

**KLASIFIKASI PENYIMPANGAN TUMBUH KEMBANG ANAK
MENGUNAKAN METODE *EXTREME LEARNING MACHINE*
(ELM)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Makrina Christy Ariestyani

NIM: 135150207114007



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017

PENGESAHAN

KLASIFIKASI PENYIMPANGAN TUMBUH KEMBANG ANAK MENGGUNAKAN
METODE *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Makrina Christy Ariestyani
NIM: 135150207114007

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
10 Agustus 2017
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Putra Pandu Adikara, S.Kom, M.Kom
NIP : 19850725 200812 1 002

Dosen Pembimbing II



Rizal Setya Perdana, S.Kom, M.Kom
NIK : 201603 910118 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D

NIP. 19710518 200312 1 001

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 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, 1 Agustus 2017



Makrina Christy Ariestvani

NIM : 135150207114007

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul : **“Klasifikasi Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak Menggunakan Metode *Extreme Learning Machine* (ELM)”**.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan yang harus ditempuh di Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Informatika Universitas Brawijaya Malang. Dan tak lupa pula, penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan skripsi ini dari awal hingga terselesaikannya laporan skripsi ini, diantaranya :

1. Putra Pandu Adikara, S.Kom.,M.Kom., selaku dosen pembimbing 1 dan Rizal Setya Perdana, S.Kom, M.Kom., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, saran, serta arahan selama penyusunan skripsi ini.
2. Wayan Firdaus Mahmudy,S.Si,M.T,Ph.D, Heru Nurwasito, Ir., M.Kom, Marji, Drs., M.T, Edy Santoso, S.Si, M.Kom selaku Dekan, Wakil Dekan I, Wakil Dekan II, Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Seluruh dosen Fakultas Ilmu Komputer yang telah mendidik dan memberikan ilmu serta wawasannya selama menempuh pendidikan dan menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh civitas akademika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan bantuan serta dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan dan menyelesaikan skripsi ini.
5. Ariestyawan Hariyanto dan Sesilia Aryani Dwiastuti selaku kedua orang tua penulis yang telah mendukung penulis dari awal pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini baik secara moril dan materil, serta mendukung melalui setiap doa dan kasih sayangnya yang tulus.
6. Birgitta Leonie Ariestyani dan Verena Lanina Ariestyani selaku adik-adik penulis yang selalu memberikan dorongan serta dukungan semangat dari awal pendidikan sampai akhir terselesaikannya skripsi ini.
7. Seluruh keluarga besar Ayah dan Ibu yang selalu memberikan semangat dan bantuan selama ini.
8. Bapak Suyanto, S.Psi., M.Si. Psikolog selaku pakar dari House Of Fatima yang telah membantu kami memberikan data untuk skripsi ini.
9. Seluruh sahabat khususnya Rafael George, Shahnaz Prissilla Nadine, Jovita Gabriella, Priska Rully Naomi, Vincentia Imanuelita, Indri Monika, Nur Adli Ari Darmawand, dan Christian Herlando yang selalu mendukung dan mendoakan dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Seluruh teman-teman TIF khususnya Veronica Kristina br Simamora, Hudan Abdur Rochman, Fadhilla Puji Cahyani, Afrizal Rivaldi, Sindy Erika,

Michael Yulius Munthe, Afifur Rozaq dan Yulius Firantoko yang telah berbagi ilmu, serta memberikan bantuan selama pengerjaan skripsi ini.

11. Seluruh teman-teman Informatika UB angkatan 2013 serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis selama pendidikan sampai terselesaikannya skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwasannya skripsi ini masih mempunyai kekurangan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun dapat disampaikan melalui email penulis christymakrina@gmail.com. Dan besar harapan penulis skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca, berkepentingan dan khususnya bagi penulis sendiri.

Malang, 1 Agustus 2017

Penulis

ABSTRAK

Pertumbuhan dan perkembangan anak pada usia dini berpengaruh pada kemampuan pribadi anak di kemudian hari. Setiap anak adalah unik, sehingga perkembangan dan pertumbuhannya pun tidak sama. Pertumbuhan dan perkembangan yang lambat seringkali dianggap normal. Penyimpangan tumbuh kembang anak yang telat diketahui dapat berakibat jangka panjang dan sukar diperbaiki. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) untuk klasifikasi penyimpangan tumbuh kembang anak. Metode ELM terdiri dari proses *training* sebagai pembelajaran sistem dan *testing* untuk memperoleh hasil klasifikasi. Pengujian parameter yang dilakukan adalah pengujian rasio data latih dan data uji, pengujian pengaruh jumlah *hidden neuron* terhadap waktu, dan pengujian perbandingan fungsi aktivasi. Perhitungan akurasi dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix* untuk mengetahui akurasi kerja sistem pada setiap kelasnya. Hasil pengujian parameter menunjukkan bahwa rasio data latih dan data uji dengan perbandingan 70:30, jumlah *hidden neuron* sebanyak 10 buah, dan fungsi aktivasi biner merupakan parameter dengan nilai akurasi terbaik. Perbandingan dah hasil klasifikasi penyimpangan tumbuh kembang anak dengan bantuan psikolog menunjukkan bahwa sistem menghasilkan akurasi yang kurang baik. Hal ini dapat disebabkan oleh sedikit dan tidak seimbang data yang digunakan untuk penelitian.

Kata kunci: *Extreme Learning Machine, klasifikasi, penyimpangan tumbuh kembang anak*

ABSTRACT

Growth and development of children at an early age affect the child's personal ability in the future. Every child is unique, so growth and growth are not the same. Slow growth and development are often considered normal. Deviation of late child growth is known to result in long-term and difficult to repair. Based on these problems, this research was conducted by using the Extreme Learning Machine (ELM) method for the classification of child growth deviations. ELM method consists of training process as system learning and testing to obtain the result of classification. The parameters test are test of ratio of training data and test data, testing the influence of number of hidden neurons over time, and comparative test of activation function. Accuracy calculation is done by using confusion matrix to know the accuracy of system work in each class. The result of parameter test shows that the ratio of training data and test data with ratio 70:30, the number of hidden neurons as many as 10 units, and the binary activation function is the parameter with the best accuracy value. The comparison of the result of the classification of child growth deviation with the help of psychologist shows that the system produces poor accuracy. This can be due to the small and unbalanced data used for the research.

Keywords: *Extreme Learning Machine, classification, growth and development's children deviation*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
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 Pertumbuhan dan Perkembangan Anak	6
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Anak..	7
2.4 Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak	7
2.4.1 <i>Down Syndrome</i>	7
2.4.2 Autisme	9
2.4.3 Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD).....	9
2.5 Klasifikasi	10
2.6 Jaringan Saraf Tiruan (JST).....	10
2.7 Metode <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM).....	12
2.8 Akurasi Sistem.....	16
BAB 3 METODOLOGI.....	18

3.1 Studi Literatur	18
3.2 Analisis Kebutuhan Sistem	19
3.3 Objek Penelitian	19
3.4 Pengumpulan Data	19
3.5 Perancangan Sistem	20
3.5.1 Diagram Blok Sistem	20
3.6 Implementasi Sistem	21
3.7 Pengujian Sistem	21
3.8 Penarikan Kesimpulan	22
BAB 4 PERANCANGAN	23
4.1 Deskripsi Sistem	23
4.2 Rancangan Arsitektur	24
4.3 <i>Preprocessing</i> Data	24
4.4 Perancangan Proses	26
4.4.1 Proses Algoritme <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM)	27
4.4.1.1 Proses <i>Training</i>	30
4.4.1.2 Proses <i>Testing</i>	41
4.5 Perhitungan Manual <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM)	46
4.5.1 Perhitungan Proses <i>Training</i>	48
4.5.2 Perhitungan Proses <i>Testing</i>	54
4.6 Perancangan Antarmuka	57
4.6.1 Halaman Awal Sistem	57
4.6.2 Halaman Gejala	57
4.6.3 Halaman Proses Klasifikasi	58
4.6.4 Halaman Hasil Klasifikasi	59
4.7 Perancangan Pengujian	60
4.7.1 Pengujian Rasio Data Latih dan Data Uji	60
4.7.2 Pengujian Perbandingan Jumlah <i>Hidden Neuron</i> Terhadap Waktu	60
4.7.3 Pengujian Perbandingan Fungsi Aktivasi	61
4.7.4 <i>Confusion Matrix</i> dari Parameter yang Paling Optimal	61
BAB 5 IMPLEMENTASI	63

5.1 Batasan Implementasi	63
5.2 Implementasi Sistem	63
5.2.1 Implementasi Matriks Data Latih	63
5.2.2 Implementasi Inisialisasi Nilai Bobot dan Bias	65
5.2.3 Implementasi Algoritme Perhitungan Keluaran <i>Hidden Neuron</i>	65
5.2.4 Implementasi Algoritme Perhitungan Keluaran <i>Hidden Neuron</i> dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner	66
5.2.5 Implementasi Algoritme Perhitungan <i>Pseudo-Inverse</i> dengan <i>Moore-Penrose</i>	67
5.2.6 Implementasi Algoritme Perhitungan Bobot Keluaran	68
5.2.7 Implementasi Algoritme Perhitungan Keluaran di <i>Output Layer</i>	69
5.2.8 Implementasi Inisialisasi Data Uji	69
5.2.9 Implementasi Nilai Bias Data Uji	70
5.2.10 Implementasi Algoritme Perhitungan Keluaran <i>Hidden</i> <i>Neuron</i>	70
5.2.11 Implementasi Algoritme Perhitungan Keluaran <i>Hidden Neuron</i> dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner	71
5.2.12 Implementasi Algoritme Perhitungan Keluaran di <i>Output</i> <i>Layer</i>	71
5.3 Implementasi Antarmuka	72
5.3.1 Implementasi Antarmuka Halaman Awal	72
5.3.2 Implementasi Antarmuka Halaman Gejala	73
5.3.3 Implementasi Antarmuka Halaman Proses Klasifikasi.....	74
5.3.4 Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Klasifikasi	75
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS	77
6.1 Pengujian dan Analisis Perbandingan Rasio Data Latih dan Data Uji ..	77
6.2 Pengujian dan Analisis Pengaruh Jumlah <i>Hidden Neuron</i> Terhadap Waktu.....	78
6.3 Pengujian dan Analisis Perbandingan Fungsi Aktivasi	80
6.4 <i>Confusion Matrix</i> dari Parameter yang Paling Optimal	81
BAB 7 PENUTUP	84
7.1 Kesimpulan	84
7.2 Saran.....	84

DAFTAR PUSTAKA	85
----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh <i>Confusion Matrix</i>	16
Tabel 4.1 Nilai Pembobotan Gejala untuk Klasifikasi Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak.....	24
Tabel 4.2 Pasangan Gejala dan Jenis Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak yang Terklarifikasi	26
Tabel 4.3 Bobot Masukan	48
Tabel 4.4 Bias Proses <i>Training</i>	49
Tabel 4.5 Bobot <i>Transpose</i> (W^T)	50
Tabel 4.6 Matriks Keluaran <i>Hidden Neuron</i>	50
Tabel 4.7 Matriks Keluaran <i>Hidden Neuron</i> dengan Fungsi Aktivasi.....	51
Tabel 4.8 Matriks <i>Transpose</i> Keluaran <i>Hidden Neuron</i> dengan Fungsi Aktivasi ...	52
Tabel 4.9 Perkalian Matriks Hasil <i>Transpose dengan</i> Keluaran <i>Hidden Neuron</i> dengan Fungsi Aktivasi.....	52
Tabel 4.10 Matriks <i>Invers</i> Perkalian.....	53
Tabel 4.11 Matriks <i>Pseudo-Inverse</i> dengan <i>Moore-Penrose</i>	53
Tabel 4.12 Matriks Target (T)	53
Tabel 4.13 <i>Transpose</i> Matriks Target (T)	54
Tabel 4.14 Matriks Bobot Keluaran	54
Tabel 4.15 Matriks Y Prediksi Proses <i>Training</i>	55
Tabel 4.16 Bias Proses <i>Testing</i>	55
Tabel 4.17 Bias Keluaran <i>Hidden Neuron</i>	56
Tabel 4.18 Matriks Keluaran <i>Hidden Neuron</i> dengan Fungsi Aktivasi.....	57
Tabel 4.19 Matriks Y Prediksi Proses <i>Testing</i>	58
Tabel 4.20 Rancangan Pengujian Perbandingan Jumlah Data Latih dan Data Uji	61
Tabel 4.21 Rancangan Pengujian Perbandingan Jumlah <i>Hidden Neuron</i> Terhadap Waktu.....	62
Tabel 4.22 Rancangan Pengujian Fungsi Aktivasi Sigmoid.....	62
Tabel 4.23 Rancangan Pengujian <i>Confusion Matrix</i>	63
Tabel 6.1 Hasil Pengujian Perbandingan Rasio Data Latih dan Data Uji.....	75
Tabel 6.2 Hasil Pengujian Pengaruh Jumlah <i>Hidden Neuron</i> Terhadap Waktu	77
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Perbandingan Fungsi Aktivasi.....	78

Tabel 6.4 Hasil Klasifikasi..... 79
Tabel 6.5 *Confusion Matrix* 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kromosom Anak <i>Down Syndrome</i>	8
Gambar 2.2 Lapisan Jaringan Saraf Tiruan.....	12
Gambar 2.3 Struktur <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM).....	13
Gambar 3.1 Diagram blok metode penelitian.....	18
Gambar 3.2 Diagram blok proses klasifikasi penyimpangan tumbuh kembang anak menggunakan metode <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM).....	20
Gambar 4.1 Pohon Perancangan Tahap Perancangan Sistem.....	23
Gambar 4.2 Rancangan Arsitektur	24
Gambar 4.3 Diagram Alir Sistem	28
Gambar 4.4 Diagram Alir Proses Klasifikasi Menggunakan ELM.....	29
Gambar 4.5 Diagram Alir Proses Inisialisasi <i>Input</i> Bobot.....	29
Gambar 4.6 Diagram Alir Proses Training	31
Gambar 4.7 Diagram Alir Proses Inisialisasi Bias.....	32
Gambar 4.8 Diagram Alir Proses <i>Transpose</i> Matriks Bobot.....	33
Gambar 4.9 Diagram Alir Proses Menghitung Keluaran <i>Hidden Neuron</i>	34
Gambar 4.10 Diagram Alir Proses Menghitung Keluaran <i>Hidden Neuron</i> dengan Fungsi Aktivasi.....	35
Gambar 4.11 Diagram Alir <i>Transpose</i> Matriks Keluaran <i>Hidden Layer</i>	36
Gambar 4.12 Diagram Alir Menghitung <i>Moore-Penrose</i>	37
Gambar 4.13 Diagram Alir Menghitung <i>Transpose</i> Matriks Target	38
Gambar 4.14 Diagram Alir Menghitung Bobot Keluaran.....	39
Gambar 4.15 Diagram Alir Menghitung Keluaran <i>Output Layer</i>	40
Gambar 4.16 Diagram Alir Proses <i>Testing</i>	41
Gambar 4.17 Diagram Alir Proses Inisialisasi Bias.....	42
Gambar 4.18 Diagram Alir Proses Menghitung Keluaran <i>Hidden Neuron</i>	43
Gambar 4.19 Diagram Alir Proses Menghitung Keluaran <i>Hidden Neuron</i> dengan Fungsi Aktivasi	44
Gambar 4.20 Diagram Alir Proses Menghitung Keluaran <i>Output Layer</i>	45
Gambar 4.21 Perancangan Halaman Awal Sistem	57
Gambar 4.22 Perancangan Halaman Gejala	58
Gambar 4.23 Perancangan Halaman Proses Klasifikasi.....	59

Gambar 4.24 Perancangan Halaman Hasil Klasifikasi.....	60
Gambar 5.1 Representasi Isi <i>File</i> Microsoft Excel	64
Gambar 5.2 Implementasi Antarmuka Halaman Awal	73
Gambar 5.3 Implementasi Antarmuka Halaman Gejala	74
Gambar 5.4 Implementasi Antarmuka Halaman Proses Klasifikasi	75
Gambar 5.5 Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Klasifikasi	76
Gambar 6.1 Grafik Hasil Pengujian Perbandingan Rasio Data Latih dan Data Uji	78
Gambar 6.2 Grafik Hasil Pengujian Perbandingan Jumlah <i>Hidden Neuron</i> Terhadap Waktu	79
Gambar 6.3 Grafik Hasil Pengujian Perbandingan Fungsi Aktivasi	80
Gambar 6.4 Grafik Hasil Pengujian <i>Confusion Matrix</i>	83

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A SURAT KETERANGAN PENGAMBILAN DATA	89
LAMPIRAN B KUESIONER	101
LAMPIRAN C MANUALISASI PERHITUNGAN ALGORITME <i>EXTREME LEARNING MACHINE</i> (ELM)	104