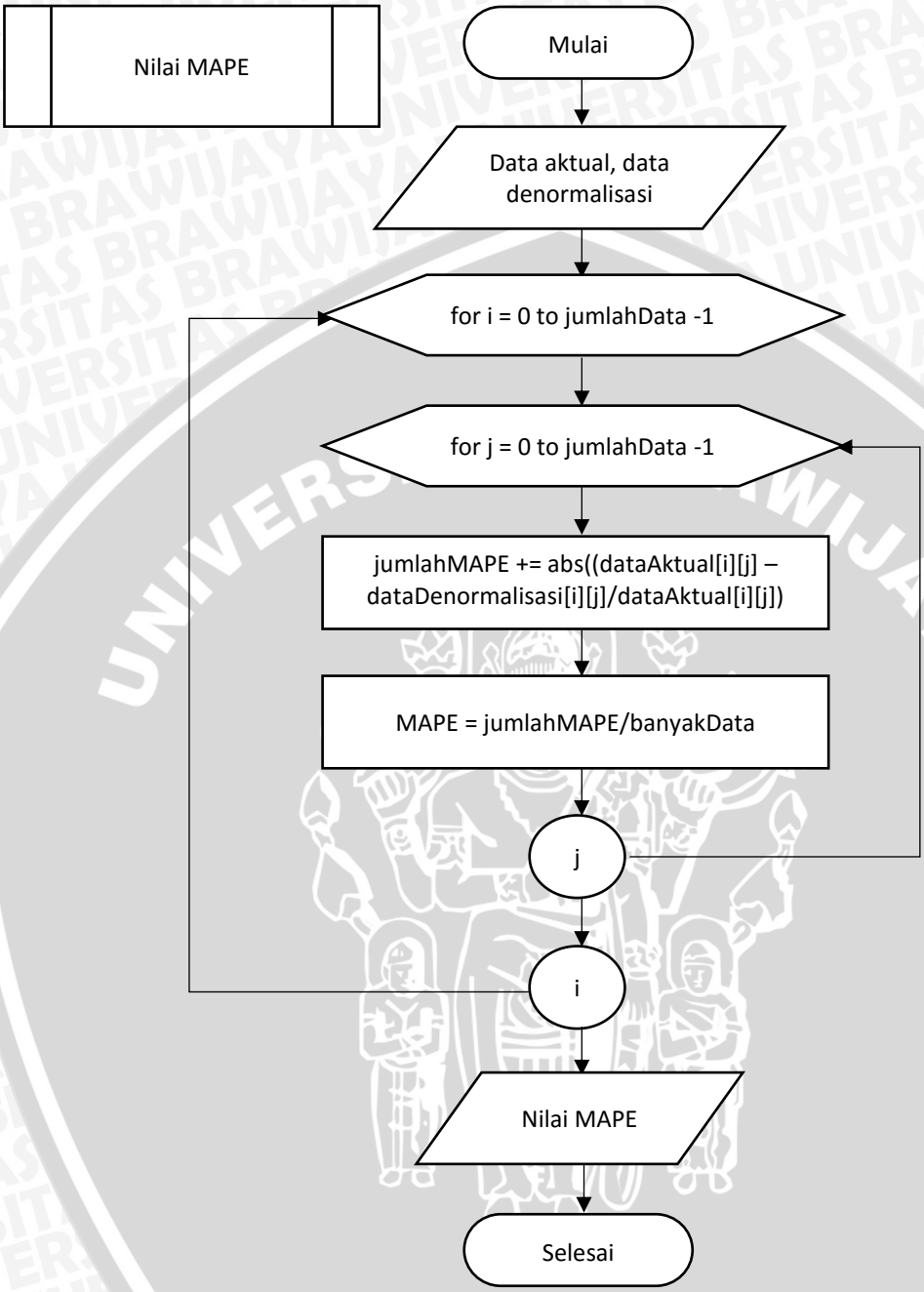
1. Masukkan data merupakan matriks keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi dan matriks nilai *output weight.*
2. Untuk mendapat *output* peramalan, matriks keluaran *hidden layer* dikalikan dengan matriks nilai *output weight*.



Gambar 4.14 Diagram Alir Denormalisasi Data

Berdasarkan Gambar 4.14, langkah-langkah perhitungan untuk denormalisasi data adalah sebagai berikut:

1. Masukkan berupa hasil peramalan serta nilai max dan min dari data.
2. Sistem akan melakukan perhitungan denormalisasi data dengan Persamaan 2.10.
3. Hasil denormalisasi berupa data hasil peramalan.



Gambar 4.15 Diagram Alir Evaluasi Hasil

Berdasarkan Gambar 4.15, langkah-langkah perhitungan untuk menghitung evaluasi nilai MAPE adalah sebagai berikut:

1. Masukkan berupa data hasil peramalan yang telah didenormalisasi.
2. Menghitung nilai MAPE dengan Persamaan 2.11.
3. Hasil keluaran nilai MAPE berupa nilai *error* dengan satuan persen (%).

4.4 Perhitungan Manual

Perhitungan manual merupakan contoh perhitungan dari perancangan sistem yang dibuat dengan tujuan untuk mengetahui kebenaran dari perhitungan sistem. Dalam proses perhitungan manual terdapat beberapa langkah yaitu normalisasi, proses *training* dan proses *testing*.

Pada contoh perhitungan manual ini menggunakan data analisis fundamental dimana penyelesaian dengan analisis ini melibatkan data historis produksi gula serta faktor-faktor yang mempengaruhi produksi gula seperti lama hari giling, rendemen tebu, luas areal, jumlah pekerja dan jumlah tebu digiling.

Langkah penyelesaian ELM dengan analisis fundamental adalah sebagai berikut:

1. Normalisasi

   Dalam proses ELM, harus ditentukan data yang akan digunakan sebagai data *training* dan data *testing*. Untuk studi kasus ini digunakan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 80%:20% sehingga didapat data *training* sebanyak 12 dan data *testing* sebanyak 3 yang kemudian akan dinormalisasi yang disajikan pada Tabel 4.4 untuk hasil normalisasi. Normalisasi data dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan standarisasi data dengan *range* tertentu sebelum dilakukan proses *training* dan *testing*. Langkah-langkah perhitungan normalisasi berdasarkan rumus pada Persamaan 2.9 menggunakan *Min-Max Normalization* adalah sebagai berikut:

   Langkah 1: Mencari nilai *maximum* dan *minimum* dari setiap parameter. Berikut nilai *maximum* dan *minimum* dari setiap parameter yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Nilai *Maximum* dan *Minimum*

	Lama giling (hari)	Rendemen Tebu (%)	Luas Areal (Ha)	Jumlah Pekerja (orang)	Tebu Digiling (ton)	Produksi Gula (ton)
Max	31	7.29	4400	794	708226	51979
Min	9	5.6	4300	792	205587	11444

   Langkah 2: Menghitung nilai normalisasi dari masing-masing parameter data produksi gula dengan *Min-Max Normalization.* Berikut contoh perhitungan nilai normalisasi.

$$x'_{1,1} = \frac{(x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})}$$

$$= \frac{(18 - 9)}{(31 - 8)} = 0.409091$$

Tabel 4.3 Normalisasi Data

No	X1	X2	X3	X4	X5	T
1	0.409090909	0	0	1	0.409112703	0.409090909

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

No	X1	X2	X3	X4	X5	T
2	0.954545455	0	0	1	0.954549886	0.954545455
3	1	0	0	1	1	1
4	0.954545455	0	0	1	0.954508106	0.954545455
5	0.636363636	0	0	1	0.636389138	0.636363636
6	1	0	0	1	0.999948273	1
7	0.909090909	0	0	1	0.909087834	0.909090909
8	0	0	0	1	0	0
9	0.590909091	1	1	0	0.58733604	0.590909091
10	0.954545455	1	1	0	0.949653728	0.954545455
11	1	1	1	0	0.994962587	1
12	0.772727273	1	1	0	0.768497868	0.772727273
13	0.409090909	0	0	1	0.409112703	0.409090909
14	0.954545455	0	0	1	0.954549886	0.954545455
15	1	0	0	1	1	1

2. Menentukan jumlah *hidden neuron*

   Jumlah *hidden neuron* yang digunakan dalam manualisasi sebanyak 2. Sedangkan untuk penentuan nilai *input weight* didapatkan secara random dalam bentuk matriks dengan ukuran matriks disesuaikan dengan banyaknya *input layer* dan *hidden layer*. Dalam kasus ini, jumlah *input layer* sebanyak 5 sehingga *input weight* memiliki ordo 2x5 sebanyak 10 nilai. Nilai *input weight* memiliki *range* [0,1] yang ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Matriks Nilai *Input Weight*

	1	2	3	4	5
1	0.06	0.92	0.08	0.25	0.95
2	0.98	0.99	0.44	0.49	0.65

3. Proses *Training*

   Langkah 1: Menghitung keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi. Keluaran *hidden layer* didapatkan dari perkalian data hasil normalisasi dengan *input weight* yang telah diinisialisasi sebelumnya. Kemudian hasil perkalian tersebut dilanjutkan dengan menghitung fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi aktivasi *sigmoid biner* berdasarkan rumus pada Persamaan 2.3. Hasil dari keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi ini memiliki ordo 12x2. Berikut ini contoh perhitungan dan hasilnya.

   Langkah 1.1: Menghitung keluaran *hidden layer*

$$H_{1,1} = N * w^T$$

$$H_{1,1} = (0.409090909 * 0.06) + (0 * 0.92) + (0 * 0.08) + (1 * 0.25) + (0.409112703 * 0.95) = 0.663202523$$

Tabel 4.5 Matriks Keluaran *Hidden Layer* (*H*) Proses *Training*

H	1	2
1	0.663202523	1.156832348
2	1.214095119	2.045911971
3	1.26	2.12
4	1.214055428	2.045884814
5	0.892751499	1.527289303
6	1.259950859	2.119966377
7	1.168178897	1.971816183
8	0.25	0.49
9	1.593423784	2.390859335
10	1.959443769	2.982729468
11	2.005214458	3.056725682
12	1.776436611	2.686796342

Langkah 1.2: Menghitung fungsi aktivasi

$$H(x)_{1,1} = \frac{1}{1+\ e^{-x}} = \frac{1}{1+e^{-0.663202523}} = 0.659979423$$

Tabel 4.6 Matriks Fungsi Aktivasi

$H(x)$	1	2
1	0.659979423	0.76075666
2	0.771022731	0.885533894
3	0.779026108	0.89283193
4	0.771015724	0.885531141
5	0.709457659	0.821609361
6	0.779017648	0.892828712
7	0.762815685	0.877806055
8	0.562176501	0.620106432
9	0.83109726	0.916127621
10	0.876472743	0.951787775
11	0.881343476	0.955072007
12	0.855256302	0.936243016

Langkah 2: Mencari keluaran matriks *Moore-Penrose Generalized Invers* dari dari Persamaan 2.7 yaitu $H^{+} = (H^{T}H)^{-1}H^{T}$.

Langkah 2.1: Mencari matriks *transpose* dari matriks $H(x)$. Hasil *transpose* memiliki ordo 2x12 yang ditunjukkan pada Tabel 4.7.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.7 *Transpose* Matriks Keluaran *Hidden Layer* Proses *Training*

H^T	1	2	3	...	11	12
1	0.659979423	0.771022731	0.779026108	...	0.881343476	0.855256302
2	0.76075666	0.885533894	0.89283193	...	0.955072007	0.936243016

Langkah 2.2: Mengalikan matriks *transpose* dengan matriks $H(x)$. Hasil dari perkalian matriks ini berupa matriks dengan ordo 2x2. Berikut contoh perhitungan dan hasil perhitungan diatas ditunjukkan pada Tabel 4.8.

$$H^T H_{1,1} = (0.659979423 * 0.659979423) + (0.771022731 * 0.771022731) + \cdots + (\ldots_{(n)} * \ldots_{(n)}) = 7.206681458$$

Tabel 4.8 Perkalian Matriks

$H^T H$	1	2
1	7.206681458	8.097869609
2	8.097869609	9.105399049

Langkah 2.3: Menghitung matriks *inverse* dari hasil perhitungan $H^T H$. Hasil dari *inverse* matriks ini memiliki ordo 2x2 menggunakan perhitungan OBE. Berikut langkah-langkah mendapatkan *inverse* matriks dengan OBE. hasil perhitungan *inverse* ditunjukkan pada Tabel 4.9.

1. Bentuk matriks identitas (I)

$$[H|I] = \begin{bmatrix} 7.206681458 & 8.097869609 \\ 8.097869609 & 9.105399049 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2. Tukar baris 2 $(R2)$ dan baris 1 $(R1)$

$$[H|I] = \begin{bmatrix} 8.097869609 & 9.105399049 \\ 7.206681458 & 8.097869609 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

3. $R1 \div 8.097869609 \rightarrow R1$

$$R1 = \begin{bmatrix} 1 & 1.124419074 \\ 7.206681458 & 8.097869609 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0.123489269 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

4. $R2 - (7.206681458\, R1) \rightarrow R2$

$$R2 = \begin{bmatrix} 1 & 1.1244190742316 \\ 0 & -0.0054604843 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0.123489269 \\ 1 & -0.889947826523468 \end{bmatrix}$$

5. $R2 \div (-0.0054604843) \rightarrow R2$

$$R2 = \begin{bmatrix} 1 & 1.124419074 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0.123489269 \\ -183.1339448 & 162.9796562 \end{bmatrix}$$

6. $R1 - (1.124419074\, R2) \rightarrow R1$

$$R1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 205.9193007 & -183.1339448 \\ -183.1339448 & 162.9796562 \end{bmatrix}$$

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.9 *Inverse* Matriks

$(H^T H)^{-1}$	1	2
1	205.9193007	-183.1339448
2	-183.1339448	162.9796562

Langkah 2.4: Menghitung matriks *moore-penrose pseudo inverse* dengan mengalikan matriks *inverse* dengan matriks *transpose* dari $H(x)$. Hasil dari perkalian matriks ini memiliki ordo 2x12. Berikut adalah contoh perhitungan dan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.10.

$$H^+ = (H^T H)^{-1} H^T$$

$$H^+{}_{1,1} = (205.9193007 * 0.659979423) + (-183.1339448 * 0.76075666)$$

$$= -3.417866782$$

Tabel 4.10 Matriks *Moore-Penrose Pseudo Inverse*

H^+	1	2	3	...	11	12
1	-3.417866782	-3.402853697	-3.091321975	...	6.579528137	4.65590275
2	3.12322349	3.123575285	2.847316637	...	-5.746600303	-4.037895557

Langkah 3: Menghitung *output weight* dengan mengalikan matriks *moore-penrose pseudo inverse* dengan matriks target. Hasil perhitungan ini akan digunakan dalam proses *testing* untuk menentukan *output* yang dihasilkan. Pada kasus ini *output weight* berupa matriks dengan ordo 2x1. Berikut adalah contoh perhitungan dan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.11.

$$\beta = H^+ T$$

$$\beta_{1,1} = (-3.417866782 * 0.282077217) + (-3.402853697 * 0.659257432) + \cdots$$

$$+\left(\ldots_{(n)} * \ldots_{(n)}\right) = 3.955038441$$

Tabel 4.11 Matriks *Output Weight*

β	1
1	3.955038441
2	-2.788531508

3. Proses *Testing*

Proses *testing* dilakukan berdasarkan *input weight* dan *output weight* yang didapatkan pada proses *training.*

Langkah 1: Menghitung keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi. Proses pencarian *output* yang dikeluarkan *hidden layer* pada proses *testing* sama dengan yang dilakukan pada proses *training.* Hasil dari keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi ini berupa matriks dengan ordo 3x2. Berikut adalah

contoh perhitungan manual dan hasil perhitungan keluaran *hidden layer* yang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Langkah 1.1: Menghitung keluaran *hidden layer*

$$H_{1,1} = N * w^T$$

$$H_{1,1} = (0.818182 * 0.06) + (1 * 0.92) + (1 * 0.08) + (0 * 0.25) + (0.813787 * 0.95)$$

$$= 1.822188401$$

Tabel 4.12 Matriks Keluaran *Hidden Layer* (H) Proses *Testing*

H	1	2
1	1.822188401	2.760779623
2	2.005195558	3.05671275
3	1.555587449	2.279612465

Langkah 1.2: Menghitung fungsi aktivasi

$$H(x)_{1,1} = \frac{1}{1 + e^{-x}} = \frac{1}{1 + e^{-1.822188401}} = 0.860828511$$

Tabel 4.13 Matriks Fungsi Aktivasi

$H(x)$	1	2
1	0.860828511	0.940519263
2	0.8813415	0.955071452
3	0.825719269	0.907174418

Langkah 2: Menghitung nilai hasil peramalan (O). Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai hasil peramalan dengan *output weight* yang telah didapatkan pada proses *training*. Hasil dari matriks *output* peramalan ini memiliki ordo 3x1. Berikut adalah contoh perhitungan dan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.18.

$$O = H(x).\beta$$

$$O_{1,1} = (0.860828511 * 3.955038441) + (0.940519263 * -2.788531508)$$

$$= 0.781942251$$

Tabel 4.14 Matriks Nilai Hasil Peramalan

O	1
1	0.781942251
2	0.822492676
3	0.736067001

Langkah 3: Denormalisasi data. Denormalisasi pada proses *testing* digunakan persamaan yang sama dengan pada proses *training*. Berikut contoh perhitungan manual dan hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4.19.

$$x_{1,1} = (x'(x_{max} - x_{min})) + x_{min}$$
$$= (.781942251 * (51979 - 11444)) + 51979$$
$$= 48033.01659$$

Tabel 4.15 Denormalisasi Data *Testing*

DATA RAMALAN	1
1	48033.01659
2	48727.76701
3	47247.03592

Langkah 4: Menghitung *error rate*. Tahapan terakhir pada proses *testing* adalah menghitung tingkat *error* atau biasa disebut *error rate*. Proses mendapatkan *error rate* pada proses *testing* menggunakan persamaan yang sama pada proses *training.* Berikut merupakan contoh perhitungan nilai MAPE untuk proses *testing* dan tabel hasil perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.20.

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \left|\frac{\hat{y}_i - y_i}{\hat{y}_i} \text{x } 100\right|$$

$$MAPE = \left(abs\left(\frac{43182-48033.01659}{43182}x100\right) + abs\left(\frac{51769-48727.76701}{51769}x100\right) + abs\left(\frac{34369-47247.03592}{34366}x100\right)\right)$$
$$= 12.19630858$$

Tabel 4.16 Nilai MAPE Proses *Testing*

KET	DATA RAMALAN	DATA AKTUAL
	48033.01659	43182
	48727.76701	51769
	47247.03592	34636
MAPE (%)	17.83956832	

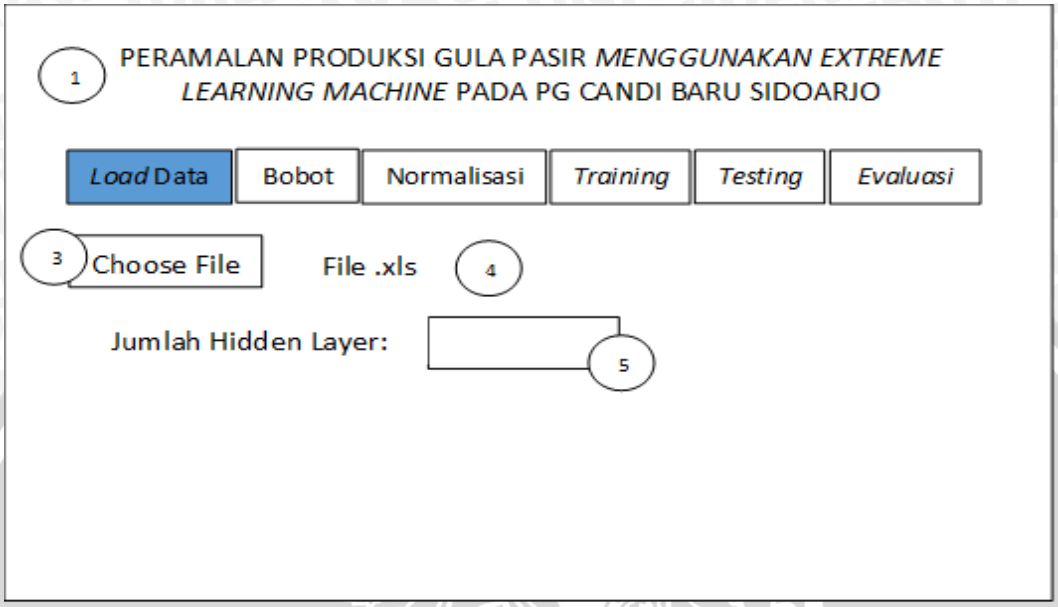
4.5 Perancangan *User Interface*

Pada perancangan *user interface*, aplikasi akan dibuat 6 halaman menu utama. Menu tersebut diantaranya *load* data, bobot, normalisasi, *training, testing* dan evaluasi.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.5.1 Perancangan Halaman *Load* Data

Halaman *load* data adalah halaman yang tampil ketika aplikasi ini dijalankan. Halaman ini digunakan penggunaa untuk melakukan *entry* data dari storage berupa *file* dengan file ekstensi .xls. Adapun perancangan halaman *load* data ditunjukkan pada Gambar 4.14.



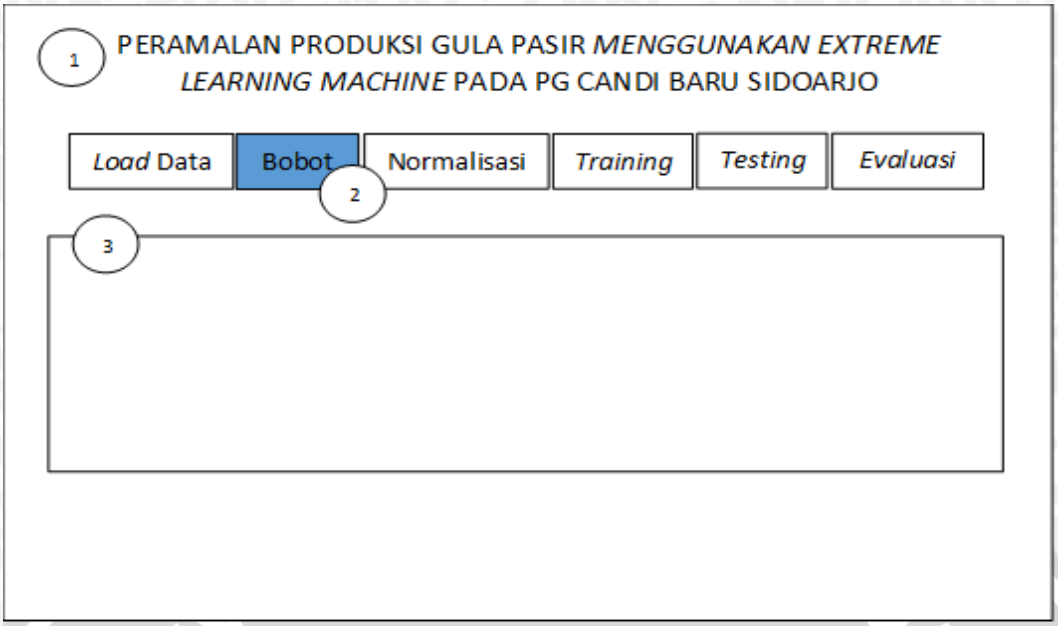
Gambar 4.16 Perancangan Halaman *Load* Data

Penjelasan mengenai rancangan *user interface* halaman *load* data sebagai berikut:

1. *Header* program
2. Menu bar program berwarna biru menandakan menu *Load* Data sedang aktif
3. *Button* Choose File untuk memilih file yang akan di load
4. *TextView* menunjukkan nama file yang dipilih
5. *TextBox* untuk memasukkan jumlah *hidden layer* yang digunakan

4.5.2 Perancangan Halaman Bobot

Pada halaman bobot merupakan halaman yang menampilkan *input weight* yang didapat secara random dalam bentuk matriks dengan ukuran jumlah *hidden layer* x jumlah *input layer*. Adapun perancangan halaman bobot ditunjukkan pada Gambar 4.15.



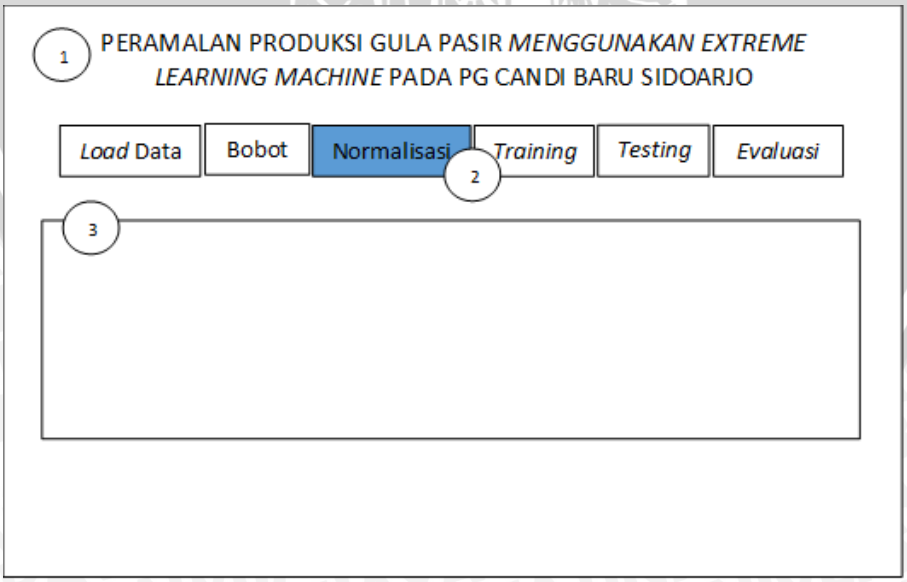
Gambar 4.17 Perancangan Halaman Bobot

Penjelasan mengenai rancangan *user interface* halaman bobot sebagai berikut:

1. *Header* program
2. Menu bar program berwarna biru menandakan menu Bobot sedang aktif
3. *Textbox* tampilan data *input weight* dari hasil *random*.

4.5.3 Perancangan Halaman Normalisasi

Pada halaman normalisasi merupakan halaman yang menampilkan data hasil normalisasi sesuai dengan data yang telah dimasukkan pada halaman *load* data. Adapun perancangan halaman normalisasi ditunjukkan pada Gambar 4.16.



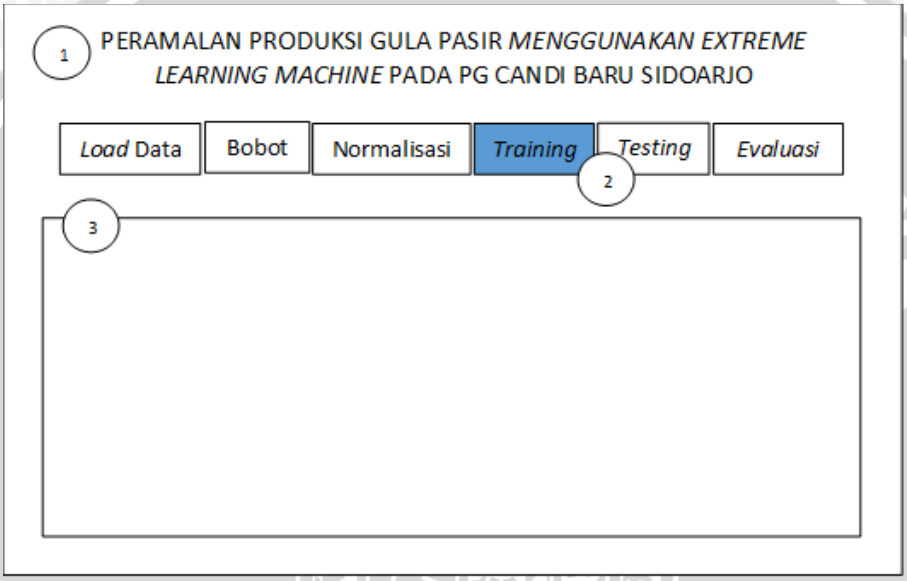
Gambar 4.18 Perancangan Halaman Normalisasi

Penjelasan mengenai rancangan antarmuka halaman *normalisasi* sebagai berikut:

1. *Header* program
2. Menu bar program berwarna biru menandakan menu Normalisasi sedang aktif
3. *TextBox* untuk menampilkan data hasil normalisasi

4.5.4 Perancangan Halaman *Training*

Pada halaman *training* berisi tampilan hasil dari setiap perhitungan yang ada pada proses *training*. Dimulai dari perhitungan keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi hingga perhitungan nilai MAPE. Adapun perancangan halaman *training* ditunjukkan pada Gambar 4.17.



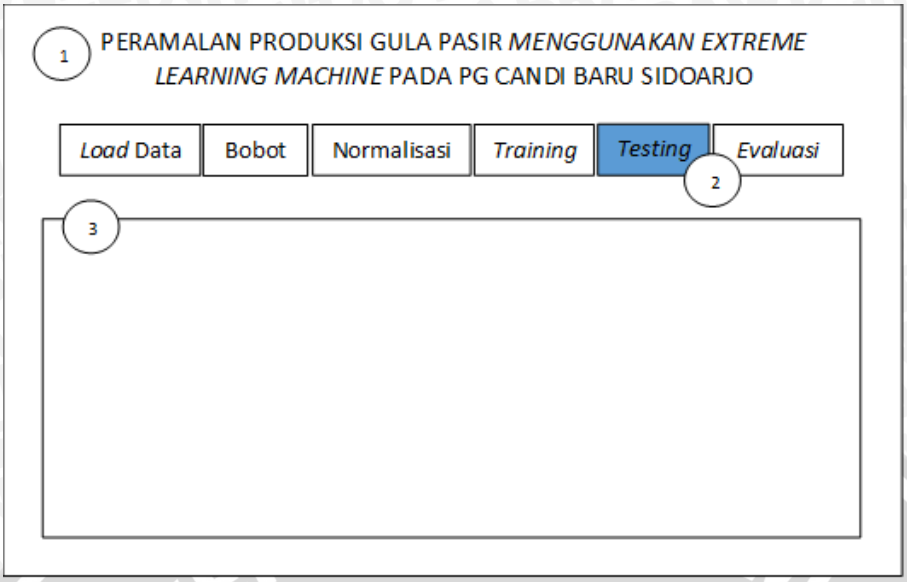
Gambar 4.19 Perancangan Halaman *Training*

Penjelasan mengenai rancangan antarmuka halaman proses *training* sebagai berikut:

1. *Header* program
2. Menu bar program berwarna biru menandakan menu *Training* sedang aktif
3. *TextBox* untuk menampilkan hasil setiap perhitungan pada proses *training*

4.5.5 Perancangan Halaman *Testing*

Pada halaman *testing* berisi tampilan hasil dari setiap perhitungan yang ada pada proses *testing*. Dimulai dari perhitungan keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi hingga perhitungan nilai MAPE. Adapun perancangan halaman *training* ditunjukkan pada Gambar 4.18.



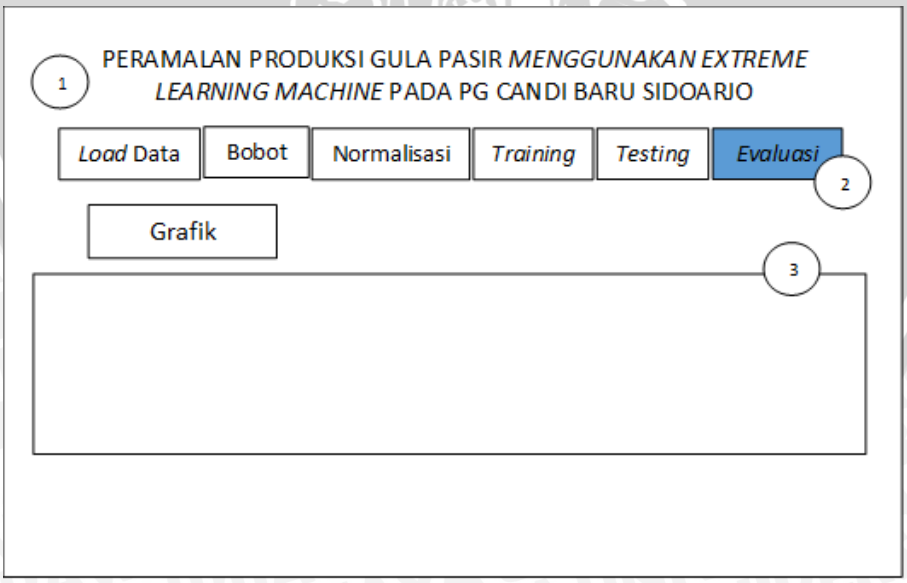
Gambar 4.20 Perancangan Halaman *Testing*

Penjelasan mengenai rancangan antarmuka halaman proses *testing* sebagai berikut:

1. *Header* program
2. Menu bar program berwarna abu-abu menandakan menu *Testing* sedang aktif
3. *TextBox* untuk menampilkan hasil setiap perhitungan pada proses *testing*

4.5.6 Perancangan Halaman Evaluasi

Halaman evaluasi berisi grafik hasil peramalan antara data aktual dan data ramalan dari hasil proses *trainig* dan proses *testing*. Adapun perancangan halaman evaluasi ditunjukkan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.21 Perancangan Halaman Evaluasi

Penjelasan mengenai rancangan antarmuka halaman proses *testing* sebagai berikut:

1. *Header* program
2. Menu bar program berwarna abu-abu menandakan menu Evaluasi sedang aktif
3. Tampilan grafik antara data aktual dan data hasil peramalan dari proses *training* dan *testing*

4.6 Perancangan Uji Coba dan Evaluasi

Pengujian dan pembahasan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja metode *Extreme Learning Machine* (ELM) dalam pemecahan suatu permasalahan. Skenario pengujian yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Pengujian variasi fitur data
2. Pengujian *range input weight*
3. Pengujian perbandingan data *training* dan data *testing*
4. Pengujian jumlah *neuron*

4.6.1 Pengujian Variasi Fitur Data

Pengujian berdasarkan analisis data digunakan untuk mengetahui jenis data terbaik yang cocok digunakan untuk menghasilkan nilai kesalahan yang minimal pada peramalan produksi gula. Terdapat tiga jenis analisis data, yaitu fundamental, teknikal dan gabungan antara fundamental dan teknikal. Inisialisasi parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah *input weight* dengan *range* [-1,1], jumlah *hidden neuron* yaitu 3 serta perbandingan jumlah data *training* dan data *testing* sebesar 80%:20%. *Input weight* dilakukan secara *random* dengan 10 kali percobaan. Tabel 4.17 merupakan tabel rancangan pengujian jumlah *neuron* pada *hidden layer* dengan nilai MAPE.

Tabel 4.17 Rancangan Pengujian Variasi Fitur Data

Analisis Data	Nilai MAPE (%) Percobaan ke-*i*										Rata-Rata Nilai MAPE (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fundamental											
Teknikal											
Gabungan											

4.6.2 Pengujian *Range Input Weight*

Pengujian *range input weight* digunakan untuk mengetahui *range* bobot terbaik dalam ELM untuk menghasilkan nilai kesalahan yang minimal. Nilai *range* yang digunakan adalah [-1;1], [-0,8;1], [-0,6;1], [-0,4;1], [-0,2;1] dan [0;1]. Inisialisasi parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah jumlah *neuron* yaitu 3 dengan perbandingan jumlah data *training* dan *testing* sebesar 80%:20%.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Input weight dilakukan secara *random* dengan 10 kali percobaan. Tabel 4.18 merupakan tabel rancangan pengujian *range input weight* dengan nilai MAPE.

Tabel 4.18 Rancangan Pengujian *Range Input Weight*

Range Input Weight	**Nilai MAPE (%) Percobaan ke-*i***										**Rata-Rata Nilai MAPE (%)**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
[-1;1]											
[-0.8;1]											
[-0.6;1]											
[-0.4;1]											
[-0.2;1]											
[0,1]											

4.6.3 Pengujian Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing*

Pengujian perbandingan jumlah data *training* dan data *testing* terbaik dengan 7 jenis perbandingan data yaitu 80% : 20%, 70% : 30%, 60% : 40%, 50% : 50%, 40% : 60%, 30% : 70% dan 20% : 80%. Inisialisasi parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah jumlah *neuron* yaitu 3 dengan *range input weight* [-1;1]. *Input weight* dilakukan secara *random* dengan 10 kali percobaan. Tabel 4.19 merupakan tabel rancangan pengujian perbandingan jumlah data *training* dan data *testing* dengan nilai MAPE dan rata-rata waktu eksekusi yang dibutuhkan.

Tabel 4.19 Pengujian Perbandingan Data *Training* dan Data *Testing*

Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing*	**Nilai MAPE (%) Percobaan ke-*i***										**Rata-Rata Nilai MAPE (%)**	**Rata-Rata Waktu Eksekusi (s)**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**		
80% : 20%												
70% : 30%												
60% : 40%												
50% : 50%												
40% : 60%												
30% : 70%												
20% : 80%												

4.6.4 Pengujian Jumlah *Neuron*

Pengujian jumlah *neuron* pada *hidden layer* digunakan untuk mengetahui jumlah *hidden neuron* terbaik dalam ELM untuk menghasilkan nilai kesalahan yang

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

minimal. Banyaknya jumlah *neuron* pada *hidden layer* yang diuji coba adalah dimulai dari angka 2 dan berhenti pada titik dimana menunjukkan hasil yang konvergen. Inisialisasi parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah *input weight* dengan *range* [-1,1] serta perbandingan jumlah data *training* dan *testing* sebesar 80%:20%. *Input weight* dilakukan secara *random* dengan 10 kali percobaan. Tabel 4.20 merupakan tabel rancangan pengujian jumlah *neuron* pada *hidden layer* dengan nilai MAPE dan rata-rata waktu eksekusi yang dibutuhkan.

Tabel 4.20 Rancangan Pengujian Jumlah *Neuron*

Jumlah *Neuron*	Nilai MAPE (%) Percobaan ke-*i*										Rata-Rata Nilai MAPE (%)	Rata-Rata Waktu Eksekusi (s)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB 5 IMPLEMENTASI

Pada bab ini membahas tentang implementasi dan antarmuka dari perancangan sistem yang telah dibuat untuk peramalan produksi gula pasir menggunakan metode *Extreme Learning Machine*.

5.1 Implementasi Sistem

Berdasarkan perancangan yang telah dibahas pada Bab 4, maka akan dibahas mengenai implementasi sistem sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Sistem diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman web PHP dengan editor Sublime Text 3.

5.1.1 Implementasi Proses Normalisasi Data

Proses ini diawali dengan melakukan normalisasi terhadap seluruh data yang akan diolah untuk standarisasi data. Langkah awal adalah mencari nilai *maximum* dan *minimum* data pada setiap parameter. Proses normalisasi menggunakan *min-max normalization*. Proses normalisasi data dapat dilihat pada Kode Program 5.1.

```
1.  function normalisasi($data)
2.  {
3.          for ($x = 0; $x < count($data[0]); $x++) {
4.              $max[$x] = -9999999;
5.              $min[$x] = 9999999;
6.              for ($y = 0; $y < count($data); $y++) {
7.                  if ($data[$y][$x] > $max[$x]) {
8.                      $max[$x] = $data[$y][$x];
9.                  }
10.                 if ($data[$y][$x] < $min[$x]) {
11.                     $min[$x] = $data[$y][$x];
12.                 }
13.             }
14.         }
15.         for ($x = 0; $x < count($data); $x++) {
16.             for ($y = 0; $y < count($data[0]); $y++) {
17.                 if ($max[$y] - $min[$y] == 0) {
18.                     $normalisasi[$x][$y] = 0;
19.                 } else {
20.                     $normalisasi[$x][$y] = ($data[$x][$y]
21.                     - $min[$y]) / ($max[$y] - $min[$y]);
22.                 }
23.                 $normalisasi[$x][$y] =
```

```
24.                 round($normalisasi[$x][$y], 6);
25.             }
26.         }
27.         return $normalisasi;
        }
```

Kode Program 5.1 Proses Normalisasi Data

Penjelasan dari Kode Program 5.1 adalah sebagai berikut:

1. Baris 3-14 merupakan proses pencarian nilai *max* dan *min* data pada setiap parameter.
2. Baris 15-26 merupakan proses perhitungan normalisasi menggunakan *min-max normalization*.

5.1.2 Implementasi Proses Perhitungan Keluaran *Hidden Layer* dengan Fungsi Aktivasi

Proses perhitungan keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi dilakukan berdasarkan perhitungan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Perhitungan keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi pada proses *training* sama dengan yang dilakukan pada proses testing. Proses mencari keluaran *hidden layer* dengan fungsi aktivasi dapat dilihat pada Kode Program 5.2.

```
1.  function getDataTrining($data)
2.  {
3.      for ($i = 0; $i < $this->jmldatatraining; $i++) {
4.          for ($j = 0; $j < sizeof($data[0])-1; $j++) {
5.              $dataTraining[$i][$j] = $data[$i][$j];
6.          }
7.      }
8.      return $dataTraining;
9.  }
10. function tranpose($matriks)
11. {
12.     $hasilTranpose = array();
13.     for ($i = 0; $i < sizeof($matriks); $i++) {
14.         for ($j = 0; $j < sizeof($matriks[0]); $j++) {
15.             $hasilTranpose[$j][$i] = $matriks[$i][$j];
16.         }
17.     }
18.     return $hasilTranpose;
19. }
20. function perkalian_matriks($matriks_a, $matriks_b)
```

```
21. {
22.         $hasil = array();
23.         for ($i = 0; $i < sizeof($matriks_a); $i++) {
24.             for ($j =0;$j<sizeof($matriks_b[0]);$j++) {
25.                 $temp = 0;
26.                 for ($k = 0; $k < sizeof($matriks_b);
27.                 $k++) {
28.                     $temp += $matriks_a[$i][$k] *
29.                     $matriks_b[$k][$j];
30.                 }
31.                 $hasil[$i][$j] = $temp;
32.             }
33.         }
34.         return $hasil;
35. }
36. function fungsiAktivasi($data)
37. {
38.         for ($i = 0; $i < sizeof($data); $i++) {
39.             for ($j = 0; $j < sizeof($data[0]); $j++) {
40.                 $datafungsiAktivasi[$i][$j] = round(1 /
41.                 (1 + exp(-$data[$i][$j])), 6);
42.             }
43.         }
44.         return $datafungsiAktivasi;
45. }
```

Kode Program 5.2 Proses Keluaran *Hidden Layer* dengan Fungsi Aktivasi

Penjelasan dari Kode Program 5.2 adalah sebagai berikut:

1. Baris 1-9 merupakan proses pengambilan data *training.*
2. Baris 10-19 merupakan proses *transpose* dari nilai *input weight.*
3. Baris 20-35 merupakan proses perhitungan perkalian matriks.
4. Baris 36-45 merupakan proses menghitung nilai aktivasi dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner*.

5.1.3 Implementasi Proses Perhitungan Matriks *Moore-Penrose Pseudo Inverse*

Proses perhitungan matriks *moore-penrose pseudo inverse* dilakukan pada proses *training*. Proses perhitungan dapat dilihat pada Kode Program 5.3.

```
1. function moorePenroseInvert($matriks)
2. {
```

```
3.        $moorePenrose = $this->perkalian_matriks($this-
4.        >tranpose($matriks), $matriks);
5.        $moorePenrose = $this->invert($moorePenrose);
6.        $moorePenrose = $this-
7.        >perkalian_matriks($moorePenrose, $this-
8.        >tranpose($matriks));
9.        return $moorePenrose;
10.  }
11.  function invert($A, $debug = false)
12.  {
13.        $n = count($A);
14.        $I = $this->identity_matrix($n);
15.        for ($i = 0; $i < $n; ++$i) {
16.              $A[$i] = array_merge($A[$i], $I[$i]);
17.        }
18.        if ($debug) {
19.              echo "\nStarting matrix: ";
20.              $this->print_matrix($A);
21.        }
22.        for ($j = 0; $j < $n - 1; ++$j) {
23.              for ($i = $j + 1; $i < $n; ++$i) {
24.                    if ($A[$i][$j] !== 0) {
25.                          $scalar = $A[$j][$j] / $A[$i][$j];
26.                          for ($jj = $j;$jj < $n * 2; ++$jj) {
27.                                $A[$i][$jj] *= $scalar;
28.                                $A[$i][$jj] -= $A[$j][$jj];
29.                          }
30.                    }
31.              }
32.              if ($debug) {
33.                    echo "\nForward iteration $j: ";
34.                    $this->print_matrix($A);
35.              }
36.        }
37.        for ($j = $n - 1; $j > 0; --$j) {
38.              for ($i = $j - 1; $i >= 0; --$i) {
39.                    if ($A[$i][$j] !== 0) {
40.                          $scalar = $A[$j][$j] / $A[$i][$j];
```

```
41.                         for ($jj =$i; $jj < $n * 2; ++$jj) {
42.                                 $A[$i][$jj] *= $scalar;
43.                                 $A[$i][$jj] -= $A[$j][$jj];
44.                         }
45.                 }
46.         }
47.         if ($debug) {
48.                 echo "\nReverse iteration $j: ";
49.                 $this->print_matrix($A);
50.         }
51.     }
52.     for ($j = 0; $j < $n; ++$j) {
53.         if ($A[$j][$j] !== 1) {
54.                 $scalar = 1 / $A[$j][$j];
55.                 for ($jj = $j; $jj < $n * 2; ++$jj) {
56.                         $A[$j][$jj] *= $scalar;
57.                 }
58.         }
59.     if ($debug) {
60.         echo "\n1-out iteration $j: ";
61.         $this->print_matrix($A);
62.         }
63.     }
64.     $Inv = array();
65.     for ($i = 0; $i < $n; ++$i) {
66.         $Inv[$i] = array_slice($A[$i], $n);
67.     }
68.     return $Inv;
69. }
```

Kode Program 5.3 Proses Perhitungan Matriks *Moore-Penrose Pseudo Inverse*

Penjelasan dari Kode Program 5.3 adalah sebagai berikut:

1. Baris 1-10 merupakan proses pada perhitungan *moore-penrose pseudo invers* yang dimulai dari perkalian matriks, kemudian *invers* dan dilanjutkan dengan perkalian dengan matriks *transpose*.
2. Baris 11-69 merupakan proses untuk mendapatkan matriks *inverse*.

5.1.4 Implementasi Proses Perhitungan *Output Weight*

Proses perhitungan *output weight* merupakan perkalian antara matriks *moore-penrose pseudo inverse* dengan matriks target dari hasil normalisasi. Proses perhitungan *output weight* dapat dilihat pada Kode Program 5.4.

```
1.  function getTarget($data, $jml)
2.  {
3.          for ($i = 0; $i < $jml; $i++) {
4.                  $target[$i][0]=$data[$i][sizeof($data[0])-1];
5.          }
6.          return $target;
7.  }
8.  function outputWeight($matriks, $target)
9.  {
10.         $dataOutputWeight = $this-
11.         >perkalian_matriks($matriks, $target);
12.         return $dataOutputWeight;
13. }
```

Kode Program 5.4 Proses Perhitungan *Output Weight*

Penjelasan dari Kode Program 5.4 adalah sebagai berikut:

1. Baris 1-7 merupakan proses untuk mendapatkan nilai matriks target.
2. Baris 8-13 merupakan proses perhitungan untuk mendapatkan nilai *output weight* yang yang merupakan perkalian matriks *moore-penrose pseudo inverse* dengan matriks target.

5.1.5 Implementasi Proses Perhitungan *Output* Peramalan

Setelah mendapatkan nilai dari *output weight*, maka dilakukan proses pencarian niilai *output* peramalan dengan mengalikan *output weight* dengan matriks keluaran *hidden layer*. Proses perhitungan *output peramalan* dapat dilihat pada Kode Program 5.5.

```
1.  function output($matriks1, $matriks2)
2.  {
3.          $dataOutputWeight = $this-
4.          >perkalian_matriks($matriks, $target);
5.          return $dataOutputWeight;
6.  }
```

Kode Program 5.5 Proses Perhitungan *Output* Peramalan

Penjelasan dari Kode Program 5.5 adalah sebagai berikut:

1. Baris 1-6 merupakan proses perhitungan mencari nilai *output* peramalan yang merupakan perkalian antara matriks keluaran *hidden layer* dengan matriks *output weight.*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

5.1.6 Implementasi Proses Denormalisasi Data

Denormalisasi hasil peramalan bertujuan untuk mengetahui nilai peramalan serta untuk mengetahui perbandingan nilai aktual dengan nilai hasil peramalan. Proses denormalisasi merupakan hasil pembalikan dari proses normalisasi. Proses denormalisasi data dapat dilihat pada Kode Program 5.6.

```
1.  function denormalisasi($aktual, $ramalan)
2.  {
3.          $plus = 0;
4.          if (sizeof($ramalan) != $this->jmldatatraining) {
5.                  $plus = $this->jmldatatraining;
6.          }
7.          $normalAktual = $this->normalisasi($aktual);
8.          for ($i = 0; $i < sizeof($ramalan); $i++) {
9.                  $dataDenormalisasi[$i][0] = $aktual[$i +
10.                 $plus][0];
11.                 $dataDenormalisasi[$i][1] = $normalAktual[$i +
12.                 $plus][0];
13.                 $dataDenormalisasi[$i][2] = $ramalan[$i][0];
14.                 $dataDenormalisasi[$i][3] = ($ramalan[$i][0] *
15.                 ($this->getMax($aktual) - $this->
16.                 getMin($aktual))) + $this->getMin($aktual);
17.         }
18.         return $dataDenormalisasi;
19. }
```

Kode Program 5.6 Proses Denormalisasi Data

Penjelasan dari Kode Program 5.6 adalah sebagai berikut:

1. Baris 3-5 merupakan proses mengambil jumlah data *training*.
2. Baris 7 merupakan proses mengambil nilai aktual yang akan dibandingkan dengan nilai ramalan.
3. Baris 8-17 merupakan proses denormalisasi.

5.1.7 Implementasi Proses Perhitungan Nilai MAPE

Proses perhitungan nilai MAPE merupakan proses untuk mengetahui nilai kesalahan yang didapatkan pada proses peramalan dengan metode *Extreme Learning Machine*. Proses perhitungan nilai MAPE dapat dilihat pada Kode Program 5.7.

```
1.  function MAPE($aktual, $ramalan)
2.  {
```

```
3.        $plus = 0;
4.        if (sizeof($ramalan) != $this->jmldatatraining) {
5.              $plus = $this->jmldatatraining;
6.        }
7.        for ($i = 0; $i < sizeof($ramalan); $i++) {
8.              $dataMAPE[$i][0] = $aktual[$i + $plus][0];
9.              $dataMAPE[$i][1] = $ramalan[$i][3];
10.             $dataMAPE[$i][2] = abs($dataMAPE[$i][0] -
11.             $dataMAPE[$i][1]);
12.             $dataMAPE[$i][3] = abs($dataMAPE[$i][2] /
13.             $dataMAPE[$i][0]);
14.             $dataMAPE[$i][4] = " ";
15.       }
16.       $dataMAPE[0][4] = ($this->getSumMAPE($dataMAPE) /
17.       sizeof($dataMAPE)) * 100;
18.       return $dataMAPE;
19. }
20. function getSumMAPE($matrik)
21. {
22.       $sum = 0;
23.       for ($i = 0; $i < sizeof($matrik); $i++) {
24.             $sum += $matrik[$i][3];
25.       }
26.       return $sum;
27. }
```

Kode Program 5.7 Proses Perhitungan Nilai MAPE

Penjelasan dari Kode Program 5.7 adalah sebagai berikut:

1. Baris 3-5 merupakan proses mengambil nilai aktual.
2. Baris 7-15 merupakan proses perhitungan mencari nilai MAPE.
3. Baris 16-18 merupakan proses mendapat nilai MAPE.
4. Baris 20-27 merupakan proses mendapatkan nilai jumlah dari data MAPE.

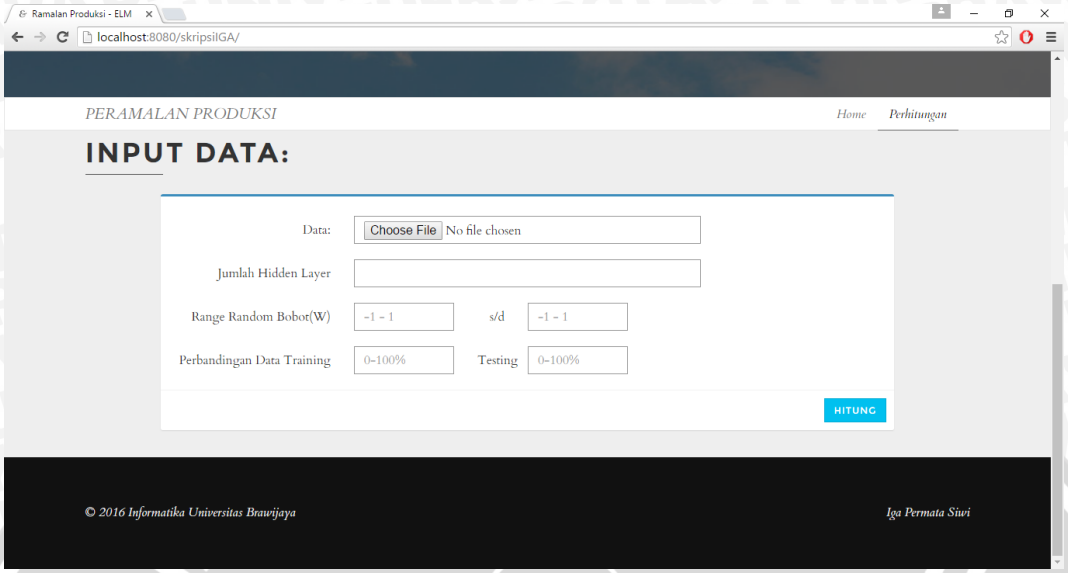
5.2 Implementasi *User Interface*

Sub bab Implementasi *User Interface* merupakan pembahasan mengenai hasil implementasi *user interface* yang telah dirancang sebelumnya pada Bab 4.

5.2.1 Implementasi Halaman *Load* Data

Halaman *load* data merupakan halaman yang digunakan untuk melakukan *input file* data ekstensi .xls dan *input* jumlah *hidden layer*.

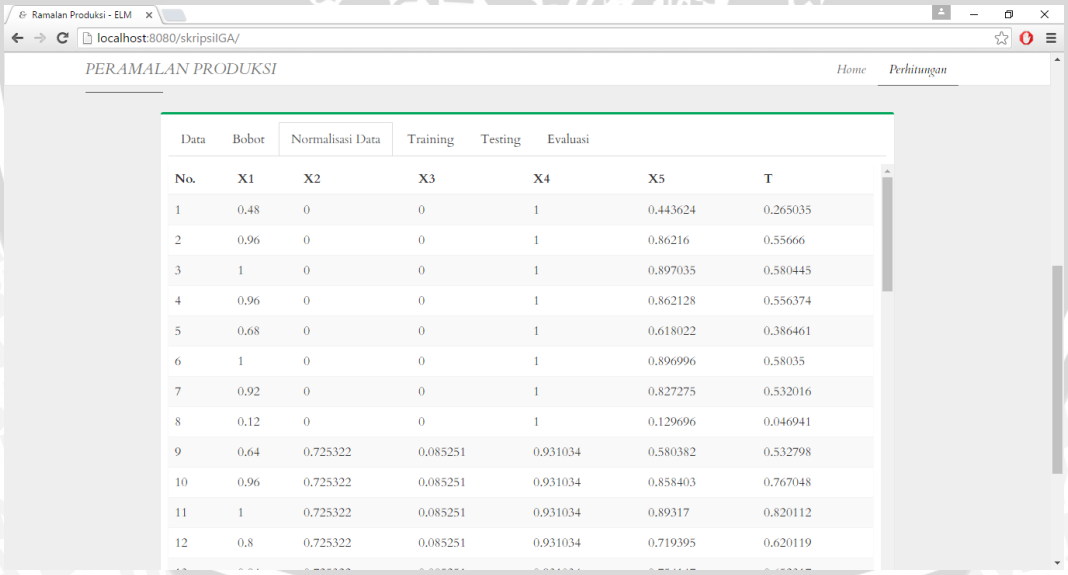
Terdapat *button submit* untuk memulai perhitungan pada sistem. Implementasi halaman *load* data ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Implementasi Halaman *Load* Data

5.2.2 Implementasi Halaman Normalisasi

Halaman normalisasi merupakan halaman yang berisi tabel hasil normalisasi data. Implementasi halaman normalisasi ditunjukkan pada Gambar 5.2.

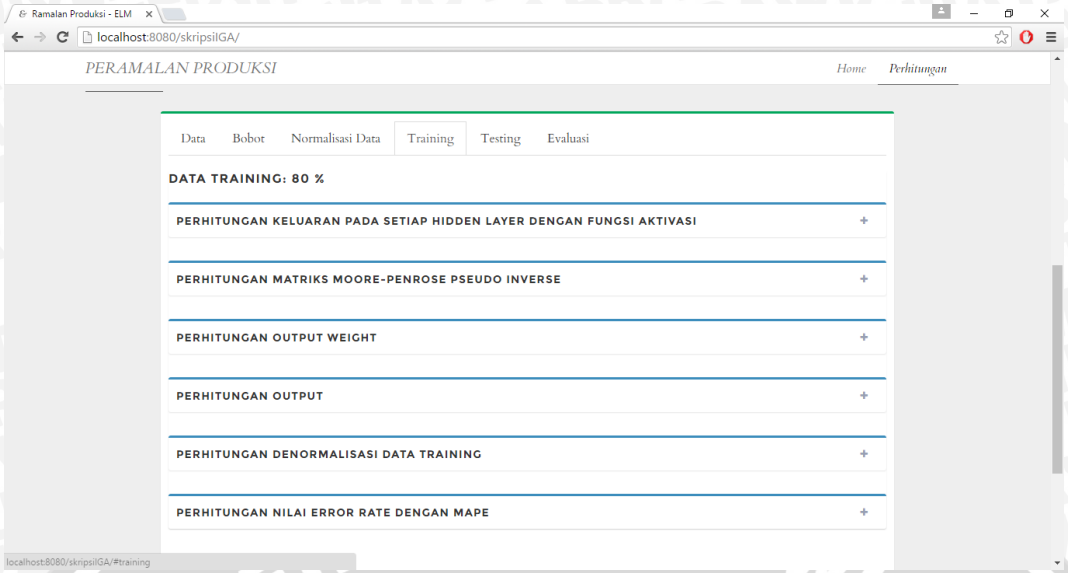


No.	X1	X2	X3	X4	X5	T
1	0.48	0	0	1	0.443624	0.265035
2	0.96	0	0	1	0.86216	0.55666
3	1	0	0	1	0.897035	0.580445
4	0.96	0	0	1	0.862128	0.556374
5	0.68	0	0	1	0.618022	0.386461
6	1	0	0	1	0.896996	0.58035
7	0.92	0	0	1	0.827275	0.532016
8	0.12	0	0	1	0.129696	0.046941
9	0.64	0.725322	0.085251	0.931034	0.580382	0.532798
10	0.96	0.725322	0.085251	0.931034	0.858403	0.767048
11	1	0.725322	0.085251	0.931034	0.89317	0.820112
12	0.8	0.725322	0.085251	0.931034	0.719395	0.620119

Gambar 5.2 Implementasi Halaman Normalisasi

5.2.3 Implementasi Halaman *Training*

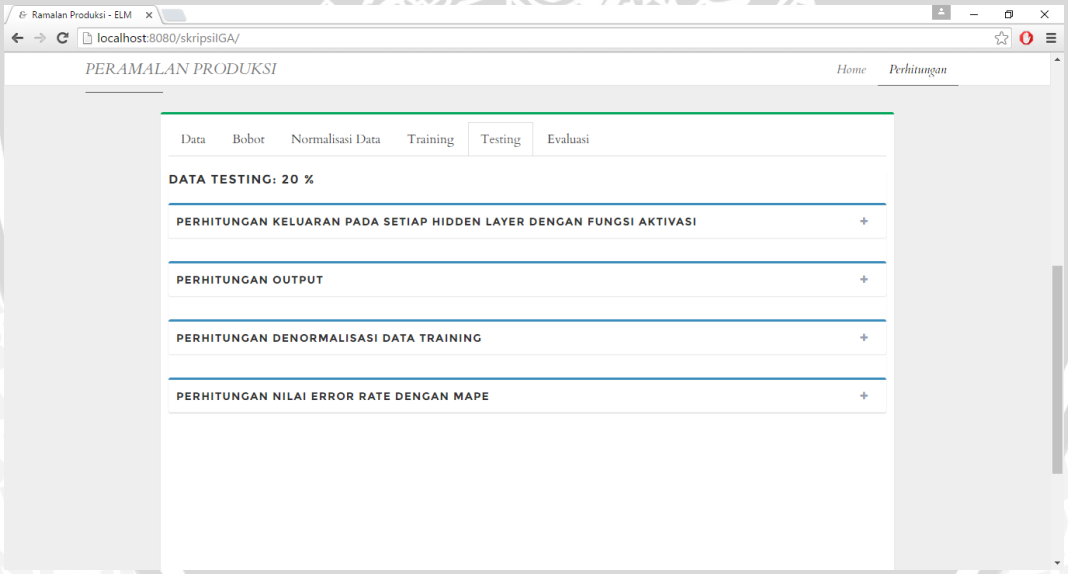
Pada halaman *training* berisi hasil perhitungan masing-masing proses pada proses *training*. Implementasi halaman *training* ditunjukkan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Implementasi Halaman *Training*

5.2.4 Implementasi Halaman *Testing*

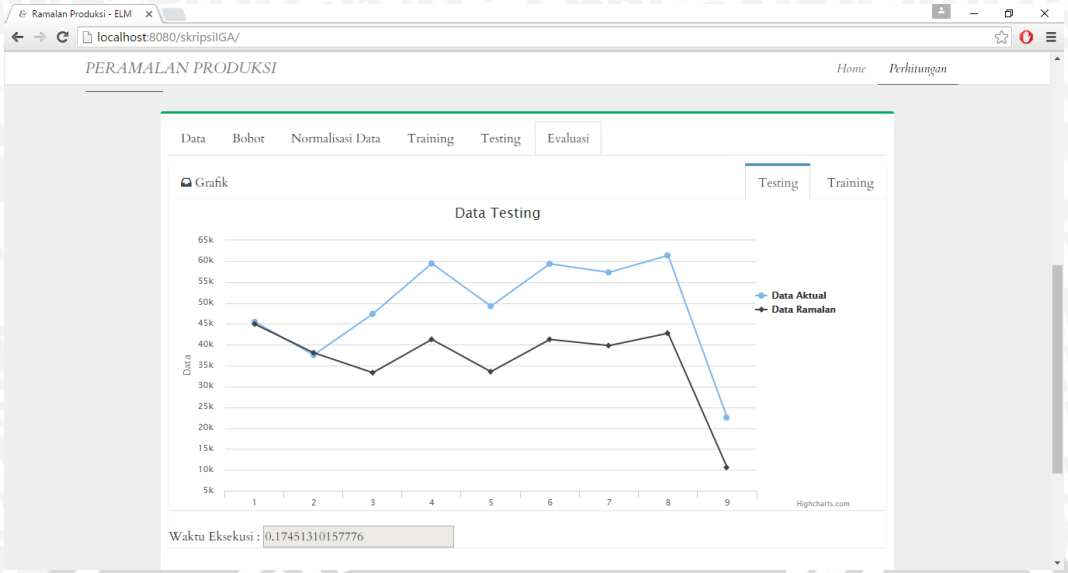
Pada halaman *testing* berisi hasil perhitungan masing-masing proses pada proses *testing*. Implementasi halaman *testing* ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Implementasi Halaman *Testing*

5.2.5 Implementasi Halaman Evaluasi

Pada halaman evaluasi berisi grafik perbandingan antara data aktual dan data hasil peramalan serta tampilan waktu eksekusi sistem. Implementasi halaman evaluasi ditunjukkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Implementasi Halaman Evaluasi

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi hasil pengujian dan analisis dari hasil uji coba yang telah dilakukan dalam peramalan produksi gula pasir menggunakan *Extreme Learning Machine* (ELM). Pada bab ini terdapat 5 macam pengujian yang akan dilakukan, yaitu:

1. Pengujian variasi fitur data
2. Pengujian *range input weight*
3. Pengujian perbandingan jumlah data *training* dan data *testing*
4. Pengujian jumlah *neuron*

6.1 Hasil dan Analisa Uji Coba Variasi Fitur Data

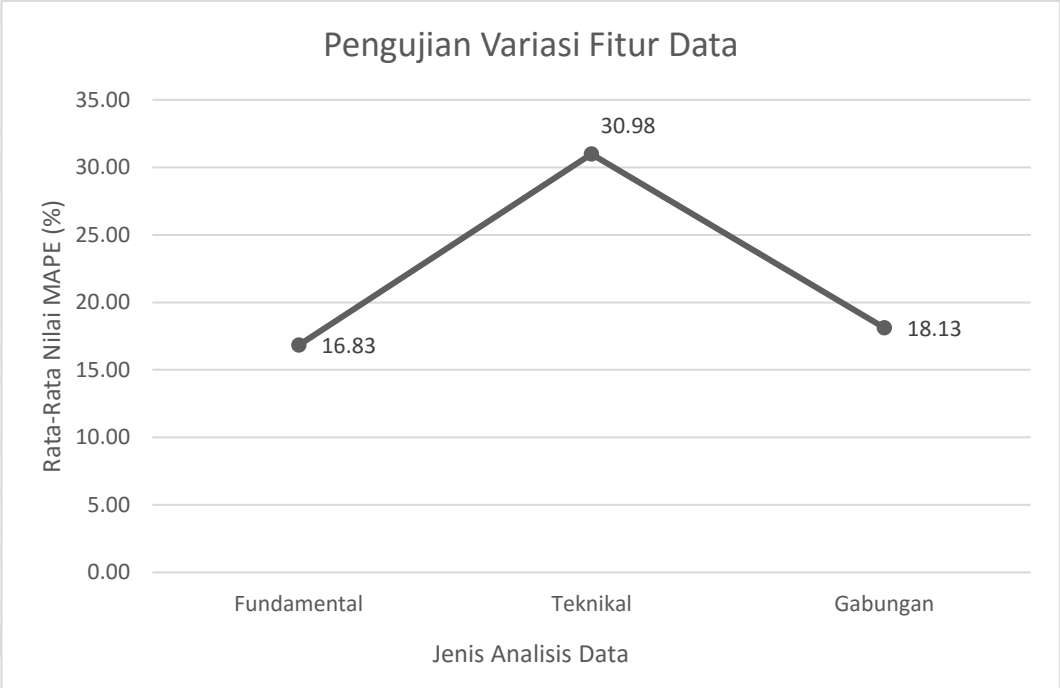
Pengujian berdasarkan analisis data digunakan untuk mengetahui jenis data terbaik yang cocok digunakan untuk menghasilkan nilai kesalahan yang minimal pada peramalan produksi gula. Terdapat tiga jenis analisis data, yaitu fundamental, teknikal dan gabungan antara fundamental dan teknikal (data lengkap disertakan pada Lampiran A). Inisialisasi parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah jumlah *hidden neuron* sebanyak 3, *input weight* dengan *range* [-1,1] (nilai *input weight* setiap kali percobaan disertakan pada Lampiran B) dan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 80%:20%. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Hasil pengujian variasi fitur data dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Hasil Uji Coba Variasi Fitur Data

Analisis Data	Nilai MAPE (%) Percobaan ke-*i*										Rata-Rata Nilai MAPE (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fundamental	21.45	25.05	8.64	15.21	14.12	20.88	9.31	15.08	23.17	15.42	16.83
Teknikal	31.50	30.47	30.92	31.20	30.62	30.84	30.71	31.23	31.02	31.32	30.98
Gabungan	20.26	16.03	24.67	13.19	23.94	16.13	10.81	19.03	23.62	13.58	18.13

Untuk mempermudah dalam menganalisa jenis analisis data terbaik untuk menghasilkan nilai kesalahan minimal berdasarkan Tabel 6.1 akan dipresentasikan melalui grafik pada Gambar 6.1.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 6.1 Grafik Nilai MAPE Pengujian Variasi Fitur Data

Analisis fundamental merupakan analisis yang menggunakan data faktor-faktor yang mempengaruhi produksi gula. Pada penelitian menggunakan analisis fundamental ini diambil lima faktor yang digunakan, yaitu jumlah bahan baku tebu, luas areal, rendemen tebu, tenaga pekerja dan lama giling. Analisis teknikal merupakan analisis yang menggunakan data historis produksi gula yang dibuat menjadi 4 *sequence* data dengan menggunakan data produksi 4 bulan sebelumnya. Sedangkan untuk analisis gabungan merupakan analisis yang menggabungkan data antara data analisis fundamental dengan teknikal (data lengkap disertakan pada Lampiran A).

Berdasarkan grafik pada Gambar 6.1, analisis fundamental memiliki nilai MAPE minimal yaitu sebesar 16.83%. Analisis fundamental pada data produksi gula ini didasarkan pada faktor-faktor yang mempengaruhi produksi gula, dimana faktor-faktor produksi gula ini yang menentukan berapa banyak produksi yang dapat dihasilkan. Sedangkan pada analisis teknikal diasumsikan bahwa data produksi gula yang mencerminkan seluruh faktor yang relevan mempengaruhi hasil produksi gula yang ada, sehingga hasil yang didapatkan tidak lebih baik jika dibanding dengan analisis fundamental.

6.2 Hasil dan Analisa Uji Coba *Range Input Weight*

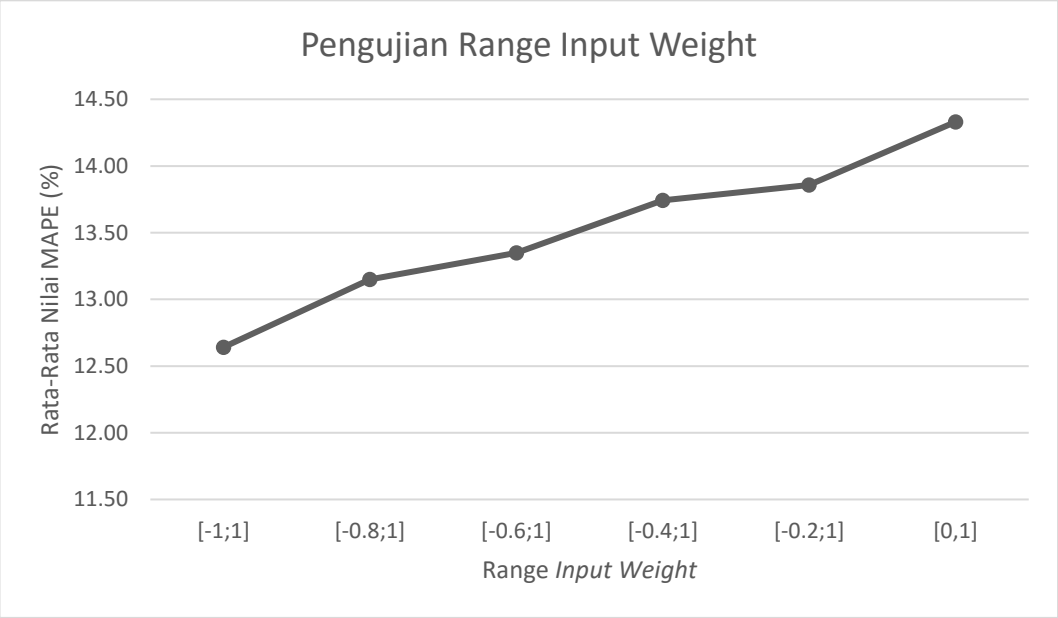
Pengujian *range input weight* digunakan untuk mengetahui *range* bobot terbaik dalam ELM untuk menghasilkan nilai kesalahan minimal. Untuk pengujian *range input weight*, range yang digunakan adalah [-1;1], [-0,8;1], [-0,6;1], [-0,4;1], [-0,2;1] dan [0;1]. Inisialisasi parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah jumlah *neuron* yaitu 3. *Input weight* dilakukan secara *random* setiap kali percobaan (nilai *input weight* setiap kali percobaan disertakan pada Lampiran B).

Pengujian menggunakan data analisis fundamental dan masing-masing pengujian dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel. 6.2.

Tabel 6.2 Hasil Uji Coba *Range Input Weight*

Range Input Weight	**Nilai MAPE (%) Percobaan ke-*i***										**Rata-Rata Nilai MAPE (%)**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
[-1;1]	8.51	7.48	12.12	12.95	5.64	18.23	12.16	14.62	18.73	15.98	12.64
[-0.8;1]	13.01	13.19	14.17	13.08	16.37	13.83	13.64	7.13	18.14	8.94	13.15
[-0.6;1]	18.52	6.28	14.96	18.69	14.34	8.67	15.89	12.05	9.75	14.35	13.35
[-0.4;1]	16.43	14.16	17.44	15.30	8.44	13.64	10.22	16.42	10.54	14.84	13.74
[-0.2;1]	13.29	15.70	14.39	12.61	18.08	13.46	19.11	12.26	12.59	7.08	13.86
[0,1]	13.24	13.22	12.67	10.16	13.05	11.09	22.29	9.05	19.54	18.99	14.33

Untuk mempermudah dalam menganalisa nilai *range input weight* terbaik untuk menghasilkan nilai kesalahan minimal berdasarkan Tabel 6.2 akan dipresentasikan melalui grafik pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Grafik Pengujian *Range Input Weight*

Input weight digunakan dalam menyeimbangkan nilai tawar sistem untuk menemukan *gradient* dari pola-pola data yang ada sehinggan menghasilkan nilai MAPE minimal. Terdapat beberapa faktor untuk mendapat nilai *input weight* yaitu diantaranya lebar interval. Berdasarkan grafik pada Gambar 6.2, perbedaan *range input weight* berpengaruh terhadap nilai MAPE yang didapatkan. Semakin lebar interval *range* yang digunakan semakin baik hasilnya. Hal ini karena dengan semakin lebar interval yang ada memungkinkan untuk mendapatkan lebih banyak

kemungkinan angka *random* untuk nilai *input weight* yang cocok dalam menghasilkan nilai *error* minimal. Berdasarkan hasil pengujian, *range* yang menghasilkan nilai MAPE terkecil ada pada *range* [-1;1] dengan rata-rata nilai MAPE yaitu 12.64%.

6.3 Hasil dan Analisa Uji Coba Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing*

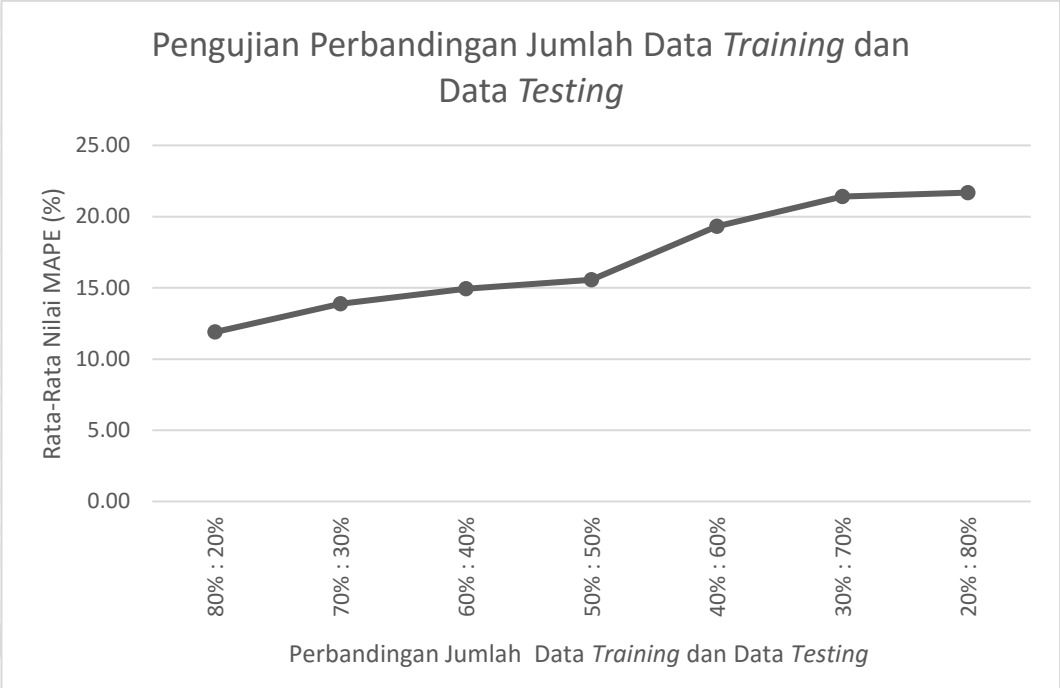
Pengujian perbandingan jumlah data *training* dan data *testing* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari perbandingan jumlah data *training* dengan data *testing* terhadap nilai MAPE yang dihasilkan serta berapa lama waktu eksekusi yang didapatkan. Perbandingan jumlah data *training* : data *testing* pada pengujian ini adalah 80% : 20%, 70% : 30%, 60% : 40%, 50% : 50%, 40% : 60%, 30% : 70% dan 20% : 80%. Inisialisasi parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah jumlah *neuron* yaitu 3. *Input weight* dilakukan secara *random* setiap kali percobaan dengan *range* data yang diambil dari hasil pengujian *range* terbaik pada pengujian sebelumnya, yaitu [-1,1] (nilai *input weight* setiap kali percobaan disertakan pada Lampiran B). Pengujian ini menggunakan data analisis fundamental dengan percobaan sebanyak 10 kali untuk setiap rasio perbandingan. Hasil pengujian perbandingan jumlah data *training* dan data *testing* dapat dilihat pada Tabel. 6.3.

Tabel 6.3 Hasil Uji Coba Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing*

Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing*	Nilai MAPE (%) Percobaan ke-*i*										Rata-Rata Nilai MAPE (%)	Rata-Rata Waktu Eksekusi (s)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
80% : 20%	7.49	7.37	18.88	12.95	11.08	7.26	12.78	11.31	15.93	13.92	11.90	0.1819
70% : 30%	6.99	11.63	14.13	10.37	12.65	18.68	16.53	16.30	14.94	16.57	13.88	0.1816
60% : 40%	14.29	15.72	16.65	16.02	14.56	16.02	9.96	17.77	8.69	19.65	14.93	0.1829
50% : 50%	15.93	16.53	19.04	14.45	16.59	17.23	12.82	14.23	16.88	11.84	15.56	0.1848
40% : 60%	12.93	24.71	24.03	19.29	18.21	16.55	18.36	18.76	19.64	20.69	19.32	0.1857
30% : 70%	26.55	25.17	17.71	25.17	20.89	16.97	24.20	23.18	17.97	16.32	21.41	0.1853
20% : 80%	29.01	27.56	23.48	24.39	25.74	19.41	10.89	20.24	20.29	15.87	21.69	0.1866

Untuk mempermudah dalam menganalisa rasio perbandingan data terbaik untuk menghasilkan nilai MAPE minimal berdasarkan Tabel 6.3 akan dipresentasikan melalui grafik pada Gambar 6.3. dan untuk mengetahui rata-rata waktu eksekusi yang dibutuhkan pada setiap kali percobaan ditunjukkan pada Gambar 6.4.

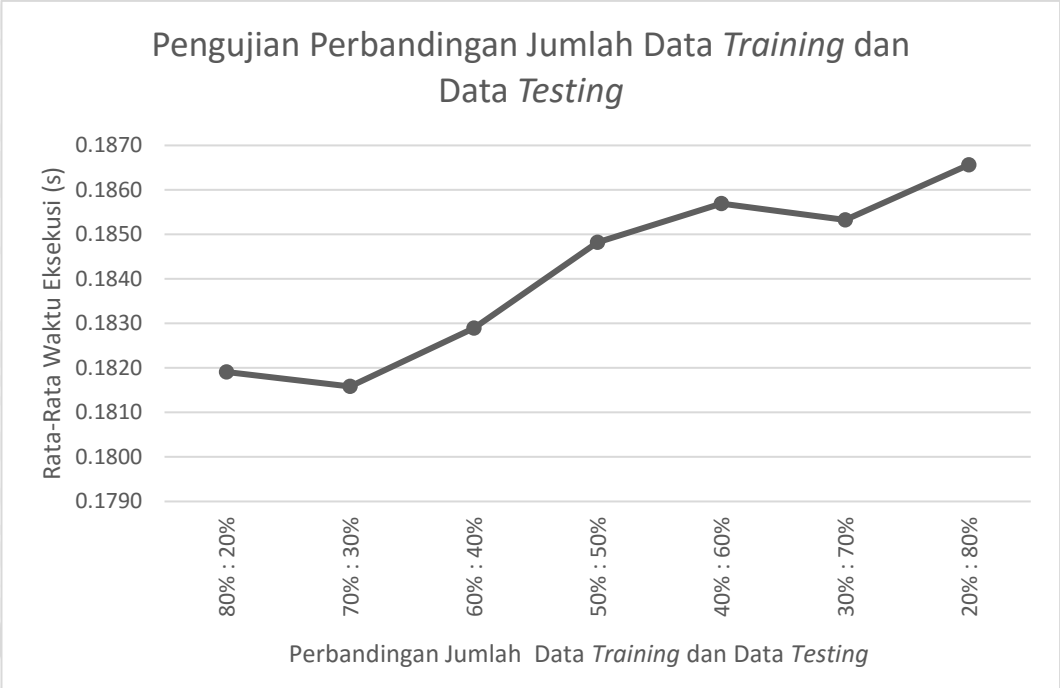
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 6.3 Grafik Nilai MAPE Pengujian Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing*

Data *training* merupakan data yang digunakan untuk proses pembelajaran pada peramalan. Data *training* pada proses *training* memberikan nilai *input weight* dan nilai *output weight* yang akan dilanjutkan pada proses testing. Data *testing* merupakan data uji yang akan digunakan untuk menghitung hasil ramalan dan kesalahan ramalan berdasarkan nilai MAPE.

Berdasarkan grafik pada Gambar 6.3, nilai MAPE terkecil didapatkan pada perbandingan jumlah data *training* sebanyak 80% dengan 36 data dan data *testing* sebanyak 20% dengan 9 data yaitu rata-rata nilai *error* sebesar 11.90%. Banyaknya jumlah data *training* dan data *testing* pada ELM ini berpengaruh terhadap nilai *error* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena metode ELM merupakan metode pelatihan. Dimana semakin banyak jumlah data *training* yang digunakan, semakin baik nilai *error* yang didapat.



Gambar 6.4 Grafik Waktu Eksekusi Pengujian Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing*

Gambar 6.4 menunjukkan waktu eksekusi yang didapat berdasarkan perbandingan jumlah data *training* dan data *testing*. Berdasarkan pada hasil pengujian, penggunaan jumlah data *training* yang semakin besar memakan waktu eksekusi yang semakin lambat.

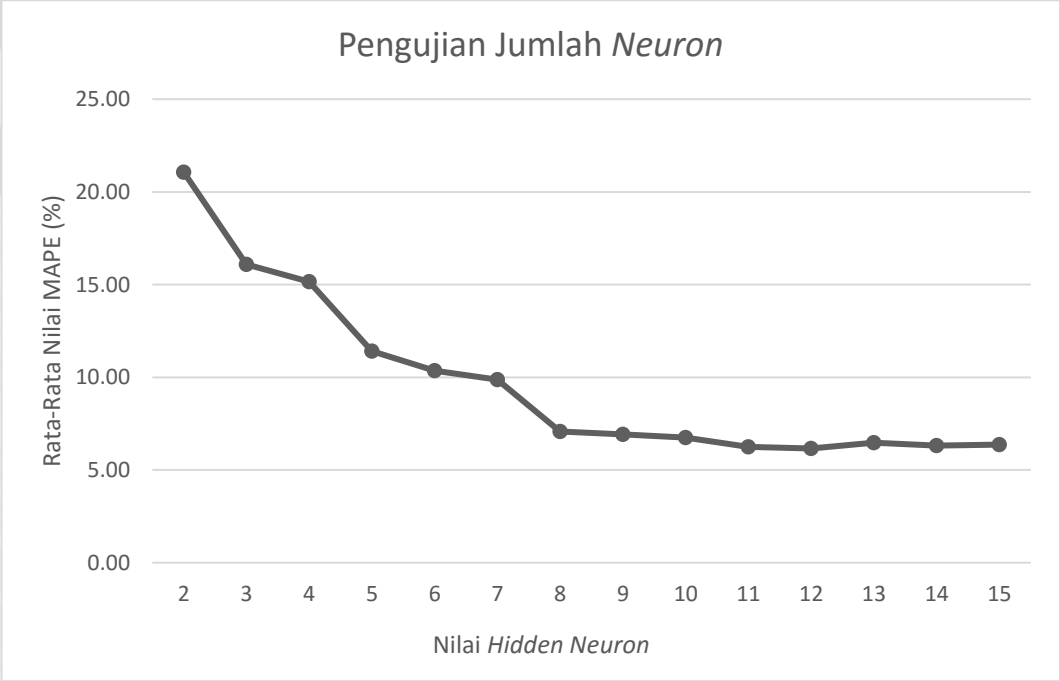
6.4 Hasil dan Analisa Uji Coba Jumlah *Neuron*

Pengujian jumlah *neuron* digunakan untuk mengetahui jumlah *neuron* terbaik dalam ELM untuk menghasilkan nilai kesalahan yang minimal serta berapa lama waktu eksekusi yang didapatkan. Banyaknya jumlah *neuron* yang diuji coba adalah dimulai dari angka 2 dan berhenti pada titik dimana menunjukkan hasil yang konvergen. Inisialisasi parameter yang digunakan pada pengujian ini adalah *range input weight* dan perbandingan jumlah data *training* dan *testing* terbaik yang diambil dari hasil pengujian sebelumnya, yaitu *range* [-1,1] (nilai *input weight* setiap kali percobaan disertakan pada Lampiran B) dan perbandingan data *training* dan data *testing* sebesar 80%:20%. Pengujian menggunakan data analisis fundamental dan masing-masing pengujian dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Hasil pengujian jumlah *neuron layer* dapat dilihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Hasil Uji Coba Jumlah *Neuron*

Jumlah *Neuron*	Nilai MAPE (%) Percobaan ke-*i*										Rata-Rata Nilai MAPE (%)	Rata-Rata Waktu Eksekusi (s)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2	18.71	18.87	21.85	22.13	13.14	17.64	26.30	28.30	24.34	19.36	21.07	0.1696
3	15.09	11.45	17.06	17.36	17.64	21.69	19.76	19.74	9.13	11.98	16.09	0.1844
4	16.92	26.30	12.88	5.56	6.79	24.15	16.57	15.60	13.04	13.81	15.16	0.1848
5	10.19	6.43	6.76	12.43	9.97	6.32	6.86	16.29	21.28	17.66	11.42	0.1872
6	14.62	5.12	8.61	9.85	12.47	10.65	12.37	8.75	4.90	16.24	10.36	0.1888
7	11.86	5.34	5.66	8.16	15.64	13.74	7.81	12.71	3.61	14.30	9.88	0.1987
8	3.67	9.61	11.09	13.42	12.55	5.72	5.639	1.35	4.10	3.54	7.07	0.1992
9	7.50	4.31	3.28	12.64	10.20	8.97	2.89	12.85	5.54	0.99	6.92	0.1995
10	9.39	5.14	5.59	4.50	11.51	3.06	6.15	6.48	11.19	4.44	6.75	0.2028
11	5.56	2.67	9.01	4.14	6.59	5.96	8.64	5.91	9.65	4.30	6.24	0.2054
12	7.03	10.91	7.40	8.51	4.36	4.45	3.28	4.56	0.74	10.36	6.16	0.2161
13	7.32	5.52	7.31	5.84	7.36	6.65	7.67	7.81	4.36	4.83	6.47	0.2272
14	8.00	8.66	2.28	7.80	6.24	9.88	9.13	1.55	4.25	5.34	6.31	0.2313
15	7.03	6.15	4.26	7.67	8.20	5.03	7.16	6.46	8.05	3.71	6.37	0.2375

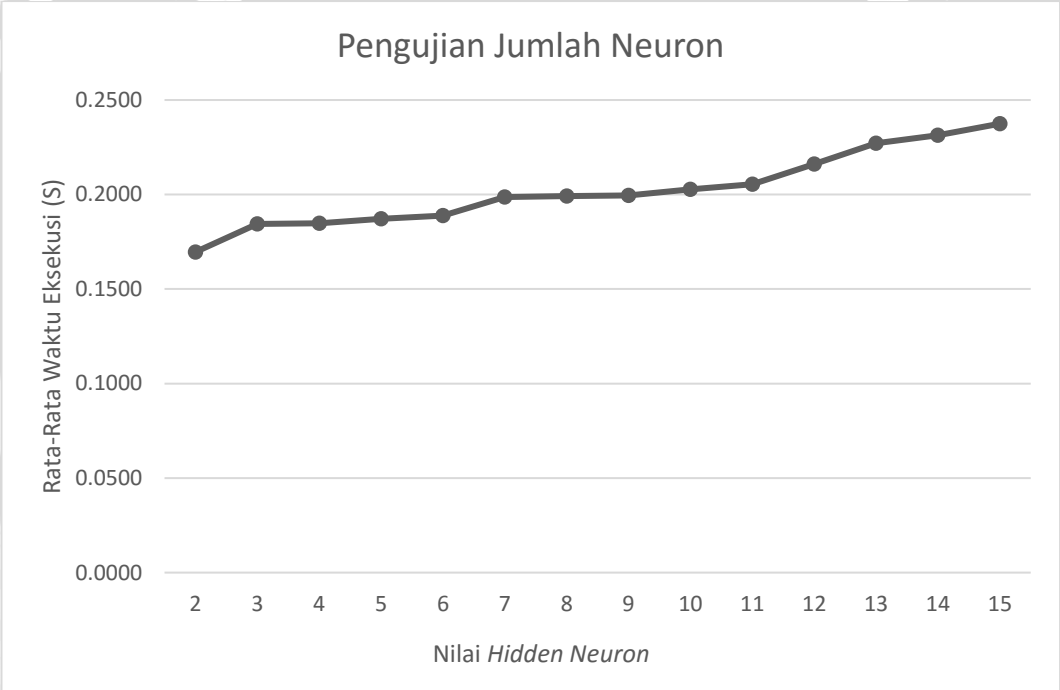
Untuk mempermudah dalam menganalisa jumlah *neuron* terbaik untuk menghasilkan nilai kesalahan minimal berdasarkan Tabel 6.4 akan dipresentasikan melalui grafik pada Gambar 6.5 dan 6.6.



Gambar 6.5 Grafik Nilai MAPE Pengujian Jumlah *Neuron*

Hidden neuron pada *Extreme Learning Machine* terdiri dari *node-node* merupakan yang merupakan unit yang melakukan proses perhitungan yang mengolah masukkan menjadi keluaran. Selain itu, *hidden layer* memiliki parameter yang menghubungkan antar *layer* (Shamsirband dkk, 2009). Parameter-parameter tersebut dibentuk berdasarkan banyaknya *hidden neuron.* Setiap penghubung memiliki tingkat kekuatan yang berbeda (nilai yang berbeda) (Huang dkk, 2005). Hal ini memungkinkan adanya perbedaan hasil yang dicapai oleh setiap unit *hidden neuron.*

Berdasarkan grafik pada Gambar 6.5, semakin banyak jumlah *hidden neuron* yang digunakan semakin kecil rata-rata nilai MAPE yang didapatkan. Nilai *hidden neuron* yang semakin besar akan membentuk banyak penghubung (*connector*) dengan *input layer* dan *output layer.* Kondisi ini memungkinkan unit pemroses pada sistem yang melakukan proses pembobotan untuk mengenali data memiliki kemampuan yang baik dengan semakin banyaknya pertimbangan keputusan yang dilakukan oleh *hidden node.*



Gambar 6.6 Grafik Waktu Eksekusi Pengujian Jumlah *Neuron*

Gambar 6.6 menunjukkan waktu eksekusi yang didapat berdasarkan jumlah *hidden neuron* yang digunakan. Berdasarkan pada hasil pengujian, semakin banyak jumlah *hidden neuron* yang digunakan akan memakan waktu eksekusi yang semakin lambat. Karena pada setiap penambahan jumlah *hidden neuron* membuat semakin banyak *input weight* yang harus diproses.

BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dari peramalan produksi gula pasir menggunakan *Extreme Learning Machine* (ELM) maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Extreme Learning Machine* dapat digunakan dalam peramalan produksi gula pasir yang menghasilkan nilai *error* terkecil dengan melibatkan jumlah *hidden layer* dan *random input weight*. *Hidden layer* pada ELM terdiri dari *node-node* yang berfungsi sebagai unit pemrosesan yang menghubungkan *input layer* dengan *output layer*. Banyaknya *hidden node* pada bagian *hidden layer* mempengaruhi hasil perhitungan dari suatu permasalahan dimana *hidden node* mengolah semua masukan yang nantinya menjadi keluaran. Pada *hidden layer* terdapat parameter *input weight* yang terhubung dengan *input layer* dan *output weight* yang terhubung pada *output layer*.
2. Perbedaan *range input weight* berpengaruh terhadap nilai MAPE yang didapatkan. Semakin lebar interval *range* yang digunakan memungkinkan untuk lebih banyak mendapatkan nilai *input weight* terbaik berdasarkan hasil *random.* Perbandingan jumlah data *training* dan data *testing* serta penambahan jumlah *hidden layer* berpengaruh terhadap *output* peramalan yang dihasilkan. Tingkat kesalahan yang rendah berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan nilai MAPE yaitu sebesar 0.74% pada *range input weight* [-1,1] dan perbandingan jumlah data *training* dan data *testing* yaitu 80%:20% serta jumlah *hidden layer* sebanyak 12 menggunakan analisis fundamental. Analisis fundamental memiliki tingkat kesalahan yang lebih baik dibanding dengan analisis teknikal dan gabungan. Hal ini karena pada analisis fundamental melibatkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses produksi gula.

7.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya, peneliti dapat menambahkan parameter lain yang merupakan faktor-faktor dalam produksi gula. Hal ini bertujuan agar hasil peramalan lebih obyektif, dimana semakin banyak parameter faktor produksi yang digunakan akan menghasilkan hasil yang lebih baik.
2. Pengembangan metode atau penggabungan metode lain dengan ELM seperti *Optimally Pruned* metode *Extreme Learning Machine* (OPELM) dapat digunakan pada penelitian selanjutnya untuk meningkatkan hasil yang didapat dari penelitian sebelumnya.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR PUSTAKA

Adi Pangestuti, Nita. 2013. *Implementasi Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Algoritma Genetika Untuk Peramalan Cuaca*. Jurusan Informatika/Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Malang.

Anam, Khoirul. 2012. *Setting TCSC dan SVC Menggunakan Extreme Learning Machine (ELM) untuk Menjaga Kestabilan Tegangan Akibat Kontingensi*. Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.

Atmojo, T. B., Pulungan, R., Syahputra, H. 2013. *Pengembangan Model Peramalan Permintaan Kebutuhan Reseller Menggunakan Extreme Learning Machine Dalam Konteks Intelligent Warehouse Management System (IWMS)*. Jurusan Ilmu Komputer Universitas Gadja Mada. Yogyakarta.

Dwi Agustina, Irwin. 2009. *Penerapan Metode Extreme Learning Machine Untuk Peramalan Permintaan*. Jurusan Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Dwi Prasetyo, Dedy. 2010. *Peramalan Menggunakan Metode Eksponensial Smoothing*. Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Fardani, Delia Putri. 2015. *Sistem Pendukung Keputusan Peramalan Jumlah Kunjungan Pasien Menggunakan Metode Extreme Learning Machine* (Studi Kasus: Poli Gigi RSU Dr. Wahidin Sudiro Husodo Mojokerto). Vol.1, No. 1, April 2015. Universitas Airlangga.

Hidayat, R., dan Suprapto. 2012. *Meminimalisasi Nilai Error Peramalan Dengan Algoritma Extreme Learning Machine.* Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura.

Huang, G. B., Zhu, Q.Y., dan Siew, C. K. 2006. *Extreme Learning Machine : A New Learning Scheme of Feedforward Neural Networks*. Proceeding of International Joint Conference on Neural Networks. Hungary.

Huang, G. B., Zhu, Q.Y., dan Siew, C. K. 2006. *Extreme Learning Machine : Theory and Application*. Elsevier science : Neurocomputing.

Khotimah, B. K., Sari R, E. M., Yulianarta, H. 2010. *Kinerja Metode Extreme Learning Machine (ELM) Pada Sistem Peramalan*. Jurusan Teknik Informatika Universitas Trunojoyo. Madura.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C. & McGee, V. E., 1999. *Forecasting 2nd Edition (Metode dan Aplikasi Peramalan)*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Mohar, Daniel . 2004. *Pengantar Ekonomi Pertanian.* Jakarta: PT Bumi Aksara.

Napitupulu, D.A. 2013. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Gula Dalam Negeri dan Proyeksi Produksi dan Konsumsi Gula di Indonesia*. Universitas Atmajaya. Yogyakarta.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Profil Perusahaan Pabrik Gula Candi Baru. [online] Tersedia di : <http://www.candibaru.com/profil.html> [Diakses tanggal 23 Januari 2016]

Patro, S.G.K., Sahu, K.K., 2015. *Normalization: A Preprocessing Stage*. Department of CSE & IT, VSSUT, Burla, Odisha, India.

Shamshirband, Shahaboddin., Mohammadi, Karsa.,Tog, Chong Wen., Petkovic, Dalibor., Porcu, Emilio., Mostafaeipour, Ali., Ch, Sudheer., dan Sedaghat, Ahmat. 2015. *Application of extreme learning machine for estimation of wind speed distribution*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Sinuhaji, Ferdinand. 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Keputusan Medis Pada Penyakit Asma*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Standar Nasional Indonesia, 2006. *Gula Kristal – Bagian 2: Rafinasi (refined sugar)*. [pdf] Standar Nasional Indonesia. Tersedia di: http://bbia.go.id/sertifikasi/SNI%2001-3140.2-2006%20Gula%20Rafinasi.pdf [Diakses tanggal 24 Januari 2016].

Subagyo, Pangestu. 1986. *Forecasting Konsep dan aplikasi* . Yogyakarta: BPPE UGM.

Widarwati, Tutik. 2008. *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Gula di PG Pagottan.* Institut Pertanian Bogor. Bogor.

LAMPIRAN A DATA PRODUKSI GULA PG CANDI BARU SIDOARJO PERIODE 2010-2015

A.1. Data Parameter Fundamental

Data parameter fundamental didasarkan pada faktor-faktor yang mempengaruhi produksi gula. Faktor-faktor tersebut antara lain lama giling (X1), rendemen tebu (X2), luas areal (X3), jumlah pekerja (X4) dan jumlah bahan baku (X5).

DATA PARAMETER FUNDAMENTAL							
No	**Bulan**	**X1**	**X2**	**X3**	**X4**	**X5**	**T**
1	May-10	18	5.6	4300	794	411223	22878
2	Jun-10	30	5.6	4300	794	685381	38167
3	Jul-10	31	5.6	4300	794	708226	39414
4	Aug-10	30	5.6	4300	794	685360	38152
5	Sep-10	23	5.6	4300	794	525461	29244
6	Oct-10	31	5.6	4300	794	708200	39409
7	Nov-10	29	5.6	4300	794	662530	36875
8	Dec-10	9	5.6	4300	794	205587	11444
9	May-11	22	7.29	4400	792	500805	36916
10	Jun-11	30	7.29	4400	792	682920	49197
11	Jul-11	31	7.29	4400	792	705694	51979
12	Aug-11	26	7.29	4400	792	591864	41494
13	Sep-11	27	7.29	4400	792	614628	43182
14	Oct-11	31	7.29	4400	792	705684	51769
15	Nov-11	20	7.29	4400	792	483672	34636
16	May-12	15	7.89	4842	793	378405	28940
17	Jun-12	29	7.89	4842	793	731605	57887

DATA PARAMETER FUNDAMENTAL							
No	Bulan	X1	X2	X3	X4	X5	T
18	Jul-12	30	7.89	4842	793	756833	60258
19	Aug-12	23	7.89	4842	793	580221	45908
20	Sep-12	29	7.89	4842	793	731583	57694
21	Oct-12	28	7.89	4842	793	706356	55898
22	Nov-12	13	7.89	4842	793	327951	26748
23	May-13	7	6.82	5473	790	165207	10187
24	Jun-13	28	6.82	5473	790	660833	45134
25	Jul-13	31	6.82	5473	790	731636	51076
26	Aug-13	22	6.82	5473	790	519228	35517
27	Sep-13	30	6.82	5473	790	708039	48590
28	Oct-13	29	6.82	5473	790	684447	46597
29	Nov-13	29	6.82	5473	790	684431	46823
30	Dec-13	23	6.82	5473	790	542823	37199
31	May-14	6	7.52	4500	786	120631	8983
32	Jun-14	30	7.52	4500	786	603285	45390
33	Jul-14	27	7.52	4500	786	542954	41021
34	Aug-14	28	7.52	4500	786	563066	42564
35	Sep-14	30	7.52	4500	786	603297	45433
36	Oct-14	31	7.52	4500	786	623396	46862
37	Nov-14	30	7.52	4500	786	603313	45450
38	Dec-14	25	7.52	4500	786	502725	37548
39	May-15	24	7.93	4700	765	614789	47372
40	Jun-15	29	7.93	4700	765	749187	59463

DATA PARAMETER FUNDAMENTAL							
No	Bulan	X1	X2	X3	X4	X5	T
41	Jul-15	24	7.93	4700	765	620001	49228
42	Aug-15	29	7.93	4700	765	749154	59384
43	Sep-15	28	7.93	4700	765	723335	57316
44	Oct-15	30	7.93	4700	765	775672	61410
45	Nov-15	11	7.93	4700	765	284167	22517

A.2. Data Parameter Teknikal

Data parameter teknikal didasarkan pada data produksi gula yang didapat. Data yang digunakan diambil dari data produksi gula 4 bulan sebelumnya yaitu nilai pada X1, X2, X3 dan X4 dimana T merupakan produksi gula untuk bulan yang telah disebutkan.

DATA PARAMETER TEKNIKAL						
No	Bulan	X1	X2	X3	X4	T
1	Sep-10	22878	38167	39414	38152	29244
2	Oct-10	38167	39414	38152	29244	39409
3	Nov-10	39414	38152	29244	39409	36875
4	Dec-10	38152	29244	39409	36875	11444
5	May-11	29244	39409	36875	11444	36916
6	Jun-11	39409	36875	11444	36916	49197
7	Jul-11	36875	11444	36916	49197	51979
8	Aug-11	11444	36916	49197	51979	41494
9	Sep-11	36916	49197	51979	41494	43182
10	Oct-11	49197	51979	41494	43182	51769
11	Nov-11	51979	41494	43182	51769	34636

DATA PARAMETER TEKNIKAL						
No	Bulan	X1	X2	X3	X4	T
12	May-12	41494	43182	51769	34636	28940
13	Jun-12	43182	51769	34636	28940	57887
14	Jul-12	51769	34636	28940	57887	60258
15	Aug-12	34636	28940	57887	60258	45908
16	Sep-12	28940	57887	60258	45908	57694
17	Oct-12	57887	60258	45908	57694	55898
18	Nov-12	60258	45908	57694	55898	26748
19	May-13	45908	57694	55898	26748	10187
20	Jun-13	57694	55898	26748	10187	45134
21	Jul-13	55898	26748	10187	45134	51076
22	Aug-13	26748	10187	45134	51076	35517
23	Sep-13	10187	45134	51076	35517	48590
24	Oct-13	45134	51076	35517	48590	46597
25	Nov-13	51076	35517	48590	46597	46823
26	Dec-13	35517	48590	46597	46823	37199
27	May-14	48590	46597	46823	37199	8983
28	Jun-14	46597	46823	37199	8983	45390
29	Jul-14	46823	37199	8983	45390	41021
30	Aug-14	37199	8983	45390	41021	42564
31	Sep-14	8983	45390	41021	42564	45433
32	Oct-14	45390	41021	42564	45433	46862
33	Nov-14	41021	42564	45433	46862	45450
34	Dec-14	42564	45433	46862	45450	37548

DATA PARAMETER TEKNIKAL						
No	Bulan	X1	X2	X3	X4	T
35	May-15	45433	46862	45450	37548	47372
36	Jun-15	46862	45450	37548	47372	59463
37	Jul-15	45450	37548	47372	59463	49228
38	Aug-15	37548	47372	59463	49228	59384
39	Sep-15	47372	59463	49228	59384	57316
40	Oct-15	59463	49228	59384	57316	61410
41	Nov-15	49228	59384	57316	61410	22517

A.3. Data Parameter Gabungan

Data parameter gabungan merupakan gabungan data dari parameter fundamental dan teknikal.

DATA GABUNGAN PARAMETER FUNDAMENTAL DAN TEKNIKAL												
NO	Bulan	DATA FUNDAMENTAL					DATA TEKNIKAL					T
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	Sep-10	23	5.6	4300	794	525461	22878	38167	39414	38152	29244	29244
2	Oct-10	31	5.6	4300	794	708200	38167	39414	38152	29244	39409	39409
3	Nov-10	29	5.6	4300	794	662530	39414	38152	29244	39409	36875	36875
4	Dec-10	9	5.6	4300	794	205587	38152	29244	39409	36875	11444	11444
5	May-11	22	7.29	4400	792	500805	29244	39409	36875	11444	36916	36916
6	Jun-11	30	7.29	4400	792	682920	39409	36875	11444	36916	49197	49197
7	Jul-11	31	7.29	4400	792	705694	36875	11444	36916	49197	51979	51979
8	Aug-11	26	7.29	4400	792	591864	11444	36916	49197	51979	41494	41494
9	Sep-11	27	7.29	4400	792	614628	36916	49197	51979	41494	43182	43182

DATA GABUNGAN PARAMETER FUNDAMENTAL DAN TEKNIKAL												
NO	Bulan	DATA FUNDAMENTAL					DATA TEKNIKAL					T
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
10	Oct-11	31	7.29	4400	792	705684	49197	51979	41494	43182	51769	51769
11	Nov-11	20	7.29	4400	792	483672	51979	41494	43182	51769	34636	34636
12	May-12	15	7.89	4842	793	378405	41494	43182	51769	34636	28940	28940
13	Jun-12	29	7.89	4842	793	731605	43182	51769	34636	28940	57887	57887
14	Jul-12	30	7.89	4842	793	756833	51769	34636	28940	57887	60258	60258
15	Aug-12	23	7.89	4842	793	580221	34636	28940	57887	60258	45908	45908
16	Sep-12	29	7.89	4842	793	731583	28940	57887	60258	45908	57694	57694
17	Oct-12	28	7.89	4842	793	706356	57887	60258	45908	57694	55898	55898
18	Nov-12	13	7.89	4842	793	327951	60258	45908	57694	55898	26748	26748
19	May-13	7	6.82	5473	790	165207	45908	57694	55898	26748	10187	10187
20	Jun-13	28	6.82	5473	790	660833	57694	55898	26748	10187	45134	45134
21	Jul-13	31	6.82	5473	790	731636	55898	26748	10187	45134	51076	51076
22	Aug-13	22	6.82	5473	790	519228	26748	10187	45134	51076	35517	35517
23	Sep-13	30	6.82	5473	790	708039	10187	45134	51076	35517	48590	48590
24	Oct-13	29	6.82	5473	790	684447	45134	51076	35517	48590	46597	46597
25	Nov-13	29	6.82	5473	790	684431	51076	35517	48590	46597	46823	46823
26	Dec-13	23	6.82	5473	790	542823	35517	48590	46597	46823	37199	37199
27	May-14	6	7.52	4500	786	120631	48590	46597	46823	37199	8983	8983
28	Jun-14	30	7.52	4500	786	603285	46597	46823	37199	8983	45390	45390
29	Jul-14	27	7.52	4500	786	542954	46823	37199	8983	45390	41021	41021
30	Aug-14	28	7.52	4500	786	563066	37199	8983	45390	41021	42564	42564
31	Sep-14	30	7.52	4500	786	603297	8983	45390	41021	42564	45433	45433

DATA GABUNGAN PARAMETER FUNDAMENTAL DAN TEKNIKAL												
NO	Bulan	DATA FUNDAMENTAL					DATA TEKNIKAL					T
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
32	Oct-14	31	7.52	4500	786	623396	45390	41021	42564	45433	46862	46862
33	Nov-14	30	7.52	4500	786	603313	41021	42564	45433	46862	45450	45450
34	Dec-14	25	7.52	4500	786	502725	42564	45433	46862	45450	37548	37548
35	May-15	24	7.93	4700	765	614789	45433	46862	45450	37548	47372	47372
36	Jun-15	29	7.93	4700	765	749187	46862	45450	37548	47372	59463	59463
37	Jul-15	24	7.93	4700	765	620001	45450	37548	47372	59463	49228	49228
38	Aug-15	29	7.93	4700	765	749154	37548	47372	59463	49228	59384	59384
39	Sep-15	28	7.93	4700	765	723335	47372	59463	49228	59384	57316	57316
40	Oct-15	30	7.93	4700	765	775672	59463	49228	59384	57316	61410	61410
41	Nov-15	11	7.93	4700	765	284167	49228	59384	57316	61410	22517	22517

LAMPIRAN B HASIL *RANDOM INPUT WEIGHT*

B.1. Pengujian Variasi Fitur Data

1. Analisis Fundamental

- Percobaan ke-1

0.87	0.18	-0.97	-0.53	-0.91
0.38	0.65	0.52	0.78	0.41
0.04	0.07	0.27	-0.17	0.42

- Percobaan ke-2

-0.16	-0.05	-0.07	0.90	0.94
0.60	0.43	0.43	-0.84	0.74
-0.53	-0.18	-0.12	-0.11	-0.18

- Percobaan ke-3

0.91	0.26	-0.91	-0.63	-0.49
0.23	-0.19	0.77	0.91	-0.87
0.55	0.19	-0.63	-0.31	-0.56

- Percobaan ke-4

0.88	-0.67	0.91	0.02	-0.52
-0.48	-0.17	-0.19	0.96	0.73
0.89	-0.13	-0.23	0.22	0.04

- Percobaan ke-5

-0.04	-0.66	0.74	0.35	-0.99
0.06	0.04	0.11	0.20	0.23
-0.30	-0.98	-0.04	0.02	-0.14

- Percobaan ke-6

-0.23	0.95	0.05	-0.72	0.67
0.99	0.07	-0.52	-0.78	0.77
-0.04	-0.67	-0.49	0.03	-0.74

- Percobaan ke-7

0.08	-0.51	0.35	0.85	-0.38
-0.55	-0.90	-0.49	-0.71	-0.53
-0.30	0.09	0.43	0.78	0.85

- Percobaan ke-8

0.23	0.32	0.38	0.55	0.68
0.99	0.14	-0.93	-0.80	0.81
0.88	0.02	-0.04	-0.02	0.65

- Percobaan ke-9

0.04	-0.25	0.48	-0.46	0.66
0.96	-0.45	0.63	0.70	0.13
0.83	0.31	0.56	0.91	0.78

- Percobaan ke-10

-0.73	-0.65	0.31	-0.95	-0.37
0.13	0.32	-0.39	-0.33	-0.24
-0.48	0.90	-0.06	0.10	-0.83

2. Analisis Teknikal

- Percobaan ke-1

-0.55	-0.15	-0.03	-0.08
-0.72	0.98	-0.03	0.98
-0.25	-0.96	0.27	-0.62

- Percobaan ke-2

-0.59	-0.20	-0.71	-0.80
0.84	0.96	-0.21	-0.41
-0.13	-0.59	0.15	0.48

- Percobaan ke-3

0.67	0.54	0.25	0.98
0.41	-0.89	0.27	-0.06
-0.65	-0.94	0.15	-0.27

- Percobaan ke-4

-0.17	-0.21	0.14	-0.24
0.14	0.83	-0.89	0.09
0.65	-0.87	-0.93	-0.98

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-5

-0.96	0.59	-0.72	-0.92
0.23	0.02	-0.37	0.95
0.06	0.03	-0.91	0.62

- Percobaan ke-6

0.06	-0.37	0.37	0.00
0.11	-0.18	0.20	1.00
-0.59	0.67	0.33	-0.55

- Percobaan ke-7

0.99	-0.41	0.32	-0.28
0.11	0.11	-0.68	-0.72
-0.86	-0.02	-0.59	-0.72

- Percobaan ke-8

0.16	-0.43	0.31	0.97
-0.36	0.97	-0.63	0.76
0.65	0.89	-0.88	0.93

- Percobaan ke-9

-0.83	0.52	-0.12	-0.33
-0.85	0.80	0.22	-0.94
0.56	-0.56	-0.92	-0.06

- Percobaan ke-10

0.18	0.15	0.94	0.39
-0.45	-0.08	-0.07	0.36
-0.93	0.84	0.27	0.84

3. Analisis Gabungan

- Percobaan ke-1

0.17	0.31	-0.39	-0.41	-0.80	-0.16	0.95	0.10	0.15	0.54
-0.29	-0.17	-0.62	0.13	-0.49	-0.32	0.26	0.62	0.35	-0.85
0.94	-0.74	-0.39	-0.67	0.90	-0.98	-0.30	0.43	0.97	0.04

- Percobaan ke-2

-0.43	0.26	0.09	0.80	0.94	-0.23	-0.99	0.91	-0.63	0.24
0.83	0.80	-0.59	0.96	-0.59	0.06	-0.01	-0.12	-0.60	0.36
0.49	-0.01	-0.34	1.00	-0.12	-0.49	0.52	-0.04	-0.39	-0.41

- Percobaan ke-3

0.49	0.18	0.79	0.30	-0.48	-0.58	-0.22	-0.56	0.21	0.16
-0.07	-0.18	0.41	0.10	-0.74	0.77	-0.53	0.49	0.63	0.12
-0.85	-0.81	0.00	0.75	0.60	-0.58	0.43	-0.17	-0.03	-0.67

- Percobaan ke-4

-0.73	-0.04	-0.86	-0.98	0.02	0.98	-0.39	0.09	0.35	0.90
0.56	0.96	-0.67	-0.97	0.97	-0.64	0.50	0.89	-0.37	-0.55
0.39	-0.09	-0.14	-0.73	0.91	-0.38	-0.08	-0.54	0.54	0.58

- Percobaan ke-5

-0.27	-0.08	0.92	0.42	-0.66	0.02	-0.45	0.71	-0.76	-0.17
-0.36	-0.52	0.51	-0.38	-0.23	0.37	-0.03	-0.45	0.51	0.58
-0.44	0.91	0.64	0.52	0.78	-0.10	0.84	0.67	0.96	-0.96

- Percobaan ke-6

0.66	-0.77	-0.68	0.45	-0.14	0.53	0.09	0.76	0.98	0.63
-0.82	-0.01	-0.84	0.67	-0.92	0.06	-0.31	0.21	-0.72	-0.19
0.83	-0.69	0.89	-0.90	-0.97	0.64	0.91	0.31	-0.26	-0.41

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-7

0.94	0.25	-0.73	0.22	0.18	0.94	0.67	0.13	-0.44	0.99
0.57	-0.66	-0.44	0.82	-0.97	0.27	-0.46	0.42	0.60	0.16
-0.94	0.52	-0.12	-0.03	-0.81	0.64	0.50	0.32	0.86	-0.82

- Percobaan ke-8

-0.61	-0.04	-0.61	0.67	-0.06	-0.83	-0.81	0.23	-0.43	0.47
0.74	0.46	0.50	-0.92	0.77	0.86	-0.81	-0.12	0.01	0.87
0.29	0.77	0.40	-0.51	-0.03	-0.73	-0.17	-0.63	0.20	0.83

- Percobaan ke-9

-0.01	0.60	-0.45	0.10	0.62	0.08	0.20	0.59	-0.61	0.61
0.80	0.92	0.55	-0.13	-0.99	-0.98	-0.01	0.81	0.12	0.20
-0.86	0.28	0.72	0.99	0.46	0.71	-0.80	-0.63	-0.09	0.52

- Percobaan ke-10

-0.23	-0.08	-0.52	0.09	0.00	0.17	0.10	-0.08	-0.65	-0.60
0.10	-0.93	-0.34	-0.36	0.52	0.80	-0.06	-0.38	0.16	0.33
-0.28	-0.23	0.15	0.59	-0.40	0.06	-0.38	0.48	-0.75	0.06

B.2. Pengujian *Range Input Weight*

1. Range [-1,1]

- Percobaan ke-1

0.37	0.49	0.16	-0.59	0.64
-0.74	-0.05	-0.30	0.23	-0.59
-0.37	0.33	0.15	-0.59	0.01

- Percobaan ke-2

-0.97	-0.87	0.69	-0.54	-0.64
0.09	-0.35	0.43	-0.66	0.88
-0.53	-0.46	0.56	0.37	0.48

- Percobaan ke-3

0.49	0.24	0.13	0.62	0.85
-0.05	0.21	-0.23	0.15	-0.32
-0.73	-0.98	0.30	0.22	-0.33

- Percobaan ke-4

0.62	0.67	0.10	0.20	-0.5
0.47	-0.05	0.11	-0.26	0.33
-0.93	-0.53	-0.19	-0.36	-0.3

- Percobaan ke-5

0.83	-0.19	0.45	-0.13	-0.99
-0.66	0.35	0.33	0.84	0.49
0.59	0.65	0.83	0.98	0.61

- Percobaan ke-6

0.92	0.91	-0.77	0.45	0.44
-0.95	-0.25	0.47	0.50	0.81
-0.29	0.51	0.59	0.44	0.95

- Percobaan ke-7

0.90	-0.88	0.82	-0.42	-0.55
0.95	-0.96	0.46	0.10	0.31
-0.01	-0.62	0.58	-0.35	0.76

- Percobaan ke-8

0.22	-0.77	0.12	0.37	0.49
-0.78	-0.15	-0.48	-0.14	-0.12
-0.51	0.85	-0.08	-0.34	0.13

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-9

0.65	-0.83	0.95	-0.44	0.82
-0.34	-0.33	-0.12	0.68	-0.83
-0.85	0.94	-0.96	0.88	-0.57

- Percobaan ke-10

0.27	-0.86	-0.39	-0.26	0.28
0.18	0.02	0.05	0.41	0.19
0.89	-0.61	0.35	-0.46	0.22

2. Range [-0,8;1]

- Percobaan ke-1

0.22	0.10	0.56	-0.62	-0.40
0.05	-0.79	0.39	0.96	0.89
-0.79	-0.28	0.56	0.07	0.03

- Percobaan ke-2

0.41	-0.66	0.94	0.59	-0.33
0.54	0.33	0.71	-0.41	0.13
-0.46	0.53	0.97	-0.57	-0.78

- Percobaan ke-3

-0.58	0.19	0.02	0.96	-0.07
-0.37	-0.34	-0.61	-0.46	-0.05
-0.21	-0.01	0.45	0.78	0.98

- Percobaan ke-4

0.90	-0.09	0.49	0.71	-0.02
0.31	0.03	0.53	0.98	0.88
-0.12	-0.58	0.16	0.78	-0.05

- Percobaan ke-5

0.01	-0.39	0.20	-0.25	-0.57
0.26	-0.33	-0.75	-0.27	0.25
-0.27	0.81	-0.27	-0.21	0.62

- Percobaan ke-6

0.20	0.80	-0.71	-0.15	-0.69
-0.73	0.99	0.28	-0.25	0.25
0.55	0.39	0.44	-0.61	0.18

- Percobaan ke-7

-0.49	0.68	0.91	-0.10	0.91
0.14	0.28	-0.50	0.65	-0.70
0.82	-0.13	0.86	0.15	0.88

- Percobaan ke-8

0.68	-0.17	0.00	-0.43	0.74
-0.33	0.14	0.01	0.23	0.42
0.55	-0.40	-0.71	-0.29	-0.62

- Percobaan ke-9

0.53	-0.36	-0.69	-0.20	0.74
0.55	0.81	0.08	0.32	-0.12
-0.15	-0.37	0.65	0.37	-0.12

- Percobaan ke-10

0.31	0.47	0.37	-0.54	-0.56
-0.62	0.17	-0.65	-0.32	-0.13
0.03	0.92	-0.60	-0.32	0.43

3. Range [-0,6;1]

- Percobaan ke-1

-0.60	-0.43	-0.25	-0.11	-0.50
-0.27	-0.55	0.90	0.03	0.98
0.16	-0.45	0.27	-0.07	0.05

- Percobaan ke-2

0.87	0.71	0.24	0.94	-0.40
0.92	-0.16	0.40	0.28	0.57
-0.16	-0.51	0.28	0.26	0.19

- Percobaan ke-3

0.42	0.82	0.46	-0.12	0.06
0.26	0.91	0.13	-0.13	0.37
-0.54	-0.42	0.95	0.04	-0.56

- Percobaan ke-4

0.40	-0.34	0.14	0.07	0.19
0.45	0.88	-0.35	0.10	0.09
0.13	-0.42	0.45	-0.08	0.68

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-5

0.93	0.68	-0.36	0.74	-0.60
0.77	-0.21	-0.14	-0.44	0.26
0.27	0.13	0.85	-0.07	-0.39

- Percobaan ke-6

-0.40	0.25	-0.45	0.88	-0.29
0.66	0.17	0.60	-0.23	0.81
0.20	-0.22	0.46	-0.36	-0.29

- Percobaan ke-7

-0.21	0.44	-0.59	-0.20	-0.47
-0.30	0.61	-0.32	-0.24	0.78
0.70	-0.10	0.49	0.73	-0.07

- Percobaan ke-8

0.87	-0.03	-0.30	0.35	0.45
0.47	-0.35	0.55	-0.25	-0.28
-0.16	-0.36	0.91	0.15	-0.41

- Percobaan ke-9

-0.44	-0.50	-0.15	0.45	0.53
-0.08	-0.44	-0.27	0.49	-0.57
0.19	0.72	0.44	-0.51	-0.56

- Percobaan ke-10

-0.02	0.52	0.32	-0.04	-0.10
0.69	0.89	0.60	-0.59	0.32
0.05	-0.39	0.07	-0.37	0.73

4. Range [-0,4;1]

- Percobaan ke-1

0.65	-0.08	0.12	-0.21	0.60
0.75	0.49	0.57	0.01	-0.12
-0.26	0.18	0.88	0.45	-0.17

- Percobaan ke-2

0.16	0.58	0.93	-0.17	0.66
-0.27	0.81	0.89	0.78	0.41
-0.18	-0.28	0.29	-0.39	0.08

- Percobaan ke-3

0.09	-0.29	-0.39	0.89	0.71
0.30	0.94	0.05	0.23	-0.22
0.34	0.11	0.90	-0.25	0.96

- Percobaan ke-4

0.03	0.92	-0.38	-0.06	0.17
0.30	0.89	0.69	0.40	0.83
0.69	0.36	0.32	0.03	0.13

- Percobaan ke-5

-0.28	0.60	-0.32	0.20	0.10
-0.17	0.36	-0.04	0.32	-0.36
-0.11	0.66	0.52	0.64	0.07

- Percobaan ke-6

-0.06	0.24	-0.19	0.60	0.03
-0.09	0.85	0.49	0.04	0.23
0.32	0.16	0.73	0.29	0.88

- Percobaan ke-7

0.86	-0.23	-0.01	-0.04	0.36
0.05	-0.14	0.36	0.87	-0.24
0.47	0.09	-0.26	0.74	0.21

- Percobaan ke-8

0.48	-0.35	0.24	0.04	0.65
0.99	0.55	0.86	0.43	0.05
0.75	0.50	0.39	0.27	0.76

- Percobaan ke-9

-0.29	-0.17	-0.24	0.91	0.89
0.82	0.43	0.39	0.05	-0.38
-0.35	0.60	-0.14	0.96	-0.26

- Percobaan ke-10

-0.39	-0.34	0.19	0.62	0.71
-0.34	0.47	-0.03	0.15	0.44
0.03	0.95	-0.34	-0.25	0.47

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

5. Range [-0,2;1]

- Percobaan ke-1

0.85	0.84	0.89	0.89	0.13
0.05	0.03	0.50	0.23	0.96
-0.10	0.26	0.70	0.50	0.56

- Percobaan ke-2

0.40	0.12	0.11	0.28	0.53
0.99	0.52	0.63	0.18	0.31
0.03	0.35	0.33	0.37	0.53

- Percobaan ke-3

0.84	0.12	-0.12	0.78	0.99
0.63	0.23	0.05	0.49	0.02
0.08	-0.15	-0.07	0.52	0.36

- Percobaan ke-4

0.06	0.50	0.64	0.72	0.44
0.20	-0.12	-0.05	-0.12	0.92
-0.07	0.25	1.00	0.42	0.52

- Percobaan ke-5

0.81	0.94	0.15	0.33	0.69
0.33	0.40	0.11	0.22	0.23
0.07	-0.10	0.84	0.51	0.61

- Percobaan ke-6

0.63	0.25	0.43	0.01	0.84
-0.09	0.67	0.59	0.38	0.27
0.35	0.12	0.09	-0.03	-0.17

- Percobaan ke-7

0.83	0.66	-0.05	0.71	0.76
0.68	-0.12	0.01	0.05	0.45
-0.06	0.36	0.50	-0.01	0.32

- Percobaan ke-8

0.96	0.48	-0.10	0.71	-0.11
0.20	-0.13	0.19	0.68	-0.08
0.54	-0.06	0.15	0.72	0.66

- Percobaan ke-9

0.94	-0.07	0.60	0.66	0.47
0.40	-0.19	0.50	0.31	-0.15
0.95	0.40	0.53	0.20	0.22

- Percobaan ke-10

0.87	-0.06	-0.10	0.91	0.81
0.48	0.28	0.70	0.76	0.74
-0.09	0.16	0.91	-0.20	0.91

6. Range [0;1]

- Percobaan ke-1

0.98	0.35	0.06	0.08	0.43
0.78	0.37	0.10	0.07	0.56
0.23	0.89	0.40	0.36	0.64

- Percobaan ke-2

0.58	0.41	0.29	0.02	0.31
0.96	0.94	0.34	0.36	0.53
0.89	0.78	0.75	0.31	0.86

- Percobaan ke-3

0.49	0.79	0.21	0.27	0.97
0.51	0.38	0.17	0.08	0.59
0.75	0.57	0.27	0.02	0.38

- Percobaan ke-4

0.99	0.76	0.11	0.89	0.06
0.37	0.39	0.57	0.42	0.69
0.11	0.29	0.28	0.48	0.05

- Percobaan ke-5

0.73	0.23	0.85	0.58	0.11
0.73	0.23	0.85	0.58	0.11
0.78	0.50	0.17	0.09	0.83

- Percobaan ke-6

0.26	0.90	0.95	0.96	0.81
0.94	0.68	0.30	0.65	0.88
0.67	0.30	0.71	0.28	0.92

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-7

0.19	0.45	0.36	0.49	0.63
0.73	0.03	0.93	0.95	0.60
0.85	0.70	0.47	0.15	0.11

- Percobaan ke-8

0.48	0.93	0.66	0.93	0.50
0.53	0.36	0.97	0.48	0.53
0.51	0.35	0.48	0.31	0.63

- Percobaan ke-9

0.33	0.58	0.26	0.56	0.13
0.33	0.72	0.88	0.42	0.46
0.35	0.45	0.08	0.85	0.37

- Percobaan ke-10

0.19	0.89	0.69	0.04	0.15
0.72	0.01	0.61	0.23	0.16
0.52	0.47	0.47	0.13	0.37

B.3. Pengujian Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing*

1. 80%:20%

- Percobaan ke-1

0.75	-0.92	0.88	0.57	0.90
0.02	-0.87	0.83	0.49	-0.44
0.41	0.74	0.82	-0.36	0.21

- Percobaan ke-2

-0.24	-0.44	-0.30	0.15	0.51
0.78	0.95	0.94	-0.30	0.64
0.51	0.19	0.35	-0.05	0.49

- Percobaan ke-3

-0.83	0.97	0.37	0.43	-0.42
0.65	0.81	0.98	0.43	0.64
0.27	-0.41	0.07	-0.28	0.03

- Percobaan ke-4

0.88	0.62	-0.12	0.29	0.48
-0.85	-0.86	-0.48	0.64	-0.33
-0.34	0.80	-0.97	-0.48	-0.47

- Percobaan ke-5

0.06	0.11	0.53	0.81	0.89
-0.89	0.97	-0.02	0.06	0.61
-0.38	0.55	-0.15	0.10	-0.24

- Percobaan ke-6

-0.45	0.47	-0.72	0.03	0.45
0.04	-0.52	0.01	0.64	-0.96
0.97	-0.19	0.56	0.76	0.03

- Percobaan ke-7

-0.81	-0.35	0.69	0.03	0.48
-0.83	-0.43	-0.83	0.36	-0.48
0.20	0.66	0.14	0.60	0.81

- Percobaan ke-8

0.23	-0.58	-0.94	0.59	0.83
-0.51	0.57	-0.39	0.57	-0.40
0.25	0.69	0.53	0.23	0.74

- Percobaan ke-9

-0.07	0.03	0.88	-0.62	0.19
-0.62	-0.11	0.47	-0.68	-0.56
-0.26	-0.78	-0.81	-0.53	-0.46

- Percobaan ke-10

-0.06	-0.34	-0.09	-0.06	0.76
-0.26	-0.01	0.00	-0.59	0.19
0.98	-0.09	0.40	-0.47	0.81

2. 70%:30%

- Percobaan ke-1

0.33	-0.09	-0.85	-0.53	0.05
-0.30	-0.36	0.76	0.42	0.14
0.43	-0.48	0.86	0.22	0.46

- Percobaan ke-2

-0.55	0.59	0.89	-0.50	0.02
0.93	0.51	0.03	-0.15	0.27
0.36	0.36	0.24	-0.26	-0.55

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-3

-0.26	0.03	0.00	-0.54	-0.90
0.84	0.96	-0.20	-0.27	-0.86
-0.47	0.71	-0.64	0.94	-0.56

- Percobaan ke-4

-0.11	-0.26	-0.87	-0.85	0.66
-0.90	-0.96	-0.34	-0.09	-0.58
-0.54	0.31	0.70	0.94	0.91

- Percobaan ke-5

-0.35	0.62	-0.23	0.15	-0.15
0.50	0.40	0.80	-0.03	0.56
0.51	0.35	-0.46	0.13	0.12

- Percobaan ke-6

0.56	0.15	0.45	0.86	-0.98
-0.46	0.42	0.20	0.88	0.29
0.70	-0.57	-0.87	-0.59	-0.71

- Percobaan ke-7

-0.62	-0.98	-0.34	-0.19	-0.66
0.84	0.11	-0.33	0.28	0.31
-0.78	-0.24	-0.04	-0.87	-0.89

- Percobaan ke-8

0.04	0.88	0.62	-0.54	0.38
-0.44	-0.79	-0.38	0.81	-0.03
0.54	-0.02	0.19	-0.90	-0.47

- Percobaan ke-9

0.10	0.95	-0.81	0.19	0.78
-0.27	0.20	0.29	0.77	-0.74
0.81	-0.93	-0.33	-0.70	0.30

- Percobaan ke-10

0.88	0.25	0.27	-0.33	0.54
-0.57	0.93	0.05	0.23	0.97
0.74	-0.36	-0.77	-0.99	-0.24

3. 60%:40%

- Percobaan ke-1

0.65	0.60	0.23	0.63	-0.75
0.82	0.36	0.59	0.49	0.33
0.00	-0.42	0.99	0.38	-0.78

- Percobaan ke-2

-0.67	-0.28	-0.54	-0.27	0.69
0.89	0.41	0.09	-0.92	0.91
-0.95	0.61	-0.53	-0.48	-0.27

- Percobaan ke-3

-0.40	-0.12	-0.25	-0.49	-0.23
-0.45	-0.68	0.94	0.44	-0.14
0.71	-0.75	-0.06	-0.38	0.49

- Percobaan ke-4

-0.92	-0.17	0.78	0.66	-0.72
-0.85	0.23	-0.76	0.65	-0.03
-0.20	-0.35	0.70	0.74	0.32

- Percobaan ke-5

0.55	0.71	0.87	0.39	0.90
-0.75	0.56	-0.68	-0.51	0.69
-0.71	-0.26	-0.64	-0.48	-0.17

- Percobaan ke-6

-0.26	-0.10	0.33	0.39	-0.62
0.80	0.80	0.25	0.06	0.61
-0.49	-0.77	-0.84	0.67	-0.81

- Percobaan ke-7

-0.56	-0.81	-0.55	-0.28	-0.89
0.96	-0.97	-0.89	-0.77	-0.49
-0.53	-0.14	0.57	0.21	0.44

- Percobaan ke-8

-0.29	-0.81	0.04	0.96	-0.97
-0.36	-0.82	-0.41	0.53	-0.97
0.41	-0.71	-0.64	-0.09	0.32

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-9

0.97	0.90	-0.43	-0.11	0.36
0.28	-0.02	-0.22	-0.05	-0.57
0.40	-0.06	-0.31	-0.07	0.46

- Percobaan ke-10

-0.31	0.46	-0.61	0.57	0.04
0.64	-0.06	-0.28	0.31	0.37
0.25	0.61	0.08	0.35	-0.83

4. 50%:50%

- Percobaan ke-1

0.94	-0.60	-0.71	0.89	0.61
-0.96	0.06	-0.73	0.99	-0.78
-0.65	0.90	0.26	0.23	0.43

- Percobaan ke-2

0.82	0.49	-0.94	-0.81	0.63
-0.64	-0.09	0.07	0.00	-0.37
0.01	0.07	0.80	-0.59	0.92

- Percobaan ke-3

0.35	0.94	0.13	-0.16	0.58
-0.43	-0.66	-0.96	-0.67	0.19
0.50	0.97	0.79	0.74	-0.93

- Percobaan ke-4

-0.29	-0.32	-0.26	0.04	-0.91
0.77	-0.13	0.76	0.52	-0.40
0.17	0.56	-0.69	0.08	-0.85

- Percobaan ke-5

0.7	0.2	0.1	0.3	-0.1
-1.0	0.0	-0.9	0.5	-0.5
-0.9	0.9	0.4	0.3	-0.8

- Percobaan ke-6

0.87	-0.30	0.21	-0.11	-0.01
0.56	0.91	-0.06	-0.32	0.57
-0.19	0.55	-0.49	-0.65	-0.89

- Percobaan ke-7

-0.4	0.3	-0.4	0.3	-0.7
0.7	0.7	-0.1	0.3	-0.6
-0.3	-0.5	-0.9	-0.6	-0.5

- Percobaan ke-8

-0.85	0.35	-0.97	0.16	-0.44
0.48	0.73	-0.80	0.61	0.52
0.61	0.50	0.22	-0.16	0.82

- Percobaan ke-9

-0.83	0.11	0.47	0.53	0.99
-0.30	-0.27	-0.67	0.39	-0.55
0.31	0.85	-0.36	0.26	1.00

- Percobaan ke-10

-0.04	0.76	-0.63	-0.43	0.75
-0.82	0.77	0.07	-0.71	-0.50
-0.06	0.22	-0.36	-0.55	-0.63

5. 40%:60%

- Percobaan ke-1

-0.74	0.52	-0.76	-0.36	-0.99
0.48	0.79	-0.47	-0.02	0.26
-0.35	-0.32	0.82	0.91	0.07

- Percobaan ke-2

-0.28	-0.38	0.62	0.04	-0.38
0.39	0.59	-0.29	-0.26	0.98
0.49	-0.84	0.32	-0.52	0.56

- Percobaan ke-3

-0.33	0.70	0.66	0.74	-0.01
-0.05	-0.48	-0.44	-0.05	-0.62
0.68	-0.44	0.43	-0.45	0.89

- Percobaan ke-4

-0.53	-0.61	-0.26	-0.37	0.99
-0.39	0.68	-0.55	0.11	0.88
-0.73	-0.18	0.18	0.40	-0.97

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-5

0.89	-0.89	-0.11	-0.36	0.70
-0.33	-0.68	0.30	-0.40	-0.01
0.50	0.31	0.80	-0.96	0.94

- Percobaan ke-6

0.61	-0.25	0.15	-0.47	0.21
0.42	0.12	0.26	0.38	-0.41
0.94	0.60	0.25	0.67	0.98

- Percobaan ke-7

0.66	0.69	0.39	0.88	0.28
-0.32	-0.45	-0.43	0.23	-0.46
-0.30	0.74	0.54	0.66	-0.98

- Percobaan ke-8

-0.06	-0.04	-0.14	-0.52	0.86
0.37	-0.68	-0.47	-0.94	-0.86
0.92	-0.17	-0.72	0.17	-0.58

- Percobaan ke-9

-0.67	0.05	0.48	0.08	0.04
0.04	-0.92	0.22	-0.65	-0.75
-0.01	-0.04	0.04	-0.27	0.12

- Percobaan ke-10

-0.01	-0.99	-0.47	0.97	-0.61
-0.60	-0.50	-0.03	0.47	-0.77
0.99	0.12	0.60	0.27	-0.15

6. 30%:70%

- Percobaan ke-1

0.82	-0.67	0.26	-0.17	-0.62
-0.54	-0.70	-0.99	-0.37	-0.54
0.72	0.24	0.06	0.80	0.68

- Percobaan ke-2

-0.02	0.68	-0.05	0.98	-0.35
0.79	-0.42	-0.93	-0.71	0.86
0.74	0.06	-0.39	0.19	-0.41

- Percobaan ke-3

-0.91	-0.48	-0.35	0.72	0.65
0.26	0.56	0.71	0.83	0.63
-0.91	0.65	0.73	-0.92	-0.26

- Percobaan ke-4

-0.42	0.67	-0.30	0.30	0.34
-0.30	0.16	0.23	0.14	0.78
0.95	0.70	0.04	0.10	0.40

- Percobaan ke-5

-0.12	-0.49	-0.03	0.05	0.95
-0.43	0.05	0.63	-0.37	-0.06
0.32	0.11	0.66	0.19	0.45

- Percobaan ke-6

-0.44	0.08	0.32	0.33	-0.61
-0.35	0.31	0.51	0.08	0.05
0.40	0.12	-0.99	0.94	-0.53

- Percobaan ke-7

0.13	-0.55	-0.47	0.07	0.08
0.35	0.61	0.69	0.57	-0.64
0.92	0.11	-0.41	0.57	-0.09

- Percobaan ke-8

-0.85	0.42	0.45	-0.91	0.11
-0.27	0.62	0.93	-0.40	0.73
-0.51	-0.83	0.47	-0.87	0.73

- Percobaan ke-9

0.48	0.28	0.07	0.34	-0.56
-0.98	-0.57	0.73	0.79	0.72
-0.70	-0.12	0.17	0.15	-0.08

- Percobaan ke-10

0.46	0.41	-0.30	0.14	0.36
-0.26	0.28	0.96	-0.18	-0.32
0.47	-0.10	-0.56	-0.19	-0.78

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

7. 20%:80%

- Percobaan ke-1

-0.99	-0.94	-0.39	-0.26	-0.09
0.21	-0.71	0.36	0.03	0.61
0.88	0.49	-0.16	0.30	-0.66

- Percobaan ke-2

-0.87	0.22	-0.86	0.17	-0.78
-0.60	0.36	-0.75	-0.01	0.69
0.36	0.55	0.89	0.43	-0.79

- Percobaan ke-3

0.26	0.72	-0.57	-0.50	0.47
-0.72	0.30	-0.11	-0.87	-0.48
0.40	-0.26	0.87	-0.48	0.41

- Percobaan ke-4

0.69	0.03	0.06	0.27	-0.88
0.24	-0.97	0.62	0.72	0.67
-0.49	-0.61	-0.31	0.45	-0.15

- Percobaan ke-5

-0.83	-0.26	0.55	0.00	0.62
0.94	0.93	0.10	-0.12	-0.90
-0.39	-0.57	0.30	-0.44	0.79

- Percobaan ke-6

-0.34	0.53	-0.21	0.38	0.79
-0.70	-0.05	0.08	-0.17	0.03
-0.55	0.81	-0.80	-0.86	0.53

- Percobaan ke-7

0.95	0.36	0.10	-0.41	-0.34
0.70	-0.89	-0.37	-0.73	-0.42
-0.71	0.07	0.31	-0.35	-0.51

- Percobaan ke-8

0.73	0.37	0.82	0.44	0.05
0.99	-0.28	-0.27	-0.65	-0.19
0.73	0.37	0.82	0.44	0.05

- Percobaan ke-9

0.70	0.30	0.63	-0.05	-0.39
-0.19	-0.77	-0.25	-0.34	-0.88
-0.66	0.63	0.08	-0.18	-0.58

- Percobaan ke-10

0.01	-0.37	0.15	-0.77	0.18
0.01	0.73	0.08	-0.17	-0.76
0.59	-0.14	0.29	-0.87	0.40

B.4. Pengujian Jumlah *Hidden Neuron*

1. *hidden neuron* = 2

- Percobaan ke-1

0.09	0.26	-0.26	-0.30	0.58
-0.05	-0.70	-0.90	-0.13	0.22

- Percobaan ke-2

-0.27	-0.30	0.96	0.09	-0.41
-0.74	0.91	0.40	0.02	0.91

- Percobaan ke-3

0.68	-0.19	-0.42	-0.19	0.29
-0.55	-0.34	0.32	-0.41	0.99

- Percobaan ke-4

0.31	0.36	0.37	-0.52	0.27
0.83	0.42	-0.37	0.37	0.78

- Percobaan ke-5

-0.53	0.36	-0.88	0.51	-0.49
0.75	-0.43	-0.98	-0.1	0.70

- Percobaan ke-6

-0.73	0.48	-0.24	-0.96	0.69
0.74	-0.61	0.65	-0.52	0.75

- Percobaan ke-7

0.04	0.90	0.13	0.84	0.43
0.93	0.15	-0.96	0.91	-0.85

- Percobaan ke-8

0.03	0.33	-0.61	0.32	0.10
-0.53	0.89	0.45	-0.24	-0.83

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-9

0.62	-0.05	0.12	0.61	-0.33
0.72	-0.03	0.48	0.51	-0.25

- Percobaan ke-10

0.04	-0.17	0.99	-0.64	0.43
-0.01	0.01	-0.50	-0.93	0.77

2. *hidden neuron* = 3

- Percobaan ke-1

0.79	0.01	-0.68	-0.80	-0.70
0.63	-0.30	0.53	-0.21	0.69
-0.99	0.05	-0.88	0.33	0.31

- Percobaan ke-2

-0.97	0.93	-0.01	0.98	0.28
0.02	0.88	0.80	0.87	0.54
0.99	0.03	-0.62	-0.85	-0.16

- Percobaan ke-3

-0.15	0.59	0.76	-0.82	-0.63
-0.05	0.48	0.19	-0.64	0.13
-0.37	0.57	0.91	0.44	0.05

- Percobaan ke-4

0.75	0.54	-0.11	0.73	-0.49
-0.44	-0.34	-0.49	0.59	-0.71
0.37	-0.23	-0.18	-0.72	0.09

- Percobaan ke-5

-0.81	0.55	-0.53	0.43	-0.66
0.11	0.53	0.28	0.86	-0.37
0.84	0.80	0.15	-0.41	-0.37

- Percobaan ke-6

0.24	-0.02	-0.44	0.26	-0.31
0.71	-0.56	0.83	0.72	-0.67
0.38	-0.90	0.71	0.26	0.33

- Percobaan ke-7

0.41	-0.59	0.19	-0.23	-0.37
-0.43	-0.88	-0.31	-0.01	-0.59
-0.91	-0.90	0.28	-0.43	0.55

- Percobaan ke-8

0.29	0.69	0.17	-0.10	0.38
-0.75	-0.82	-0.74	0.83	0.03
0.93	0.60	0.19	-0.43	-0.75

- Percobaan ke-9

-0.54	0.36	0.62	-0.31	0.92
-0.44	-0.26	-0.37	-0.96	0.93
-0.85	0.82	-0.80	-0.17	-0.99

- Percobaan ke-10

0.11	-0.68	-0.69	0.28	-0.44
0.84	0.88	0.43	0.36	0.78
-0.75	0.91	0.28	0.37	0.86

3. *hidden neuron* = 4

- Percobaan ke-1

0.96	1.00	-0.23	-0.54	0.83
-0.40	-0.24	-0.58	-0.81	-0.88
0.77	-0.16	0.76	-0.12	0.87
-0.86	-0.47	-0.57	-0.51	0.98

- Percobaan ke-2

0.98	-0.95	0.85	0.21	-0.98
-0.13	0.11	0.53	-0.90	0.87
-0.89	0.16	0.47	0.09	-0.98
0.88	-0.97	0.93	0.11	-0.03

- Percobaan ke-3

0.58	-0.35	0.80	0.29	-1.00
0.10	-0.31	-0.89	-0.72	0.20
0.66	-0.44	0.08	-0.27	-0.88
0.86	0.85	-0.29	0.82	-0.98

- Percobaan ke-4

0.31	0.03	0.88	0.00	-0.45
-0.11	-0.36	-0.47	0.23	-0.43
-0.04	-0.04	0.42	0.08	0.10
0.79	-0.94	0.17	-0.75	-0.88

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-5

-0.71	-0.10	-0.68	-0.28	-0.41
0.08	-0.93	-0.41	0.02	-0.01
0.77	0.91	-0.68	-0.62	0.04
0.16	0.48	-0.36	-0.30	0.43

- Percobaan ke-6

-0.43	-0.30	0.10	0.80	0.08
-0.86	-0.55	-0.34	0.56	-0.38
-0.19	-0.16	0.79	0.03	-0.03
0.97	0.29	-0.51	-0.58	0.34

- Percobaan ke-7

-0.72	-0.46	0.21	0.54	0.36
-0.73	-0.95	-0.06	0.50	-0.84
-0.02	0.40	-0.93	-0.44	-0.07
-0.39	0.68	-0.76	-0.37	0.68

- Percobaan ke-8

-0.68	-0.61	-0.66	0.39	-0.38
-0.99	-0.22	-0.61	0.38	-0.95
-0.84	0.81	-0.62	-0.78	0.53
0.61	0.28	0.66	0.96	0.17

- Percobaan ke-9

-0.03	0.96	0.72	0.43	-0.62
0.38	0.55	0.78	-0.03	0.16
-0.74	0.90	-0.87	0.74	-0.67
-0.67	-0.11	0.72	0.41	-0.71

- Percobaan ke-10

-0.68	0.38	0.75	0.06	0.15
0.85	0.69	0.48	-0.12	-0.01
0.31	-0.65	-0.83	0.09	0.39
0.91	0.99	-0.71	0.31	0.82

4. *hidden neuron* = 5

- Percobaan ke-1

-0.06	-0.43	0.38	0.79	-0.65
0.17	0.28	-0.49	0.16	-0.72
-0.74	0.17	-0.37	0.75	-0.89
-0.58	-0.93	0.77	-0.21	-0.49
0.77	0.94	-0.43	0.52	0.82

- Percobaan ke-2

0.20	-0.24	-0.68	-0.47	0.87
-0.36	0.35	0.59	0.47	-0.23
-0.40	-0.21	0.90	0.17	0.85
-0.25	-0.76	-0.25	0.78	-0.26
0.28	-0.46	-0.06	-0.38	-0.61

- Percobaan ke-3

0.87	0.99	0.21	0.46	0.39
0.59	0.20	0.69	0.00	-0.41
-0.39	0.76	0.86	-0.38	0.24
-0.91	0.68	0.09	-0.11	-0.03
-0.02	0.53	-0.75	-0.87	-0.40

- Percobaan ke-4

-0.39	-0.78	-0.32	-0.92	0.44
0.56	0.52	-0.17	0.90	0.75
0.12	0.00	0.94	-0.07	0.67
-0.73	-0.89	0.58	-0.40	0.02
0.07	0.70	-0.42	-0.57	0.49

- Percobaan ke-5

0.79	0.90	-0.20	0.65	-0.41
-0.01	0.26	0.59	0.81	0.78
0.46	-0.15	-0.28	-0.43	-0.84
0.75	-0.08	-0.38	-0.10	-0.68
-0.86	-0.40	0.46	-0.99	0.35

- Percobaan ke-6

-0.26	0.33	-0.15	-0.18	-0.89
0.07	0.73	0.68	-0.58	0.92
-0.82	0.95	0.87	-0.04	-0.43
-0.32	0.81	-0.72	-0.82	0.16
0.46	-0.20	0.01	0.31	-0.93

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-7

-0.36	0.12	-0.11	0.28	-0.54
0.75	0.32	-0.44	-0.32	-0.54
-0.20	-0.27	-0.48	0.56	0.04
0.80	0.58	0.17	-0.36	-0.74
-0.20	0.63	-0.23	0.18	0.27

- Percobaan ke-8

0.25	-0.50	0.85	-0.08	0.58
-0.68	0.68	-0.30	-0.60	0.94
0.60	-0.37	-0.33	-0.82	0.08
0.87	-0.38	-0.15	-0.82	-0.89
-0.33	-0.90	-0.78	0.46	0.19

- Percobaan ke-9

0.13	0.07	-0.82	0.67	-0.99
0.07	-0.95	-0.04	-0.58	-0.69
-0.10	-0.73	0.80	0.93	0.69
0.93	-0.44	-0.30	0.15	0.37
0.44	0.42	-0.52	-0.72	0.40

- Percobaan ke-10

0.84	-0.51	0.53	-0.90	0.83
0.45	0.62	0.07	-0.71	-0.20
-0.92	-0.11	-0.80	-0.72	0.35
-0.76	-0.57	0.09	-0.11	-0.65
0.66	-0.80	0.82	0.10	0.27

5. *hidden neuron* = 6

- Percobaan ke-1

-0.74	-0.29	-0.18	0.36	-0.13
0.08	-0.64	0.76	-0.58	-0.50
-0.93	-0.48	0.94	0.42	-0.59
-0.96	0.52	-0.38	0.20	-0.50
-0.75	-0.16	0.47	-0.78	0.17
0.49	0.69	0.22	0.46	-0.50

- Percobaan ke-2

-0.92	-0.68	-0.37	0.84	-0.78
0.63	0.09	0.72	-0.28	0.43
-0.77	-0.78	0.42	0.69	-0.84
0.91	0.48	-0.22	0.78	-0.29
-0.63	0.48	-0.83	-0.37	-0.60
0.99	-0.72	-0.56	-0.80	0.35

- Percobaan ke-3

0.25	0.14	-0.17	-0.75	-0.02
0.53	-0.13	-0.53	-0.55	0.73
-0.26	0.86	0.30	0.50	-0.66
0.29	-0.50	0.93	0.42	0.42
0.48	-0.46	0.13	-0.22	0.75
0.17	0.31	-0.31	-0.27	-0.38

- Percobaan ke-4

-0.99	-0.88	0.79	0.51	-0.16
-0.86	-0.04	0.33	-0.50	0.85
0.97	0.58	0.32	0.36	-0.55
-0.82	-0.57	0.91	-0.93	0.00
-0.91	0.96	-0.79	-0.67	0.85
0.53	0.48	0.14	-0.42	0.16

- Percobaan ke-5

0.79	-0.12	0.80	0.99	0.26
0.63	0.77	-0.97	0.07	-0.86
0.17	0.89	-0.05	-0.85	0.62
-0.11	0.48	-0.45	-0.43	-0.54
-0.10	-0.74	0.90	-0.01	-0.18
0.59	-0.75	-0.14	0.73	0.26

- Percobaan ke-6

0.68	0.33	-0.08	0.51	0.88
0.36	0.05	-0.56	-0.99	0.28
0.26	0.72	0.84	0.54	-0.33
-0.59	-0.79	-0.24	-0.17	-0.77
0.14	0.45	-0.36	-0.15	0.61
0.95	0.70	0.63	0.87	-0.01

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-7

0.44	0.38	-0.36	0.79	0.65
0.15	-0.34	0.16	0.47	0.57
-0.65	0.76	0.67	-0.27	-0.41
-0.58	-0.41	0.10	0.39	-0.56
0.21	0.18	0.68	-0.45	0.30
0.18	0.94	-0.85	-0.23	-0.57

- Percobaan ke-8

-0.95	-0.20	0.47	0.77	-0.76
-0.60	0.93	-0.99	-0.06	0.31
0.38	0.08	-0.03	0.36	-0.47
0.21	-0.16	-0.89	0.33	-0.34
0.80	-0.40	0.03	0.45	0.94
-0.86	0.13	0.97	0.38	-0.54

- Percobaan ke-9

0.85	0.89	0.93	-0.42	0.15
-0.05	-0.31	-0.51	-0.20	0.51
0.42	-0.17	0.20	-0.50	0.41
0.87	-0.99	0.41	-0.35	0.79
-0.18	0.61	0.06	-0.51	-0.96
0.69	0.26	0.53	-0.45	-0.67

- Percobaan ke-10

-0.23	-0.14	-0.28	0.71	-0.41
0.95	0.26	0.27	-0.27	-0.93
0.04	0.73	-0.96	-0.87	0.52
-0.39	-0.11	-0.41	0.32	-0.55
0.58	0.06	0.46	0.17	-0.77
0.07	0.11	0.48	0.93	0.16

5. *hidden neuron* = 7

- Percobaan ke-1

0.89	-0.83	-0.51	-0.48	-0.77
-0.45	0.34	0.03	0.25	-0.18
0.53	0.58	-0.14	0.85	0.09
0.39	0.31	-0.13	0.23	0.81
-0.35	-0.39	0.18	0.14	0.50
0.23	-0.75	-0.41	-0.58	0.39
0.11	-0.40	-0.25	-0.94	0.58

- Percobaan ke-2

-0.69	-0.54	-0.98	0.91	-0.06
-0.83	-0.86	0.78	-0.77	0.56
0.31	-0.07	-0.41	0.18	-0.70
-0.66	-0.16	-0.75	-0.14	-0.36
-0.30	0.06	0.18	0.59	-0.12
0.13	0.83	-0.07	0.91	0.54
-0.36	-0.79	-0.74	-0.16	-0.21

- Percobaan ke-3

-0.66	0.89	0.89	-0.55	-0.60
0.57	-0.15	0.97	0.90	-0.61
-0.16	-0.11	0.27	0.31	0.06
0.82	-0.61	-0.35	0.78	-0.41
-0.48	-0.76	0.02	-0.82	0.62
-0.08	0.00	0.70	-0.63	0.80
-0.52	-0.95	-0.89	-0.54	0.77

- Percobaan ke-4

0.65	-0.53	-0.41	-0.72	-0.27
0.89	-0.12	-0.99	-0.03	-0.99
0.78	0.38	0.01	0.09	-0.28
-0.63	-0.37	-0.97	-0.87	0.37
-0.45	0.04	-0.76	-0.05	-0.38
-0.89	0.36	-0.30	-0.26	0.19
-0.63	-0.59	-0.53	1.00	0.05

- Percobaan ke-5

0.65	-0.42	0.16	-0.55	-0.95
0.18	0.23	-0.53	0.86	0.28
-0.89	-0.02	0.79	-0.63	0.23
-0.25	-0.50	-0.03	0.05	0.45
-0.05	0.86	0.07	0.95	0.62
0.65	0.60	-0.85	-0.74	-0.19
0.07	-0.86	-0.48	0.96	0.76

- Percobaan ke-6

-0.61	-0.54	0.22	-0.74	-0.53
0.63	-0.02	-0.67	-0.07	-0.26
0.17	0.19	0.34	0.03	-0.78
0.30	-0.53	0.82	-0.54	-0.47
-0.67	-0.79	-0.60	0.07	0.77
-0.59	0.83	-0.47	0.68	0.19
0.21	0.33	-0.94	0.42	0.80

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-7

-0.66	0.07	-0.98	0.41	0.35
-0.73	0.34	-0.75	0.11	-0.87
-0.34	0.97	0.28	0.29	-0.83
0.95	-0.83	0.86	-0.38	-0.81
-0.60	0.38	-0.31	0.83	-0.06
-0.47	-0.07	0.19	-0.36	-0.92
0.94	0.00	-0.22	0.14	0.91

- Percobaan ke-8

-0.03	0.27	-0.16	-0.24	-0.48
0.30	0.68	0.12	-0.49	0.96
0.46	-0.17	-0.90	0.20	-0.79
-0.66	0.72	0.95	0.06	-0.83
-0.91	-0.91	0.35	0.48	0.92
-0.76	-0.31	0.82	-0.66	-0.82
0.29	0.38	0.35	0.99	0.69

- Percobaan ke-9

0.44	-0.94	0.03	0.01	-0.17
0.18	-0.96	0.41	-0.06	-0.91
-0.67	0.25	-0.88	-0.93	0.66
0.62	0.11	-0.10	-0.09	0.84
0.39	-0.61	0.63	0.06	-0.90
0.58	-0.92	0.42	0.02	0.21
-0.09	0.23	0.85	-0.87	0.86

- Percobaan ke-10

0.34	-0.89	0.59	0.33	-0.79
-0.45	0.33	0.53	-0.06	0.15
-0.82	-0.03	-0.15	0.35	0.48
-0.50	0.35	-0.28	0.36	-0.91
-0.72	0.38	0.34	-0.38	-0.82
-0.41	0.34	-0.08	0.41	-0.64
-0.90	0.76	0.56	-0.48	-0.08

6. *hidden neuron* = 8

- Percobaan ke-1

-0.73	0.04	-0.35	0.08	0.78
0.44	-0.93	0.81	-0.11	0.07
0.59	0.77	-0.37	-0.61	-0.97
0.39	-0.14	-0.88	0.20	0.14
-0.30	-0.59	-0.63	0.14	-0.06
0.34	0.54	-0.52	-0.26	-0.93
0.69	0.08	0.79	0.34	-0.65
-0.11	0.26	0.62	-0.18	-0.81

- Percobaan ke-2

0.67	-0.95	0.45	0.25	0.47
-0.88	0.47	0.04	0.11	0.92
-0.42	-0.51	0.50	0.26	0.10
-0.89	0.48	-0.98	0.13	-0.15
-0.35	0.34	0.69	-0.78	-0.34
0.99	0.87	-0.50	-0.52	0.51
-0.15	0.11	0.52	0.12	-0.12
0.79	0.62	-0.57	0.91	-0.45

- Percobaan ke-3

0.96	0.72	-0.96	0.82	-0.52
0.02	0.94	0.17	-0.61	0.48
0.45	-0.98	-0.93	0.69	0.58
-0.65	0.96	-0.06	0.55	-0.04
-0.54	0.34	0.01	-0.97	0.20
0.24	0.83	0.19	-0.44	-0.25
-0.06	-0.86	0.87	-0.03	0.01
0.70	-0.28	0.97	-0.85	0.14

- Percobaan ke-4

0.44	-0.64	0.29	0.25	-0.31
-0.25	-0.77	-0.80	-0.74	0.40
0.57	0.78	0.76	-0.95	-0.43
0.28	-0.53	-0.72	0.06	-0.39
0.81	0.64	0.23	0.19	-0.11
-0.40	0.28	0.07	0.23	-0.56
0.29	0.13	-0.09	0.74	0.05
-0.61	-0.89	0.87	-0.27	0.23

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-5

0.38	0.87	-0.47	-0.93	-0.73
0.20	-0.55	0.86	0.18	-0.22
-0.12	-0.09	-0.59	0.68	0.83
-0.71	0.50	-0.61	-0.55	0.19
0.65	-0.66	-0.06	0.08	-0.22
0.13	0.46	-0.73	-0.61	-0.83
0.33	0.90	-0.21	-0.23	-0.67
-0.02	-0.14	-0.40	0.80	-0.47

- Percobaan ke-6

0.91	0.49	-0.44	0.09	0.49
-0.24	0.21	0.50	0.32	-0.61
-0.78	0.61	0.41	-0.67	0.86
0.57	-0.91	-0.25	0.96	-0.74
-0.11	-0.14	-0.93	-0.70	0.86
0.50	0.51	0.98	0.96	0.65
0.01	0.13	-0.93	-0.47	0.50
-0.60	-0.04	0.99	0.74	0.78

- Percobaan ke-7

0.20	0.82	0.11	-0.72	0.28
-0.42	-0.75	-0.11	-0.87	-0.73
0.13	0.94	-0.35	-0.54	0.79
0.76	-0.34	0.91	0.61	0.96
0.21	0.34	0.18	-0.06	0.97
-0.56	0.37	-0.05	-0.14	-0.23
-0.54	-0.32	-0.34	0.06	0.28
0.73	-0.91	-0.17	-0.33	-0.75

- Percobaan ke-8

-0.05	0.78	0.04	-0.07	0.05
0.47	0.50	0.25	0.28	0.01
0.43	-0.04	-0.96	-0.14	-0.72
0.47	-0.07	0.66	0.23	0.99
0.83	-0.86	0.09	0.47	0.59
0.75	0.85	-0.98	0.32	-0.03
0.70	0.61	-0.04	0.10	-0.40
-0.82	0.10	0.43	0.92	0.54

- Percobaan ke-9

-0.12	0.80	-0.12	0.97	0.61
0.83	0.23	0.43	0.31	0.13
0.62	-0.21	0.26	0.49	0.05
0.58	-0.37	0.98	0.58	-0.23
0.39	-0.41	-0.02	-0.76	0.74
-0.89	-0.75	-0.99	0.39	-0.46
0.21	0.84	0.45	0.84	-0.04
0.86	-0.80	0.91	0.35	-0.96

- Percobaan ke-10

0.07	0.96	0.81	-0.28	-0.43
-0.40	0.04	0.39	-0.35	-0.49
-0.10	-0.17	0.52	-0.08	-0.36
-0.94	-0.08	0.92	-0.92	0.17
-0.29	-0.37	0.95	-0.34	0.45
0.33	0.51	-0.18	0.16	-0.49
-0.97	0.04	-0.91	-0.17	0.50
0.75	0.60	-0.91	0.63	-0.38

7. *hidden neuron* = 9

- Percobaan ke-1

0.71	-0.95	0.97	-0.40	0.43
-0.24	0.98	0.30	-0.96	-0.25
-0.75	-0.94	0.00	-0.58	-0.64
-0.20	-0.63	-0.90	0.93	0.52
0.39	0.55	-0.50	-0.21	0.15
-0.77	-0.90	0.60	0.15	0.27
0.23	-0.45	0.38	0.75	-0.05
-0.72	-0.19	-0.72	0.76	0.60
0.68	-0.69	-0.99	-0.05	-0.52

- Percobaan ke-2

-0.68	0.35	0.57	-0.77	-0.03
-0.21	-0.29	-0.05	0.39	0.60
-0.95	0.21	0.45	0.40	-0.21
0.83	-0.67	-0.79	0.20	0.50
0.50	0.24	-0.85	-0.75	-0.76
-0.71	0.13	0.26	-0.69	0.95
-0.85	0.12	0.84	-0.35	-0.27
0.60	0.89	0.75	-0.42	-0.17
0.59	0.96	-0.92	0.33	0.66

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-3

0.22	0.83	-0.34	-0.13	0.75
-0.22	0.44	0.06	0.51	-0.67
0.08	-0.82	0.55	-0.36	-0.19
-0.72	-0.99	-0.85	-0.31	-0.53
0.47	0.91	0.70	-0.98	-0.46
-0.18	-0.38	-0.68	-0.48	-0.58
0.83	0.87	-0.74	0.66	-0.99
-0.69	-0.18	0.96	0.57	-0.92
-0.98	-0.25	0.76	0.89	-0.36

- Percobaan ke-4

-0.34	0.96	0.21	-0.78	-0.31
-0.02	0.94	0.56	0.60	-0.54
-0.68	-0.58	0.82	-0.60	-0.23
-0.99	0.21	-0.91	0.78	-0.13
-0.78	-0.64	-0.86	0.21	0.01
0.95	-0.68	-0.02	-0.33	-0.09
-0.49	0.51	-0.47	0.15	0.28
-0.13	-0.76	0.28	0.40	0.31
0.56	-0.16	0.03	-0.62	0.89

- Percobaan ke-5

-0.59	0.79	0.94	0.51	0.18
0.76	0.28	-0.72	-0.05	0.52
-0.77	-0.85	-0.64	-0.83	-0.43
-0.02	0.84	-0.46	-0.69	-0.56
0.09	-0.49	-0.81	0.21	-0.27
0.03	-0.71	0.50	0.12	-0.43
0.01	-0.90	-0.95	-0.32	0.49
0.39	-0.59	0.67	-0.11	-0.58
0.62	-0.80	0.24	0.79	0.79

- Percobaan ke-6

-0.65	-0.91	-0.17	0.28	-0.57
-0.05	0.81	-0.04	-0.39	-0.90
-0.22	-0.01	-0.80	0.76	-1.00
-0.36	0.84	-0.63	-0.78	-0.72
0.30	-0.76	0.95	-0.31	0.47
0.32	-1.00	-0.34	0.17	-0.75
-0.83	0.27	0.74	0.71	0.08
0.62	0.97	-0.32	-0.01	0.98
0.73	0.39	0.25	-0.14	0.26

- Percobaan ke-7

-0.76	-0.12	0.36	-0.38	-0.43
0.00	-0.24	-0.13	0.57	0.71
0.82	0.17	-0.79	-0.10	0.02
-0.55	-0.37	-0.14	0.98	-0.17
-0.19	0.53	-0.11	0.41	-0.64
0.71	-0.50	0.84	-0.65	0.05
0.86	0.86	-0.24	0.68	0.14
-0.71	-0.56	-0.47	0.18	-0.70
-0.94	-0.46	-0.32	-0.57	-0.30

- Percobaan ke-8

0.46	-0.23	0.05	0.75	0.45
-0.29	-0.02	0.87	-0.78	-0.88
0.17	-0.13	0.62	0.91	0.04
0.79	-0.05	0.56	0.18	-1.00
-0.72	0.54	0.97	0.02	0.40
-0.25	0.73	0.81	-0.57	0.20
-0.59	-0.45	-0.18	0.68	0.37
-0.50	-0.33	-0.72	0.05	0.83
-0.43	-0.44	-0.33	-0.87	-0.81

- Percobaan ke-9

0.25	-0.51	0.61	0.14	-0.71
0.52	0.16	0.25	0.69	-0.57
-0.54	0.29	0.32	0.56	0.75
0.36	-0.77	0.51	-0.57	-0.51
0.36	0.23	-0.95	-0.18	-0.17
-0.49	-0.14	-0.67	0.92	-0.38
-0.04	0.19	-0.10	0.50	0.40
0.15	0.70	-0.68	-0.77	0.06
-0.09	0.87	0.00	-0.74	-0.57

- Percobaan ke-10

-0.06	-0.12	0.84	-0.80	-0.21
-0.12	-0.52	-0.21	-0.56	0.46
0.75	-0.64	-0.86	-0.92	-0.72
-0.08	0.06	0.22	0.44	0.81
-0.68	-0.70	-0.23	0.02	-0.06
-0.29	-0.19	-0.82	0.34	-0.02
0.76	-0.13	-0.39	-0.54	-0.26
-0.71	-0.75	-0.25	0.21	-0.81
0.24	-0.20	0.66	-0.16	-0.95

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

8. *hidden neuron* = 10

- Percobaan ke-1

0.88	0.92	0.23	-0.50	0.09
-0.67	-0.59	0.80	0.25	0.03
-0.90	-0.26	0.69	-0.57	-0.78
0.77	0.91	-0.38	0.59	-0.15
-0.24	-0.26	0.34	-0.60	0.56
0.28	-0.78	-0.74	0.78	-0.79
0.10	0.64	0.10	-0.45	-0.59
-0.06	0.48	0.33	-0.79	0.83
-0.39	-0.56	0.15	0.62	0.59
-0.15	0.23	-0.91	-0.27	0.98

- Percobaan ke-2

0.17	0.50	0.21	-0.65	-0.88
0.27	-0.43	-0.09	0.39	-0.54
0.66	0.70	-0.42	-0.90	-0.24
0.55	0.70	0.06	-0.95	-0.20
-0.77	-0.85	-0.11	-0.88	-0.03
0.26	0.43	-0.22	0.75	-0.63
0.70	-0.93	-0.87	-1.00	0.63
-0.73	-0.90	0.67	0.44	-0.14
0.98	0.02	-0.14	0.92	-0.78
-0.10	-0.12	0.20	0.27	-0.21

- Percobaan ke-3

0.57	-0.36	-0.91	-0.12	-0.25
0.25	-0.73	0.93	-0.79	-0.06
-0.99	0.22	-0.24	-0.89	-0.75
0.04	0.03	-1.00	-0.69	0.37
-0.18	0.05	-0.28	0.89	-0.93
-0.08	0.56	-0.92	-0.28	-0.08
-0.32	-0.78	0.24	-0.72	0.55
-0.72	-0.01	0.66	-0.48	0.32
-0.54	0.23	-0.33	-0.79	-0.61
0.20	-0.07	0.08	-0.83	0.83

- Percobaan ke-4

-0.12	-0.47	-0.08	-0.60	-0.77
0.83	-0.18	0.90	-0.97	-0.05
0.90	0.81	-0.98	0.44	0.09
-0.85	0.93	0.99	0.29	-0.49
-0.38	0.68	-0.66	0.34	-0.42
0.84	0.57	0.56	-0.34	-0.35
-0.97	-0.41	0.80	-0.58	-0.10
-0.04	0.96	0.00	0.22	0.84
-0.42	-0.72	0.74	0.32	-0.33
0.22	0.09	-0.88	-0.61	-0.29

- Percobaan ke-5

0.28	0.78	0.10	-0.03	0.10
0.83	0.60	0.03	-0.10	0.81
0.88	-0.01	-0.22	0.35	0.80
0.07	0.45	-0.78	0.10	-0.96
-0.66	-0.11	0.18	-0.31	-0.96
-0.66	-0.66	0.53	-1.00	0.74
0.54	0.86	0.97	0.76	-0.03
0.27	-0.38	0.63	0.49	0.96
0.82	0.24	0.45	0.18	0.69
0.24	0.21	0.64	-0.90	-0.08

- Percobaan ke-6

0.80	0.37	0.07	0.84	0.18
-0.55	0.10	0.76	-0.41	0.75
0.77	-0.23	0.63	-0.37	0.70
0.04	-0.54	0.35	-0.16	-0.93
0.11	0.71	-0.67	-0.37	0.09
-0.46	0.43	0.66	0.38	0.68
-0.74	-0.72	0.72	0.01	-0.79
0.27	0.12	0.09	0.71	0.41
0.32	-0.96	0.07	-0.58	-0.20
0.53	-0.20	0.54	-0.64	0.43

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-7

-0.80	0.29	-0.51	0.37	0.73
0.19	0.94	-0.03	0.28	-0.10
0.31	-0.77	0.91	0.51	-0.49
-0.97	-0.48	0.81	0.96	-0.72
0.04	-0.88	0.56	0.09	0.16
-0.13	-0.61	0.47	0.05	-0.19
0.40	0.73	0.23	0.07	-0.62
-0.13	-0.69	-0.69	-0.07	0.94
-0.75	-0.47	0.67	-0.58	-0.42
-0.80	0.18	0.89	0.31	0.13

- Percobaan ke-8

0.45	0.80	-0.44	0.15	-0.44
1.00	0.12	-0.14	0.40	-0.42
0.02	-0.03	-0.78	0.59	0.75
0.59	-0.82	-0.15	-0.72	-0.72
-0.15	-0.09	0.06	-0.62	0.93
-0.74	-0.36	0.67	0.69	0.10
-0.51	0.76	-0.31	-0.43	0.95
-0.24	0.93	0.20	0.76	-0.89
-0.69	0.73	-0.41	0.35	-0.53
0.48	0.96	-0.27	-0.53	0.05

- Percobaan ke-9

0.20	-0.35	-0.15	0.31	0.93
0.87	0.30	-0.29	-0.88	0.95
-0.88	-0.68	-0.70	0.12	-0.59
-0.36	-0.06	-0.42	-0.71	-0.32
-0.23	0.74	-0.65	-0.69	-0.94
-0.27	1.00	-0.30	-0.47	0.07
0.85	-0.51	-0.41	-0.43	0.19
0.33	0.67	-0.05	-0.50	1.00
0.24	0.46	-0.93	0.75	-0.83
0.02	-0.06	-0.84	0.56	-0.49

- Percobaan ke-10

-0.02	-0.16	-0.03	0.61	1.00
0.59	-0.52	-0.63	-0.79	-0.33
0.52	-0.09	-0.83	0.13	-0.68
0.63	0.63	0.60	-0.10	0.80
0.78	-0.68	0.52	-0.55	0.37
-0.18	0.45	-0.44	0.22	-0.17
0.98	0.83	0.09	0.88	0.10
0.62	-0.29	-0.50	-0.52	-0.53
0.81	-0.74	-0.79	0.30	-0.52
-0.49	-0.77	0.52	0.61	-0.20

9. *hidden neuron* = 11

- Percobaan ke-1

0.10	-0.79	-0.59	0.16	-0.13
-0.12	0.50	-0.05	-0.98	0.23
0.92	-0.28	-0.61	-0.50	-0.77
-0.18	-0.23	0.18	0.30	-0.99
0.82	-0.86	-0.19	0.33	-0.40
0.10	0.73	-0.49	-0.67	0.97
-0.01	0.02	-0.48	-0.06	-0.39
0.18	-0.51	-0.52	0.08	0.34
-0.62	-0.74	-0.86	0.41	-1.00
0.78	0.60	-0.36	-0.55	0.42
0.45	0.43	-0.04	-0.18	-0.71

- Percobaan ke-2

-0.07	-0.28	-0.51	0.37	-0.41
0.78	-0.05	-0.61	0.64	0.97
0.95	0.00	0.06	0.10	0.17
-0.46	-0.47	0.58	-0.18	-0.11
0.83	-0.73	-0.15	-0.34	0.95
0.73	-0.02	-0.32	-0.23	-0.68
0.33	0.79	0.57	0.85	-0.19
-0.32	-0.10	0.41	-0.19	-0.04
0.18	-0.43	0.64	-0.82	1.00
0.31	0.89	0.44	0.84	0.10
-0.75	-0.98	-0.54	-0.73	0.14

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-3

0.99	0.72	0.43	-0.93	0.91
-0.48	-0.24	-0.47	-0.10	0.50
-0.54	0.17	0.12	0.97	-0.32
-0.92	-0.27	-0.62	-0.89	0.32
0.55	-0.59	-0.52	-0.62	-0.36
-0.77	0.35	0.31	-0.15	0.18
0.07	-1.00	0.59	0.56	0.96
-1.00	-0.93	-0.59	0.74	0.09
-0.22	-0.76	-0.97	0.92	0.16
-0.32	0.09	0.47	-0.09	-0.87
-0.61	0.11	0.69	-0.01	0.80

- Percobaan ke-4

-0.02	-0.87	0.87	0.57	-0.74
-0.21	0.89	-0.43	-0.12	0.05
0.79	-0.33	0.52	-0.47	0.39
-0.59	0.48	0.53	0.03	-0.16
-0.19	0.62	0.52	0.54	0.04
0.85	0.78	0.54	0.00	-0.44
-0.48	-0.02	0.83	0.07	-0.21
-0.87	0.76	-0.53	0.75	0.35
-0.08	-0.27	0.68	0.50	-0.60
0.31	0.21	0.52	0.97	0.26
-0.17	0.61	-0.07	-0.22	0.53

- Percobaan ke-5

0.87	-0.47	0.03	-0.28	0.31
0.08	0.55	0.15	0.53	0.63
0.48	0.92	0.66	-0.52	-0.34
0.98	0.00	-0.46	0.94	-0.60
-0.04	-0.06	0.22	0.86	-0.93
-0.39	-0.64	-0.36	0.38	0.40
-0.76	0.13	0.11	-0.65	-0.11
0.95	0.97	-0.91	0.80	0.00
-0.88	-0.65	0.78	0.20	0.45
0.18	-0.31	0.74	-0.90	0.67
-0.54	0.80	-0.98	-0.34	0.07

- Percobaan ke-6

-0.92	0.34	0.45	0.34	-0.15
-0.87	0.69	0.91	-0.42	0.31
-0.04	0.63	-0.17	-0.57	0.77
-0.67	-0.89	0.19	-0.04	-0.46
0.95	-0.98	0.01	-0.27	0.88
0.63	-0.27	0.67	0.63	0.35
-0.14	-0.88	0.11	-0.93	-0.23
0.32	-0.95	-0.36	-0.08	-0.16
0.73	1.00	0.48	0.07	0.86
-0.55	0.54	0.36	0.50	0.51
0.58	-0.60	0.92	0.84	-0.31

- Percobaan ke-7

-0.02	0.20	-0.37	0.44	0.80
-0.41	-0.41	-0.35	0.21	0.10
0.66	0.94	0.81	-0.38	0.65
0.07	0.85	0.23	0.56	0.23
-0.37	0.81	-0.11	0.83	0.93
0.66	-0.69	0.92	-0.02	-0.75
0.38	-0.82	0.44	-0.16	0.64
-0.24	-0.36	0.56	0.47	0.96
-0.85	0.52	0.00	0.11	-0.97
0.19	-0.43	-0.74	0.35	-0.27
0.61	0.95	-0.11	0.21	0.15

- Percobaan ke-8

0.01	-0.97	-0.21	0.70	-0.67
0.25	0.43	-0.83	-0.05	0.40
0.87	0.79	0.99	-0.63	-0.15
0.42	-0.47	-0.77	0.88	-0.78
0.15	0.24	-0.09	0.60	0.75
-0.68	-0.49	0.17	0.72	-0.59
-0.05	0.05	0.74	0.38	-0.25
-0.24	0.62	0.13	-0.83	0.05
-0.01	-0.47	0.22	0.25	-0.98
-0.41	-0.61	-0.10	0.25	0.23
0.00	0.58	0.01	0.76	0.97

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-9

0.87	-0.94	0.96	0.29	-0.26
-0.91	-0.54	-0.19	0.37	0.27
-0.09	0.08	-0.61	0.27	-0.30
0.59	-0.03	-0.47	-0.12	0.74
0.71	-0.74	0.88	0.67	0.74
0.86	0.34	0.05	0.13	-0.49
0.26	0.26	0.27	0.51	0.60
0.56	0.12	0.52	0.96	0.31
-0.88	0.47	0.45	0.76	-0.73
-0.47	-0.03	-0.56	0.61	-0.90
-0.41	-0.20	-0.89	-0.92	0.88

- Percobaan ke-10

-0.79	-0.76	0.59	0.54	-0.15
0.85	-0.08	-0.21	-0.19	-0.55
-0.98	0.52	-0.01	-0.62	-0.62
-0.41	-0.36	-0.23	-0.10	-0.54
0.77	0.11	-0.50	0.44	-0.09
0.28	-0.08	0.35	0.41	0.73
0.35	-0.05	0.86	0.36	0.65
-0.06	0.61	0.84	0.01	0.84
0.45	0.82	0.49	0.11	-0.12
0.92	-0.19	-0.17	-0.21	-0.86
-0.68	0.69	-0.35	0.27	0.92

10. *hidden neuron* = 12

- Percobaan ke-1

0.03	-0.35	0.92	0.27	0.21
-0.40	-0.74	0.69	0.67	-0.22
-0.41	-0.01	0.18	0.61	-0.19
0.72	-0.54	-0.77	-0.34	0.14
0.22	0.38	-0.91	-0.15	-0.51
-0.05	0.52	-0.35	-0.35	-0.78
-0.15	-0.90	0.94	0.15	0.48
0.98	0.53	0.38	-0.57	0.66
-0.61	-0.73	-0.58	-0.87	0.50
0.63	-0.10	-0.80	-0.44	0.34
0.58	-0.16	0.73	0.76	0.00
0.88	0.62	-0.30	-0.60	-0.31

- Percobaan ke-2

0.62	0.44	-0.18	-0.84	-0.21
-0.38	0.23	-0.25	0.56	-0.80
0.17	-0.10	-0.45	0.43	0.08
-0.53	0.60	0.26	0.66	0.42
0.67	-0.06	0.04	-0.54	-0.74
0.38	0.29	0.97	0.98	0.83
0.31	0.76	0.26	-0.12	0.48
-0.11	0.08	-0.01	-0.06	-0.05
-0.59	0.25	0.88	-0.45	0.49
-0.39	0.37	0.24	-0.92	0.71
0.92	-0.91	-0.60	-0.59	-0.02
0.92	-0.77	0.01	-0.33	0.73

- Percobaan ke-3

-0.26	-0.65	-0.65	-0.92	-0.03
-0.33	0.14	-0.19	-0.44	0.94
0.64	0.71	-0.30	-0.73	0.88
0.89	0.53	0.04	-0.83	-0.82
-0.78	-0.50	-0.83	0.87	-0.52
0.12	0.65	-0.47	0.29	-0.67
-0.88	0.99	0.06	-0.05	0.37
-0.80	0.67	0.08	-0.62	-0.14
-0.74	-0.19	-0.45	0.48	0.22
-0.76	-0.82	0.33	-0.80	0.77
-0.65	-0.91	-0.69	-0.63	-0.25
-0.28	-0.21	-0.42	-0.12	-0.55

- Percobaan ke-4

0.03	0.40	0.16	0.29	0.06
-0.60	-0.21	-0.24	-0.73	0.58
0.34	-0.37	0.86	0.21	-0.25
0.94	0.75	-0.44	0.65	0.00
-0.29	-0.22	-0.99	-0.32	0.23
0.70	0.54	0.31	-0.13	0.94
0.62	0.55	0.41	-0.11	0.75
-0.17	0.95	-0.80	-0.33	-0.52
0.35	0.25	0.89	0.60	-0.43
0.79	0.77	-0.46	-0.90	-0.21
0.82	0.09	-0.27	0.91	-0.80
1.00	0.62	0.31	0.80	-0.67

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-5

-0.67	0.39	-0.75	0.12	-0.16
0.08	-0.43	0.41	-0.02	-0.51
0.88	0.80	0.92	0.01	0.33
0.15	0.23	-0.66	-0.90	-0.36
0.65	0.11	0.85	0.84	0.13
0.43	-0.87	-0.89	0.19	0.75
0.30	-0.10	0.55	-0.56	0.91
-0.58	-0.33	0.16	-0.83	-0.95
0.01	0.81	0.00	-0.51	0.70
0.95	0.61	0.60	-0.92	-0.21
0.80	0.11	0.01	0.33	0.53
0.29	-0.92	-0.99	-0.28	-0.95

- Percobaan ke-6

-0.09	0.76	0.05	-0.04	0.29
-0.24	-0.06	-0.09	0.83	0.39
0.03	-0.27	0.35	-0.47	-0.75
-0.61	-0.98	-0.47	0.26	-0.91
0.05	-0.89	-0.79	0.29	0.10
-0.94	0.20	0.85	0.03	0.82
-0.67	0.13	0.01	-0.32	0.63
-0.84	0.95	-0.33	-0.58	-0.32
0.80	-0.65	0.43	0.17	0.09
0.73	-0.21	0.37	0.64	0.09
0.47	0.14	-0.28	-0.10	-0.16
0.98	0.66	-0.52	0.12	0.82

- Percobaan ke-7

0.00	0.78	0.58	0.04	0.60
0.21	-0.74	-0.74	-0.63	0.49
0.55	-0.70	0.37	-0.35	0.56
0.74	-0.58	0.18	-0.75	0.46
-0.58	0.98	-0.50	0.51	0.07
0.59	-0.38	-0.29	-0.73	-0.54
0.88	0.97	0.15	-0.80	-0.57
-0.75	0.61	-0.44	-0.77	-0.50
0.95	0.38	-0.68	-0.82	-0.29
-0.63	-0.32	0.98	-0.95	0.33
0.82	-0.38	0.62	0.16	0.11
0.39	0.97	-0.10	0.41	0.32

- Percobaan ke-8

0.91	-0.52	0.38	0.58	-0.64
-0.56	-0.95	0.40	-0.46	0.37
0.68	-0.05	-0.03	0.40	-0.72
-0.53	0.74	0.37	0.07	-0.33
0.07	0.00	0.43	0.48	0.97
0.23	-0.03	-0.05	-1.00	1.00
0.51	-0.36	-0.91	-0.88	0.29
-0.89	0.80	-0.53	0.12	-0.63
0.03	-0.81	-0.28	0.94	-0.22
-0.33	0.67	-0.89	0.01	-0.06
0.35	0.92	0.78	0.28	0.10
-0.55	0.42	0.04	0.84	0.81

- Percobaan ke-9

0.66	0.48	0.65	0.36	-0.47
0.59	-0.55	0.55	-0.74	0.19
0.99	-0.95	0.67	0.02	-0.57
0.09	-0.37	-0.27	-0.72	-0.19
-0.36	-0.50	0.70	-0.15	0.35
-0.55	-0.78	0.93	-0.21	0.53
0.40	1.00	-0.26	-0.69	0.07
-0.80	0.96	0.23	0.83	0.01
-0.65	0.53	0.29	-0.82	0.87
0.58	-0.33	0.23	-0.64	-0.29
0.39	0.41	-0.43	0.58	-0.96
-0.65	-0.74	-0.50	-0.55	0.47

- Percobaan ke-10

0.91	0.88	-0.04	0.71	0.07
0.91	0.34	-0.57	0.78	0.71
0.43	-0.69	0.92	0.25	0.95
-0.94	0.37	-0.82	-0.01	-0.97
0.89	0.06	0.23	-0.66	-0.02
0.88	0.82	-0.57	0.47	-0.86
0.89	-0.18	0.69	-0.20	0.58
0.11	-0.44	0.35	0.80	-0.94
0.60	-0.58	0.30	-0.07	-0.29
0.72	0.72	0.95	-0.97	-0.74
-0.16	0.74	0.75	-0.06	0.17
-0.46	-0.77	-0.02	-0.26	0.75

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

11. *hidden neuron* = 13

- Percobaan ke-1

-0.56	0.36	0.89	0.28	-0.63
-0.73	0.44	-0.30	0.93	0.46
0.50	0.26	0.32	0.67	-0.14
-0.79	0.35	0.36	-0.96	0.82
-0.95	0.24	-0.15	0.99	0.52
0.94	-0.86	-0.04	-0.38	-0.69
0.22	-0.11	-0.57	0.10	0.92
-0.25	0.09	-0.36	-0.63	0.52
0.87	0.92	0.63	0.69	0.60
-0.70	-0.37	-0.79	0.33	-0.79
0.85	-0.90	0.08	0.88	0.52
0.69	-0.48	-0.20	-0.08	-0.85
-0.74	-0.32	-0.85	0.72	0.89

- Percobaan ke-2

0.58	-0.17	-0.71	0.81	-0.81
-0.89	-0.70	-0.80	-0.79	0.41
0.51	0.81	0.53	-0.51	0.33
-0.02	-0.24	-0.96	-0.91	0.98
-0.31	0.51	0.30	0.12	0.87
-0.27	-0.76	0.72	-0.94	0.85
-0.39	0.20	0.17	0.12	-0.17
0.18	-0.74	-0.75	0.54	0.50
-0.08	0.09	0.29	0.71	0.24
-0.88	0.80	0.32	-0.26	-0.06
-0.76	-0.76	-0.44	0.95	0.41
-0.06	-0.13	-0.37	0.75	-0.47
0.62	0.59	0.03	0.81	-0.27

- Percobaan ke-3

0.22	-0.52	-0.94	0.87	-0.83
0.41	0.72	-0.71	0.71	-0.90
0.63	-0.35	0.70	0.82	0.83
-0.59	0.88	0.03	0.40	-0.06
0.06	-0.20	-0.03	0.16	0.15
-0.17	0.85	-0.11	0.95	-0.98
-0.57	0.28	-0.14	0.15	0.27
-0.77	-0.77	0.07	-0.54	0.16
0.24	-0.84	0.36	-0.27	-0.86
0.71	0.04	-0.21	0.60	0.51
0.28	-0.74	-0.01	-0.31	-0.93
0.76	0.12	0.28	0.70	-0.41
-0.82	0.37	-0.43	0.65	0.85

- Percobaan ke-4

-0.44	-0.51	-0.78	0.58	-0.78
0.51	0.00	0.41	0.59	-0.55
-0.66	0.00	-0.69	0.20	-0.20
-0.72	-0.36	0.99	0.36	0.83
-0.51	-0.96	0.80	-0.52	0.11
0.40	0.21	0.59	0.52	-0.93
0.31	0.85	0.87	0.37	-0.66
0.68	-0.85	0.57	-0.92	-0.62
0.58	0.68	0.52	-0.87	-0.41
-0.45	0.89	0.09	0.44	0.32
-0.72	0.15	-0.80	-0.55	0.60
0.15	0.41	0.84	0.58	-0.82
0.92	-0.18	0.33	-0.47	0.15

- Percobaan ke-5

0.18	0.43	-0.51	0.60	-0.31
-0.66	-0.98	0.76	-0.20	-0.73
0.28	0.84	0.01	0.63	-0.26
-0.15	-0.60	-0.07	-0.87	0.68
0.16	-0.28	-0.55	0.11	-0.70
0.31	-0.50	0.80	0.51	-0.10
0.10	0.41	0.61	-0.39	0.41
0.81	0.20	0.81	0.86	-0.33
0.33	-0.56	0.49	-0.39	0.49
-0.76	0.32	0.57	-0.24	-0.24
-0.52	-0.07	-0.16	0.90	-0.78
0.86	-0.43	-0.28	-0.02	-0.41
0.79	0.72	0.46	0.96	-0.19

- Percobaan ke-6

-0.44	0.93	-0.90	0.07	-0.51
-0.04	-0.59	0.39	0.83	-0.71
-0.82	-0.33	0.09	-0.21	-0.40
0.77	0.13	-0.56	-0.03	0.80
0.52	-0.88	0.70	0.03	0.71
-0.50	0.73	0.02	-0.04	-0.28
0.22	-0.43	-0.94	0.31	0.94
0.45	-0.98	-0.91	-0.93	0.58
-0.31	-0.63	0.70	0.83	0.21
-0.95	0.78	0.59	-0.70	0.95

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

0.53	-0.09	0.34	0.80	-0.29
-0.53	0.94	-0.22	0.17	-0.54
-0.22	0.80	0.50	0.75	0.78

- Percobaan ke-7

0.10	0.71	-0.11	0.29	-0.88
0.65	0.43	-0.30	0.99	0.65
-0.16	0.71	-0.11	-0.24	-0.85
0.13	-0.86	-0.47	0.44	-0.86
0.72	-0.35	-0.82	-0.24	-0.10
0.99	-0.71	0.47	0.29	0.56
-0.49	-0.65	0.37	0.19	-0.14
0.32	0.44	0.88	-0.32	-0.86
0.52	0.10	-0.69	0.38	-0.64
0.60	0.53	0.24	0.76	-0.37
0.89	-0.64	0.83	0.77	-0.29
0.85	0.56	-0.65	-0.02	-0.70
0.47	0.86	-0.37	-0.89	-0.10

- Percobaan ke-8

-0.25	0.32	-0.89	0.54	-0.68
-0.05	-0.53	-0.16	-0.18	0.97
0.42	-0.10	-0.21	-0.79	0.63
-0.55	0.60	-0.19	-0.09	-0.97
1.00	0.31	0.62	0.64	-0.32
0.52	-0.97	0.76	0.14	-0.71
0.61	0.99	0.33	0.63	0.30
-0.62	0.07	-0.44	-0.75	0.84
-0.22	0.66	-0.59	-0.25	0.06
-0.71	-0.53	-0.76	0.45	-0.34
-0.53	-0.31	-0.78	-0.14	-0.62
-0.92	-0.76	0.90	0.72	-0.77
0.99	-0.28	0.47	-0.52	0.60

- Percobaan ke-9

-0.08	-0.75	-0.64	0.89	0.82
-0.98	-0.69	-0.17	-0.77	-0.88
0.20	0.51	-0.02	0.28	-0.25
-0.92	-0.06	0.32	0.60	-0.35
-0.08	-0.27	0.69	-0.01	-0.25
0.12	0.43	-0.32	-0.40	0.80
-0.68	-0.13	-0.65	0.39	-0.88
-0.98	0.58	0.94	-0.43	-0.25
0.78	0.11	0.81	0.12	0.10
0.31	-0.59	0.95	0.17	0.07
0.78	0.90	0.39	-0.05	-0.74
0.60	0.96	0.00	0.57	0.52
0.60	-0.95	0.50	0.15	0.00

- Percobaan ke-10

-0.35	-0.65	-0.68	-0.73	0.85
-0.69	-0.55	0.71	0.60	-0.15
0.01	0.91	0.18	-0.69	-0.05
-0.62	-0.87	-0.83	-0.77	-0.75
0.81	0.89	-0.60	-0.65	-0.91
0.03	0.56	-0.31	-0.54	0.54
0.39	0.31	0.19	-0.83	0.35
0.48	-0.88	0.62	0.18	-0.79
0.58	0.03	-0.08	0.69	-0.13
0.50	0.40	-0.03	-0.46	0.67
-0.65	0.94	-0.24	-0.40	-0.21
0.11	-0.39	0.48	-0.87	-0.63
0.96	-0.65	-0.44	-0.36	0.68

12. *hidden neuron* = 14

- Percobaan ke-1

-0.38	0.71	0.89	0.03	-0.10
-0.28	0.67	0.77	0.34	0.70
0.62	-0.55	0.17	0.61	0.93
-0.96	0.35	0.69	0.78	0.83
0.35	-0.39	0.17	-0.69	0.83
-0.28	0.95	0.12	0.03	-0.31
-0.22	0.27	0.92	-0.27	0.36
-0.91	-0.59	0.65	0.86	-0.43
0.91	-0.75	0.23	0.07	-0.29
-0.09	0.92	-0.74	-0.94	-0.32
0.30	-0.70	0.29	-0.29	0.94
-0.25	-0.31	-0.96	0.36	-0.50
-0.02	0.90	0.14	0.53	0.63
-0.62	0.37	-0.47	-0.85	0.51

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Percobaan ke-2

0.71	-0.33	-0.56	-0.10	-0.70
-0.07	-0.49	-0.52	0.89	-0.47
-1.00	-1.00	0.68	0.60	-0.18
0.14	0.22	0.61	-0.32	0.33
-0.83	-0.90	0.01	0.20	-0.84
-0.27	0.28	-0.44	0.71	1.00
0.54	0.68	0.83	0.79	-0.62
0.52	-0.86	0.14	-0.48	0.71
-0.64	-0.72	-0.18	0.30	-0.42
-0.50	0.48	0.71	0.92	0.79
-0.64	-0.52	0.56	0.47	0.69
0.36	-0.09	-0.87	-0.26	-0.93
0.26	0.82	0.39	0.91	-0.64
-0.19	0.75	0.52	-0.21	0.17

- Percobaan ke-3

0.62	0.41	0.23	0.39	0.24
0.88	-0.44	0.59	-0.03	-0.89
-0.32	-0.58	0.92	-0.16	-0.15
0.86	0.28	-0.85	0.71	-0.57
-0.20	0.68	-0.44	-0.02	0.85
0.63	-0.14	-0.43	0.11	-0.61
-0.39	0.16	-0.72	-0.61	0.32
-0.65	0.27	0.48	-0.45	-0.78
0.75	-0.32	0.32	0.78	-0.09
0.64	0.77	0.10	-1.00	0.82
0.85	0.34	0.28	-0.66	-0.42
0.32	-0.12	-0.09	0.79	0.78
-0.35	0.31	0.51	-0.19	-0.67
-0.75	-0.66	0.68	0.52	0.06

- Percobaan ke-4

-0.04	-0.74	0.24	-0.34	-0.76
0.89	0.60	-0.19	0.19	-0.19
-0.40	-0.33	-0.38	0.34	-0.09
-0.98	-0.87	0.67	0.26	0.96
-0.67	-0.85	-0.39	-0.71	0.57
0.11	0.85	-0.88	0.34	-0.20
0.34	-0.92	0.42	-0.36	-0.50
-0.41	-0.49	0.88	0.65	0.36
0.86	-0.65	0.64	0.27	0.56
0.39	-0.32	0.08	-0.92	-0.19
0.95	0.06	-0.11	0.73	0.89
-0.12	-0.43	0.21	-0.80	0.65
-0.02	0.62	-0.89	-0.54	-0.25
0.04	0.56	-0.11	-0.53	0.68

- Percobaan ke-5

0.75	-0.05	0.81	-0.44	0.97
0.29	0.84	-0.70	-0.91	-0.70
0.37	0.80	0.57	0.29	-0.77
0.70	0.92	0.88	-0.76	0.74
-0.06	-0.51	0.93	0.07	0.93
-0.54	0.73	-0.77	-0.84	0.71
-0.80	0.99	0.34	0.68	-0.29
0.73	-0.04	0.84	-0.58	-0.76
-0.84	-0.04	0.32	0.72	0.95
-0.75	0.92	-0.83	0.79	0.52
-0.74	-0.48	0.51	0.01	-0.47
-0.93	0.29	-0.48	0.03	-0.58
-0.85	0.33	-0.83	-0.73	0.05
-0.26	0.84	-0.85	0.77	0.61

- Percobaan ke-6

0.47	-0.29	0.84	0.16	0.65
0.21	-0.92	0.70	-0.79	-0.64
0.67	-0.98	0.86	0.85	0.70
-0.25	-0.09	-0.75	-0.78	-0.37
-0.97	-0.53	0.90	-0.85	0.06
-0.24	-0.80	0.56	-0.32	0.24
-0.11	-0.78	0.39	-0.69	0.95
-0.11	0.25	-0.67	0.69	-0.86
0.05	-0.73	-0.67	0.88	0.46
-0.14	0.16	-0.38	-0.60	0.15
-0.75	0.45	0.83	-0.46	0.67
0.33	0.16	0.16	0.69	0.84
-0.83	0.51	0.10	0.21	0.19
0.81	0.40	0.01	0.89	-0.72

- Percobaan ke-7

-0.85	-0.88	0.75	-0.53	-0.31
0.65	0.57	0.36	-0.62	-0.22
0.44	-1.00	0.73	0.56	0.40
-0.42	0.89	-0.78	0.47	-0.56
-0.29	-0.90	0.80	-0.62	0.81
0.33	-0.87	0.98	0.30	0.05
0.87	0.99	0.25	-0.48	0.48

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

0.91	-0.59	1.00	-0.78	0.76
0.27	0.78	-0.17	-0.23	-0.58
0.20	-0.90	0.75	0.66	0.23
0.09	0.18	-0.26	0.20	-0.57
0.43	0.75	0.68	-0.18	-0.11
-0.45	0.23	0.17	-0.48	0.31
0.72	-0.40	-0.49	-0.05	-0.30

- Percobaan ke-8

0.81	0.06	-0.91	-0.80	0.20
-0.16	0.97	0.16	-0.88	0.64
0.77	-0.54	0.87	-0.56	-0.58
0.00	-0.25	0.71	-0.62	0.03
0.68	-0.51	0.43	-0.98	0.51
-0.60	0.80	0.79	0.46	0.14
0.50	-0.62	-0.21	-0.38	-0.23
0.00	-0.15	-0.79	-0.82	-0.58
0.38	-0.92	-0.61	0.50	0.84
0.10	-0.67	-0.28	-0.56	-0.82
-0.65	0.26	0.38	-0.53	-0.06
0.31	0.55	-0.53	0.90	0.15
0.65	-0.69	0.27	0.01	0.80
0.46	0.82	0.08	-0.89	-0.97

- Percobaan ke-9

0.29	-0.91	0.79	0.45	-0.10
0.72	-0.59	0.74	0.13	0.46
0.16	0.43	-0.36	0.35	-0.34
-0.28	0.54	0.92	-0.07	-0.19

13. *hidden neuron* = 15

- Percobaan ke-1

0.95	0.69	0.27	0.57	-0.35
-0.59	-0.87	-0.50	0.41	-0.03
-0.52	-0.96	0.88	-0.19	-1.00
0.44	-0.36	0.44	-0.47	0.44
-0.37	-0.45	-0.89	-0.66	0.79
-0.13	0.75	-0.51	0.38	0.95
0.97	0.78	-0.29	-0.79	-0.55
0.53	-0.46	-0.27	0.72	0.22
0.01	0.49	-0.53	0.81	-0.91
-0.03	0.98	0.19	-0.72	-0.39
0.17	0.59	-0.97	0.49	-0.68
-0.89	-0.92	-0.51	-0.17	0.73

-0.77	0.93	0.02	0.41	0.76
0.83	-0.22	-0.49	0.15	-0.71
-0.81	0.05	0.75	-0.53	0.52
0.15	0.13	-0.59	-0.39	0.81
0.71	0.85	0.27	-0.15	0.11
0.14	0.40	-0.37	0.93	0.96
0.93	0.06	-0.46	-0.84	0.29
0.89	0.92	-0.12	-0.86	0.24
0.05	-0.96	0.88	0.37	-0.15
-0.39	-0.93	-0.42	0.09	-0.02

- Percobaan ke-10

-0.92	-0.45	-0.06	0.57	0.71
0.29	0.55	-0.48	-0.63	0.60
-0.48	0.91	0.32	-0.13	-0.80
0.25	-0.97	0.62	-0.90	-0.07
0.01	0.00	-0.10	-0.97	-0.60
-0.17	-0.87	-0.38	0.25	0.92
0.62	0.15	-0.02	-0.77	0.58
-0.59	-0.67	0.75	0.65	0.86
-0.20	-0.89	-1.00	0.71	0.41
0.18	0.06	0.83	-0.11	0.71
-0.58	0.01	-0.15	-0.81	-0.65
0.47	-0.01	0.34	-0.68	0.33
0.66	0.75	-0.80	-0.60	0.94
0.02	-0.83	-0.17	0.44	0.79

0.44	-0.57	0.30	0.89	-0.30
-0.13	0.71	-0.70	-0.05	-0.63
-0.36	-0.42	-1.00	0.35	-0.76

- Percobaan ke-2

0.19	0.29	-0.92	0.10	-0.56
0.94	-0.87	-0.83	0.59	0.45
0.78	-0.33	0.65	0.00	-0.66
0.93	-0.89	0.50	0.82	-0.32
0.78	-0.87	0.75	-0.10	0.04
0.14	-0.72	-0.63	-0.74	0.33
0.13	-0.08	0.72	-0.13	0.27
0.55	0.61	0.35	-0.44	0.33

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

-0.12	0.42	0.10	0.76	-0.18
-0.68	0.02	0.71	0.61	-0.43
0.95	0.85	0.15	0.66	0.12
-0.89	-0.66	-0.36	0.42	-0.34
0.95	0.81	0.41	0.77	-0.55
0.46	-0.78	-0.50	0.47	0.73
-0.43	0.56	0.42	0.35	0.73

- Percobaan ke-3

-0.52	-0.52	0.74	0.04	-0.27
-0.85	0.03	-0.71	-0.71	-0.40
-0.88	0.12	-0.54	0.26	-0.36
-0.04	-0.04	0.56	-0.20	0.87
0.38	-0.55	0.64	0.06	0.69
0.28	0.18	-0.68	0.11	0.50
-0.44	-0.40	0.22	0.85	-0.66
0.32	-0.03	-0.16	-0.85	-0.30
0.25	0.22	0.03	0.28	-0.85
-0.33	-0.99	-0.10	0.98	0.76
-0.15	-0.99	0.84	-0.49	0.18
0.10	-0.39	0.76	0.82	-0.24
0.82	0.17	-0.57	-0.48	-0.41
-0.96	0.46	-0.76	-0.57	0.55
0.17	0.28	0.70	-0.73	-0.91

- Percobaan ke-4

-0.39	-0.58	-0.96	-0.19	0.09
0.91	-0.83	-0.18	-0.19	-0.14
-0.06	-0.34	-0.06	-0.30	-0.33
0.48	-0.15	0.80	0.39	-0.15
-0.40	0.30	0.26	-0.19	0.99
0.16	-0.26	0.79	0.77	-0.33
0.03	-0.58	0.16	0.15	-0.51
-0.37	-0.02	-0.53	-0.27	-0.26
0.12	0.98	-0.64	-0.12	-0.02
0.98	0.00	-0.91	0.21	0.50
0.63	0.90	-0.88	0.15	-0.15
0.20	-0.54	-0.09	-0.52	0.89
0.44	0.49	0.51	0.77	0.79
0.62	-0.60	0.75	0.40	-0.26
-0.97	0.92	-0.15	0.85	0.94

- Percobaan ke-5

-0.53	0.52	-0.64	-0.99	-0.41
-0.42	-0.33	0.08	0.71	-0.99
0.85	0.93	0.53	-0.27	-0.18
-0.53	0.48	-0.75	0.89	0.95
-0.23	0.40	-0.39	0.16	0.78
-0.69	0.11	0.89	-0.09	-0.62
0.84	0.12	-0.64	0.33	-0.47
-0.96	-0.73	-0.29	-0.71	0.46
-0.95	0.98	0.11	0.52	0.60
-0.26	0.82	-0.58	-0.28	-0.24
0.00	-0.56	-0.13	-0.15	0.80
0.93	-0.90	-0.30	0.43	-0.59
0.23	-0.92	0.77	0.47	0.45
0.37	0.60	-0.16	0.35	-0.54
-0.83	-0.57	0.43	0.08	-0.83

- Percobaan ke-6

-0.15	0.99	-0.76	0.13	0.13
0.09	-0.46	-0.20	-0.88	-0.56
0.94	-0.03	-0.86	0.20	-0.19
0.62	-0.90	-0.08	0.98	-0.02
0.10	-0.22	0.36	-0.64	0.82
-0.87	0.66	-0.02	-0.85	0.47
0.63	-0.25	-0.84	0.52	-0.77
0.46	-0.18	0.47	-0.61	0.27
-0.78	0.59	-0.22	0.54	0.42
-0.08	0.42	0.37	0.11	0.61
0.32	0.31	0.75	0.45	-0.28
-0.03	-0.08	0.64	-0.42	0.64
-0.25	-0.25	-0.07	0.55	0.07
-0.02	0.31	0.53	0.23	0.82
-0.24	-0.19	-0.48	-0.81	-0.19

- Percobaan ke-7

-0.60	0.04	-0.22	-0.73	0.55
-0.57	0.72	0.28	0.51	0.28
-0.04	-0.67	0.16	0.73	-0.87
0.64	-0.03	-0.66	0.37	0.32
0.42	-0.59	0.27	0.05	0.42
0.86	0.23	-0.48	0.84	0.46
-0.22	0.33	-0.67	-0.74	0.14
0.35	-0.95	-0.90	-0.74	-0.51
0.09	-0.34	-0.41	0.05	-0.55
-0.21	-0.29	-0.78	0.57	-0.38
-0.34	0.41	0.01	0.84	-0.19

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

-0.75	0.24	-0.45	0.34	0.72
0.74	0.18	0.99	0.55	-0.09
0.11	-0.92	-0.08	-0.99	0.56
-0.71	-0.75	-0.78	-0.21	0.19

- Percobaan ke-8

0.98	0.19	-0.68	-0.44	-0.69
-0.34	0.20	-0.40	0.24	-0.16
0.85	0.58	-0.56	-0.29	0.91
0.79	0.64	-0.34	-0.97	-0.07
-0.15	-0.73	0.05	0.51	0.57
-0.99	0.50	-0.55	-0.85	-0.49
-0.55	-0.18	0.82	0.53	0.87
0.13	-0.65	-0.45	0.04	0.39
-0.15	0.22	-0.24	-0.10	0.33
-0.45	-0.91	-0.23	0.50	0.82
0.98	0.89	0.12	1.00	0.14
-0.63	-0.22	-0.78	-0.74	0.16
0.05	-0.97	-0.45	-0.09	0.16
0.69	-0.60	-0.84	0.97	0.92
0.97	-0.85	0.68	1.00	0.94

- Percobaan ke-9

0.60	-0.96	-0.55	-0.68	-0.32
-0.35	-0.31	-0.28	0.70	-0.07
-0.66	0.09	-0.97	0.39	-0.24
0.98	-0.61	-0.23	-0.40	0.93
0.31	-0.25	-0.98	-0.70	-0.72
-0.36	-0.61	0.43	0.68	-0.74
0.18	0.14	-0.41	-0.95	0.63
0.26	-0.97	0.99	0.07	0.76
-0.24	-0.08	-0.96	-0.61	0.48
-0.80	0.96	0.57	-0.91	-0.72
-0.90	-0.17	-0.74	0.56	0.69
0.28	-0.81	0.56	-0.73	0.74
0.52	-0.72	-0.48	-0.72	0.01
0.08	-0.68	0.41	-0.79	-0.04
0.36	0.39	0.43	-0.54	0.33

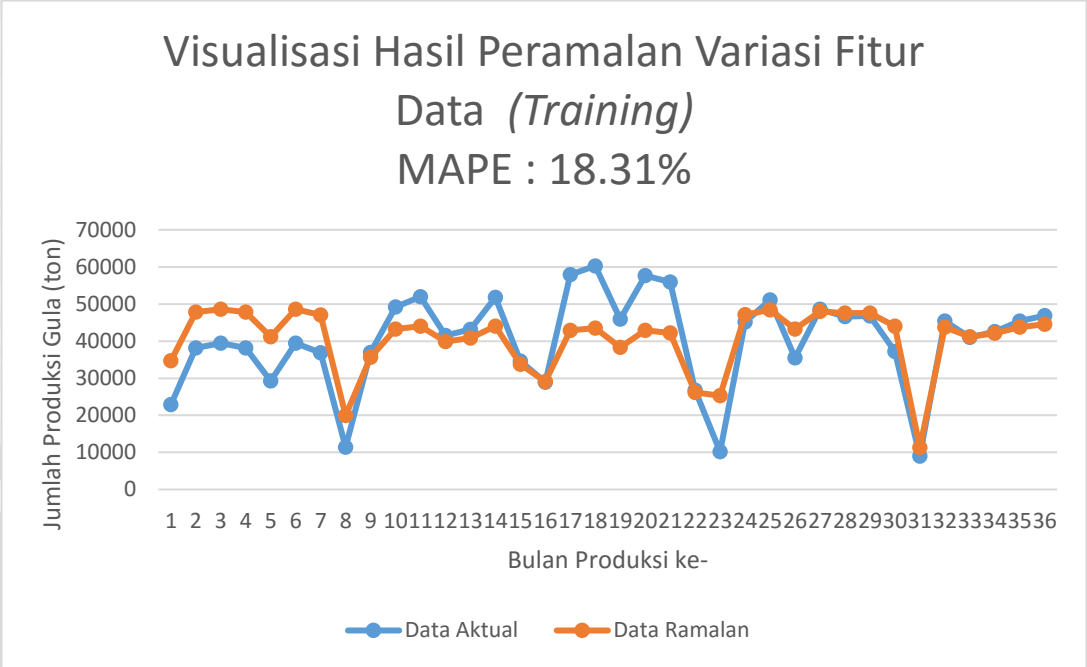
- Percobaan ke-10

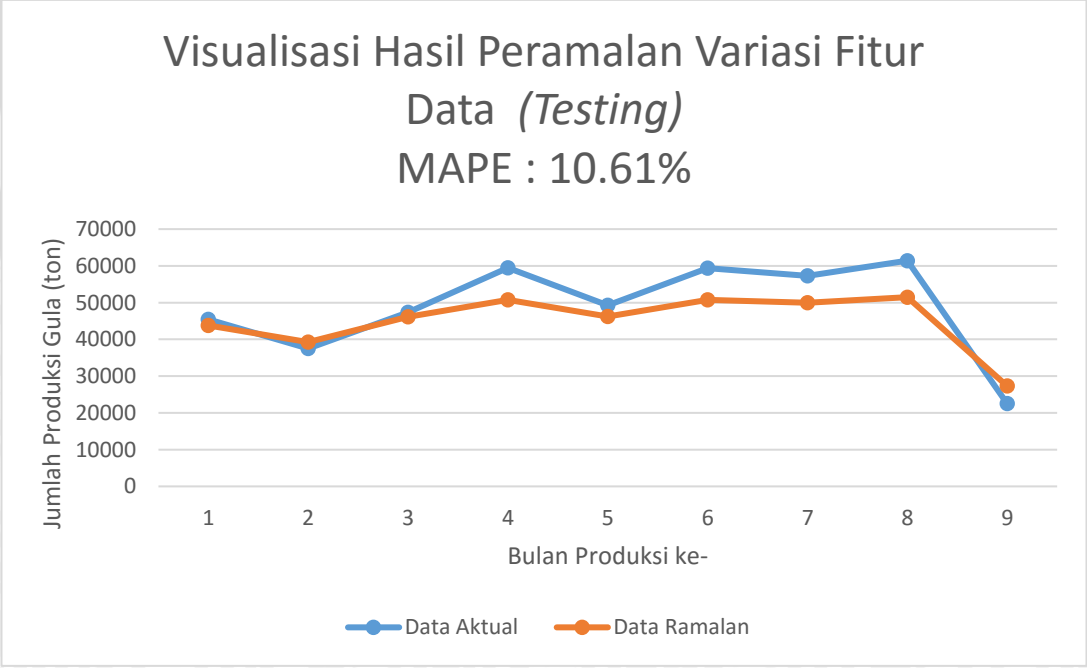
0.09	0.13	-0.77	0.48	-0.78
0.61	0.12	0.71	0.34	-0.19
0.08	-0.40	-0.63	0.75	0.12
-0.09	0.04	-0.82	-0.39	-0.91
-0.19	0.91	-0.43	-0.28	-0.50
0.26	0.00	0.13	-0.20	-0.04
-0.49	-0.62	-0.84	0.11	-0.16
-0.08	-0.74	-0.97	0.71	0.70
0.28	-0.06	-0.38	0.32	0.60
0.02	-0.47	-0.63	0.81	0.44
-0.63	-0.31	0.89	-0.50	-0.86
0.66	-0.58	-0.93	-0.57	-0.42
0.12	-0.81	0.78	0.67	-0.23
0.35	0.31	0.95	-0.96	0.03
0.92	-0.25	0.29	-0.60	0.80

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN C VISUALISASI HASIL PENGUJIAN

C.1 Visualisasi Hasil Uji Variasi Fitur Data





Grafik di atas merupakan visualisasi hasil peramalan berdasarkan pengujian variasi fitur data. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai MAPE pada proses *training* yaitu sebesar 18.31% dan pada proses *testing* sebesar 10.61% dengan waktu eksekusi selama 0.17379784584045 detik.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

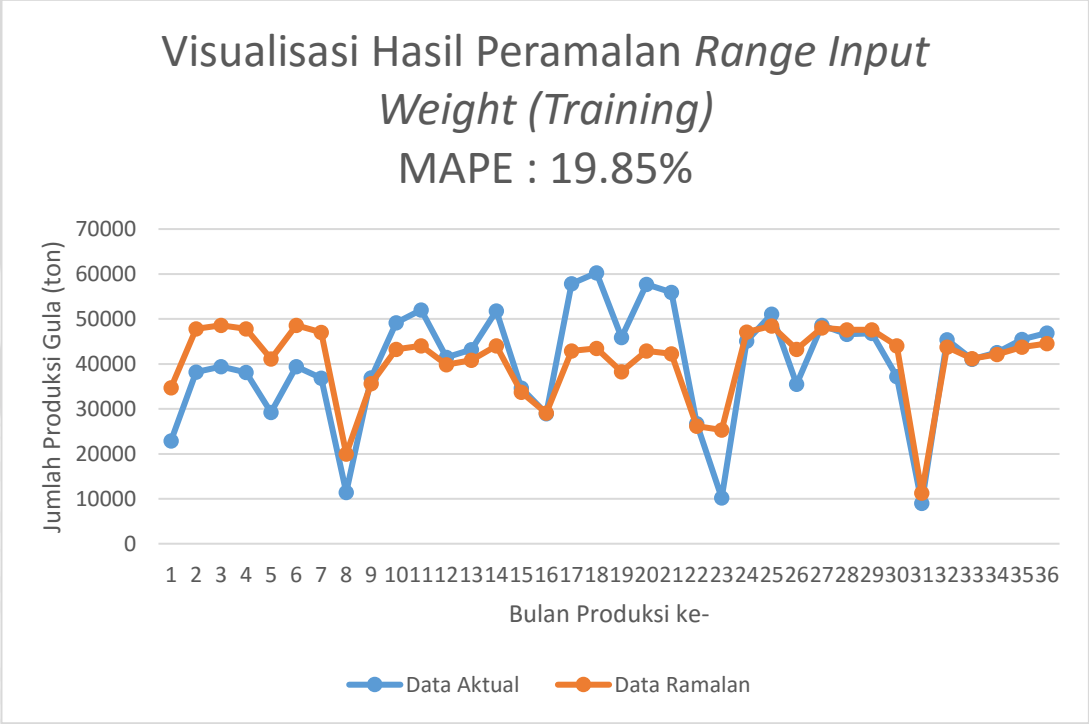
Berikut merupakan rincian nilai parameter optimal pada ELM dengan beberapa uji coba yang telah dilakukan:

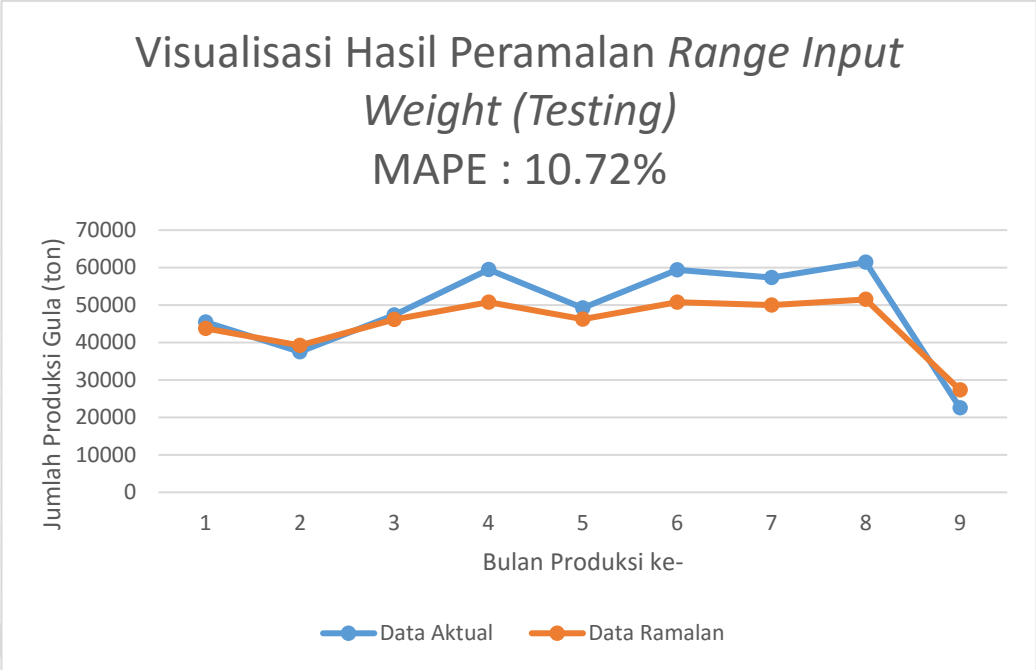
1. Analisis data = Fundamental
2. *Range input weight* = [0;1]
3. Perbandingan jumlah data *training* dan *testing* = 80%:20%
4. Jumlah *hidden node* = 3

Tabel di bawah merupakan tabel nilai *input weight* dari hasil *random* yang dilakukan.

w	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1	0.59	0.77	0.76	0.62	0.26
2	0.78	0.18	0.63	0.67	0.78
3	0.71	0.8	0.89	0.98	0.14

C.2 Visualisasi Hasil Uji Coba *Range Input Weight*





Grafik di atas merupakan visualisasi hasil peramalan berdasarkan pengujian *range input weight*. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai MAPE pada proses *training* yaitu sebesar 19.85% dan pada proses *testing* sebesar 10.72% dengan waktu eksekusi selama 0.16774415969849 detik.

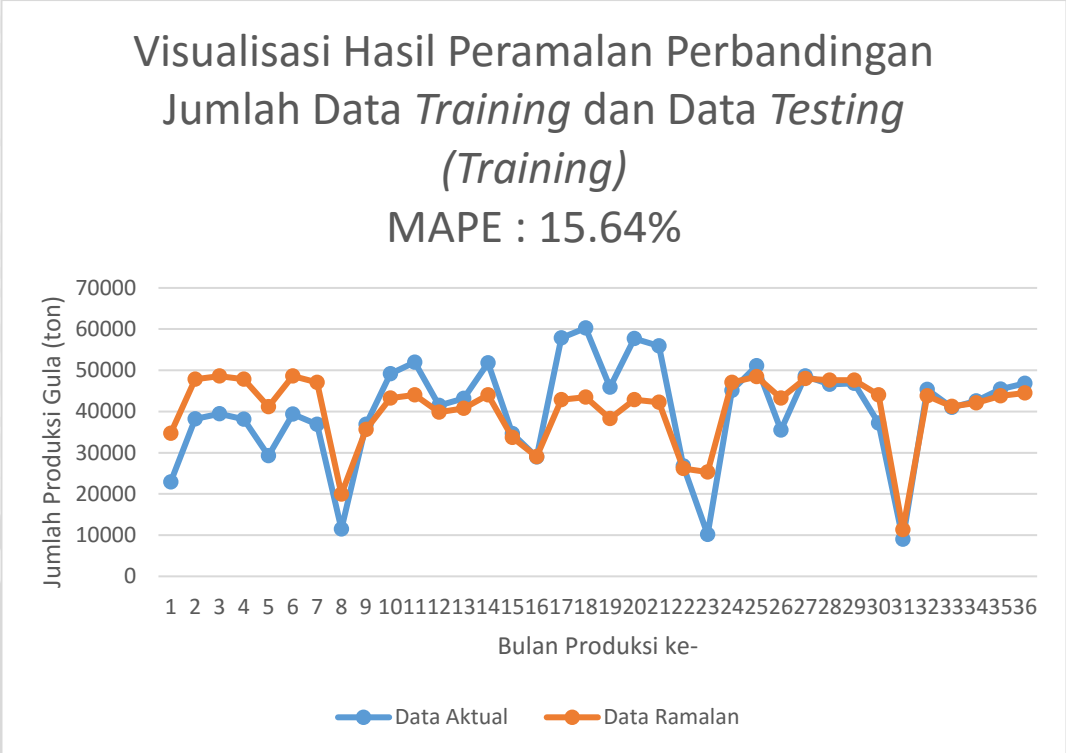
Berikut merupakan rincian nilai parameter optimal pada ELM dengan beberapa uji coba yang telah dilakukan:

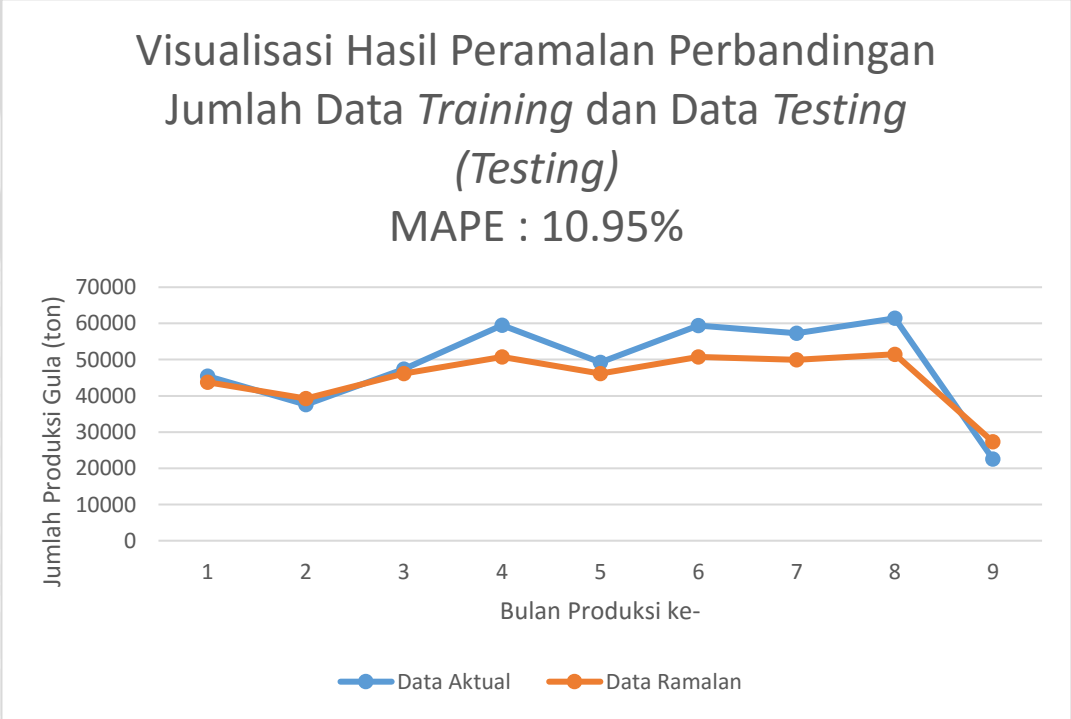
1. Analisis data = Fundamental
2. *Range input weight* = [-1;1]
3. Perbandingan jumlah data *training* dan *testing* = 80%:20%
4. Jumlah *hidden node* = 3

Tabel di bawah merupakan tabel nilai *input weight* dari hasil *random* yang dilakukan.

w	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1	0.47	0.73	0.82	0.99	-0.01
2	0.19	0.27	0.18	0.48	0.49
3	0.8	0.13	0.49	0.33	0.71

C.3 Visualisasi Hasil Uji Coba Perbandingan Jumlah Data *Training* dan Data *Testing*





Grafik di atas merupakan visualisasi hasil peramalan berdasarkan pengujian perbandingan data *training* dan data *testing*. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai MAPE pada proses *training* yaitu sebesar 15.64% dan

pada proses *testing* sebesar 10.95% dengan waktu eksekusi selama 0.17179393768311 detik.

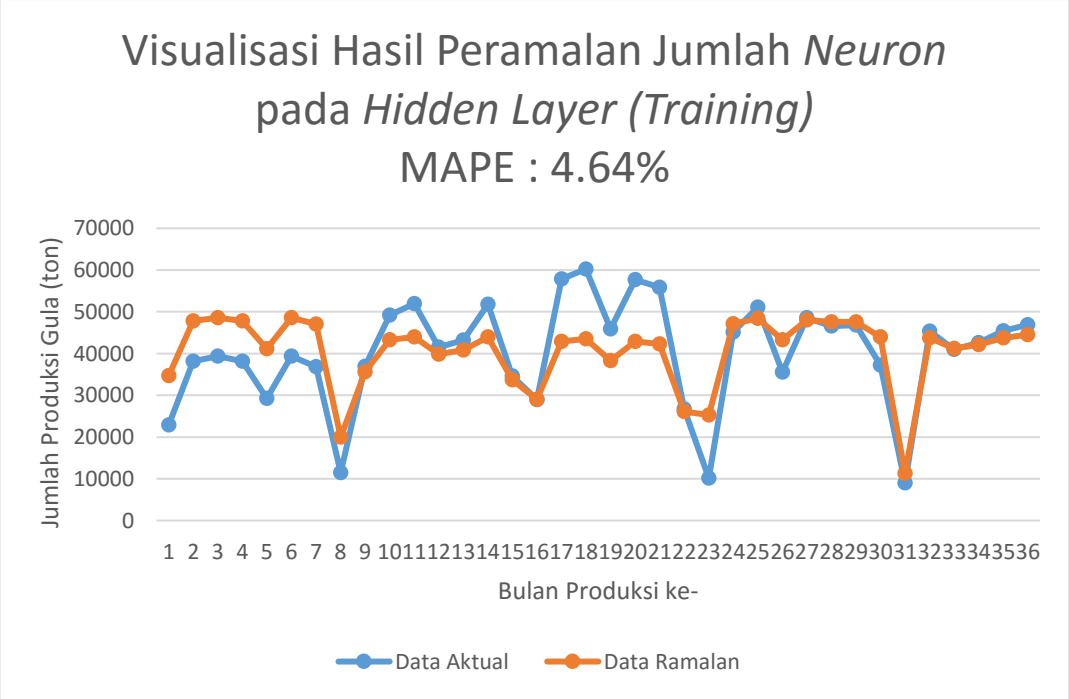
Berikut merupakan rincian nilai parameter optimal pada ELM dengan beberapa uji coba yang telah dilakukan:

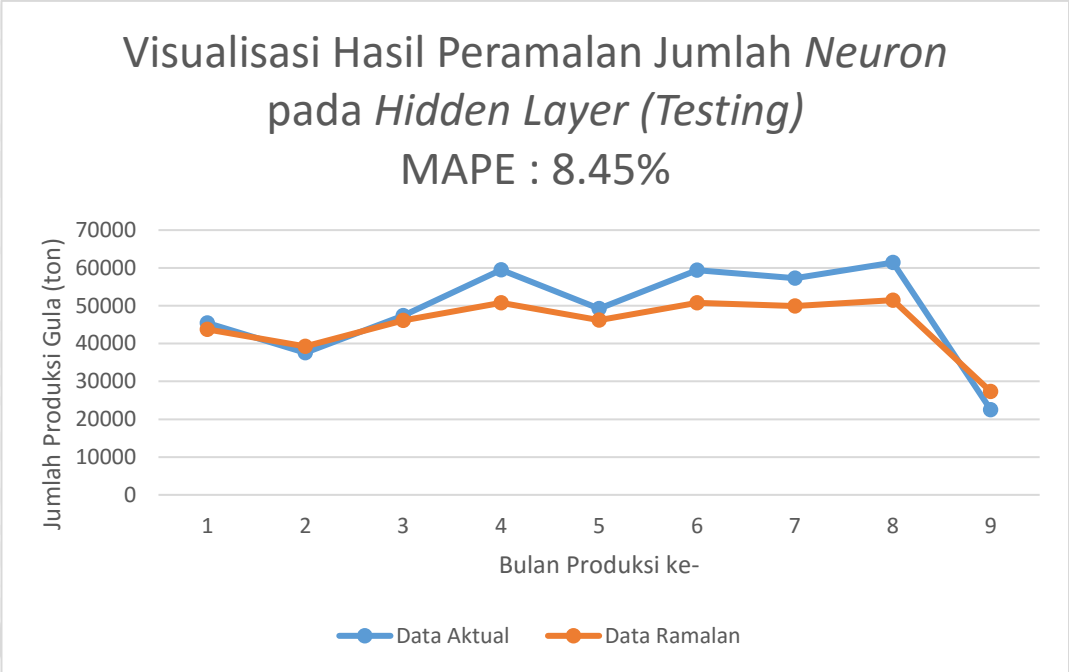
1. Analisis data = Fundamental
2. *Range input weight* = [-1;1]
3. Perbandingan jumlah data *training* dan *testing* = 80%:20%
4. Jumlah *hidden node* = 3

Tabel di bawah merupakan tabel nilai *input weight* dari hasil *random* yang dilakukan.

w	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1	0.99	0.26	0.53	0.35	0.49
2	0.78	0.63	0.55	0.93	0.56
3	0.31	0.25	0.49	0.45	0.57

C.4 Visualisasi Hasil Uji Jumlah *Neuron* pada *Hidden Layer*





Grafik di atas merupakan visualisasi hasil peramalan berdasarkan pengujian jumlah *neuron* pada *hidden layer*. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai MAPE pada proses *training* yaitu sebesar 4.64% dan pada proses *testing* sebesar 8.45% dengan waktu eksekusi selama 0.1753261089325 detik.

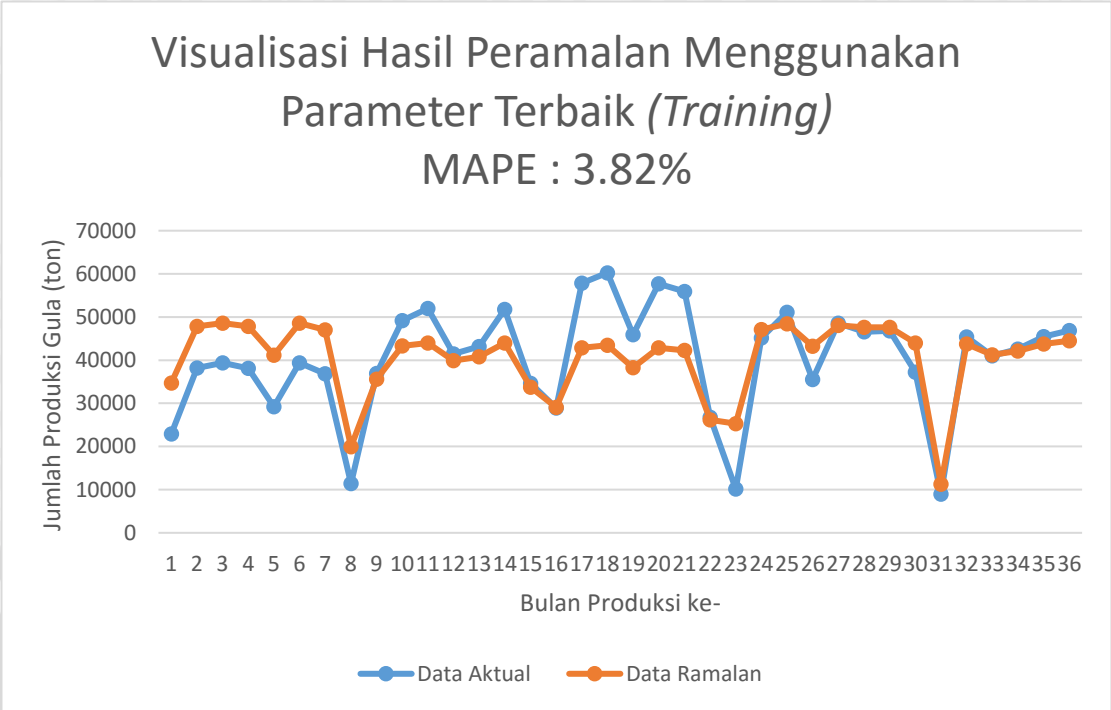
Berikut merupakan rincian nilai parameter optimal pada ELM dengan beberapa uji coba yang telah dilakukan:

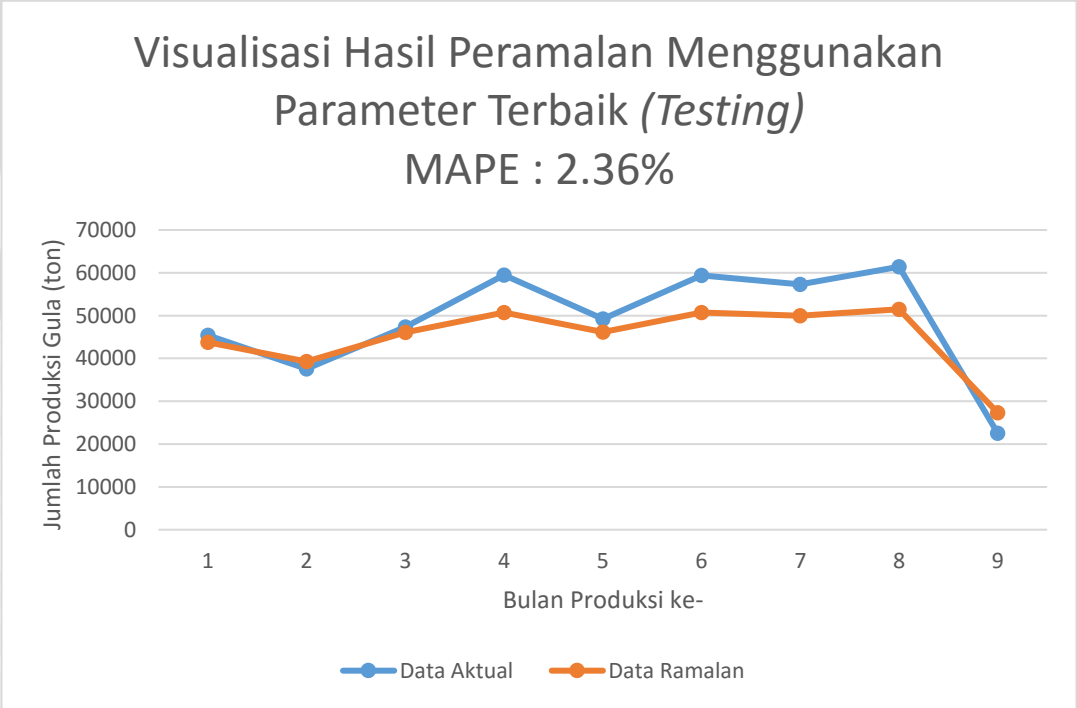
1. Analisis data = Fundamental
2. *Range input weight* = [-1;1]
3. Perbandingan jumlah data *training* dan *testing* = 80%:20%
4. Jumlah *hidden node* = 7

Tabel di bawah merupakan tabel nilai *input weight* dari hasil *random* yang dilakukan.

w	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1	0.67	0.87	0.14	0.35	0.76
2	0.82	0.36	0.9	0.07	0.09
3	0.98	0.5	0.86	0.56	0.97
4	0.78	0.8	0.54	0.8	0.81
5	0.12	0.89	0.43	0.17	0.57
6	0.95	0.35	-0.01	0.33	0.55
7	0.52	0.87	0.14	0.04	0.4

C.5 Visualisasi Hasil Uji Coba Menggunakan Parameter Terbaik





Grafik di atas merupakan visualisasi hasil peramalan menggunakan parameter terbaik dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai MAPE pada proses *training* yaitu sebesar 3.82% dan pada proses *testing* sebesar 2.36% dengan waktu eksekusi selama 0.1696240901947 detik.

Berikut merupakan rincian nilai parameter optimal pada ELM dengan beberapa uji coba yang telah dilakukan:

1. Analisis data = Fundamental
2. *Range input weight* = [-1;1]
3. Perbandingan jumlah data *training* dan *testing* = 80%:20%
4. Jumlah *hidden node* = 7

Tabel di bawah merupakan tabel nilai *input weight* dari hasil *random* yang dilakukan.

w	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1	1	0.94	0.96	0.71	0.47
2	0.42	0.16	0.06	0.6	0.23
3	0.07	0.86	0.35	0.97	0.41
4	0.41	0.19	0.69	0.38	0.59
5	0.1	0.01	0.72	0.73	0.54
6	0.04	0.63	0.67	0.48	0.35
7	0.83	0.75	0.37	0.04	0.54