# **TESIS**

PENERARAPAN ALGORITMA *RESTRICTED BOLTMAN MACHINE* UNTUK PEMBOBOTAN INPUT PADA ALGORITMA *EXTREME LEARNING MACHINE*

Oleh:

Aris Setyawan

P31.2016.01960



PROGRAM MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO

SEMARANG

2017

TESIS

PENERARAPAN ALGORITMA *RESTRICTED BOLTMAN MACHINE* UNTUK PEMBOBOTAN INPUT PADA ALGORITMA *EXTREME LEARNING MACHINE*

Aris Setyawan

P31.2016.01960



PROGRAM MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO

SEMARANG

2017



UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO

# **PERSETUJUAN TESIS**

JUDUL : PENERARAPAN ALGORITMA *RESTRICTED BOLTMAN MACHINE* UNTUK PEMBOBOTAN INPUT PADA ALGORITMA *EXTREME LEARNING MACHINE*

NAMA : Aris Setyawan

NPM : P31.2016.01960

Tesis ini telah diperiksa dan disetujui,

Semarang, Bulan 2018

Romi Satria Wahono, Ph.D Nama Pembimbing

Pembimbing Utama Pembimbing Pembantu

# DAFTAR ISI

TESIS i

PERSETUJUAN TESIS iii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR TABEL vii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang Masalah 1

1.2. Identifikasi Masalah 2

1.3. Rumusan Masalah 2

1.4. Tujuan Penelitian 3

1.5. Manfaat Penelitian 3

1.6. Sistematika Penulisan 3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1. Pendahuluan 4

2.2. Metode Review 4

2.2.1. Pertanyaan Penelitian 5

2.2.2. Rumusan Masalah 7

2.2.3. Strategi Pencarian 7

2.2.4. Seleksi Pencarian 8

2.2.5. Ekstraksi Data 9

2.2.6. Penilaian Kualitas Penelitian dan Sintesis Data 10

2.2.7. Validasi Studi 10

2.3. Hasil Penelitian 10

2.3.1. Publikasi Jurnal Ilmiah 10

2.3.2. Peneliti yang Paling Aktif dan Berpengaruh 11

*2.3.3.* Topik Penelitian dalam Bidang *Extreme Learning Machine* 12

2.3.4. Dataset yang Sering Digunakan 12

2.3.5. Metode yang Pernah Digunakan untuk Pembobotan di ELM 13

2.3.6. Metode Terbaik Sebelumnya untuk Peningkatan Kinerja ELM 13

2.4. Daftar Referensi *Systematic Literature Review* 15

BAB 3 METODE PENELITIAN 16

3.1 Perancangan Penelitian 16

3.2 Analisis Masalah dan Tinjauan Pustaka 17

3.3 Pengumpulan Dataset 17

3.4 Metode yang Diusulkan 18

3.5 Eksperimen dan Pengujian Metode 18

3.6 Evaluasi dan Validasi Hasil 18

3.6.1 Evaluasi Hasil 18

3.6.2 Validasi Hasil 18

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 19

BAB 5 KESIMPULAN 20

REFERENSI 20

# DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2.1 Tahapan SLR 11](#_Toc515488338)

[Gambar 2.2 Mind map SLR Pembobotan Input pada Algoritma ELM 13](#_Toc515488339)

[Gambar 2.3 Pencarian dan Seleksi Atas Studi Utama 15](#_Toc515488340)

[Gambar 2.4 Distribusi Studi Terpilih dalam Rentang Tahun 17](#_Toc515488341)

[Gambar 2.5 Distribusi Publikasi Jurnal 17](#_Toc515488342)

[Gambar 2.6 Peneliti Aktif dan Berpengaruh 18](#_Toc515488343)

[Gambar 2.7 Distribusi Topik Penelitian 18](#_Toc515488344)

[Gambar 2.8 Total Distribusi Dataset 18](#_Toc515488345)

[Gambar 2.9 Distribusi Sifat Dataset 19](#_Toc515488346)

[Gambar 2.1.a ELM-Autoencoder 19](#_Toc515488347)

[Gambar 2.1.b Autoencoder 20](#_Toc515488348)

[Gambar 2.2.a ELM-Random Orthogonal 20](#_Toc515488349)

[Gambar 2.2.b Ramdom Orthogonal 21](#_Toc515488350)

# DAFTAR TABEL

[Tabel 2.1 PICOC 12](#_Toc515452880)

[Tabel 2.2 RQ dan Motivasi 12](#_Toc515452881)

[Tabel 2.3 Kriteria Inklusi dan Eksklusi 14](#_Toc515452882)

[Tabel 2.4 *Data Extraction Properties Mapped to* RQ 16](#_Toc515452883)

[Tabel 2.5 Scimago Journal Rank (SJR) dari Studi Terpilih 17](#_Toc515452884)

[Tabel 3.1 Tahapan dan Aktivitas Penelitian 22](#_Toc515452885)

[Tabel 3.2 Informasi Dataset 23](#_Toc515452886)

# BAB 1 PENDAHULUAN

## Latar Belakang Masalah

Menurut Huang(Guang-bin Huang, Zhu, & Siew, 2004), *Extreme Learning Machine* (ELM) adalah algoritma baru yang dikembangkan dari *Feedforward Neural Networks* (FNs) dengan *single hidden layer.* Algoritma ELM juga sering disebut sebagai *Single hidden Layer Feedforward Neural Networks* (SLFNs).

Algoritma FNs merupakan salah satu algoritma *neural networks*. FNs terdiri dari beberapa ataupun banyak *neuron* sebagai unit pemproses yang dikelola oleh *layer.* Tiap *neuron* dalam *layer* ini terhubung dengan *neuron* pada *layer* sebelumnya. Hubungan antar *neuron* ini juga memiliki bobot. Pada prinsipnya, data yang dimasukan sebagai *input* diproses oleh *layer* demi *layer* sampai menjadi *output.* Selama proses berlangsung sebagai pengklasifikasi, tidak terjadi *feedback* antar *layer.* Oleh karena hal inilah maka algoritma disebut *feedforward* *neural networks*.

Dikembangkannya ELM ini dilatarbelakangi oleh proses pembelajaran dari FNs yang memerlukan waktu yang lama. Hal ini dikarenakan oleh 2 faktor yaitu:

1. Menggunakan algoritma *gradient based* untuk *training*, yang mana algoritma ini memang memerlukan waktu yang lama dalam bekerja.
2. Semua parameter dioptimasi secara iteratif dengan menggunakan beberapa algoritma semisal *backpropagration*

Pembuatan algoritma ELM ini berhasil meningkatkan kinerja yang lebih baik dari FNs. Kinerja yang dimaksud adalah dari sisi waktu komputasi yang jauh lebih cepat maupun generalisasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan FNs yang berbasis *backprogration*(Guang Bin Huang, Zhu, & Siew, 2006). Alasan utama atas peningkatan kinerja ELM ini adalah karena ELM dibuat dengan inisialisasi secara random tetapi tanpa dievaluasi secara iteratif.

Namun demikian, ternyata penentuan nilai random pada ELM dalam hal pembobotan pada parameter W dan nilai bias di input layer ini menyebabkan kinerja kurang efektif karena tergantung pada nilai yang dimasukan pada parameter W pada input layer(Y. Wang, Cao, & Yuan, 2011). Selain itu, Wang(D. Wang, Wang, & Ji, 2015) mengatakan bahwa dengan adanya nilai random ini menyebabkan kinerja algoritma menjadi tidak stabil.

Penelitian-penelitian telah dilakukan dalam upaya peningkatkan kinerja algoritma ELM. Dari penelitian yang telah dilakukan itu, ada 2 pendekatan yang digunakan yaitu pendekatan *feature mapping* dan inisialisasi pembobotan input. Penelitian yang berfokus pada *feature mapping* diantaranya adalah K-ELM(Guang-Bin Huang, Hongming Zhou, Xiaojian Ding, & Rui Zhang, 2012), PCA-ELM(Castaño, Fernández-Navarro, & Hervás-Martínez, 2013), ELM-AE(Kasun, Zhou, Huang, & Vong, 2013), PL-ELM(Henríquez & Ruz, 2017) dan GELM-AE(Sun et al. 2017). Sedangkan penelitian sebelumnya yang menggunakan pendekatan pembobotan input adalah: IPSO-ELM(Han, Yao, and Ling 2013), ROLS-ELM(N. Wang, Er, and Han 2014), LDS-ELM(Cervellera and Macciò 2016), dan ELM-RO(W. Wang and Liu 2017)

Kemudian dari penelitian yang sejauh ini berhasil diketahui sebagai metode *state-of-the-arts* terbaik dijelaskan dibawah ini.

Penelitian ELM-Auto Encoder(ELM-AE)(Kasun et al., 2013) menggunakan *autoencoder* untuk *feature mapping* di ELM. Metode ini merupakan metode terbaik berdasarkan review(Hussain et al., 2017) lebih baik dari beberapa metode lain. Akan tetapi, penggunaan *kernel* menyebabkan komputasi yang berat sehingga memerlukan waktu yang lama.

Kemudian, Wang melakukan penelitian ELM-*Random Orthogonal* (RO)(W. Wang & Liu, 2017). ELM-RO terbukti memiliki kinerja yang lebih baik daripada standar ELM dan metode random lainnya. Akan tetapi, penggunaan teknik ini masih menggunakan metode *random* yang masih kurang efektif karena tergantung pada parameter W yang ditentukan *random*.

Permasalahan yang ada pada penelitian-penelitian sebelumnya di atas, perlu diselesaikan dengan memberikan pembobotan W pada input layer dengan cara lain sehingga diharapkan dapat memperoleh kinerja yang lebih baik. *Restricted Boltman Machine* (RBM) dapat mempelajari dengan baik terhadap probabilitas dari distribusi data(Tissera & McDonnell, 2016). Untuk itulah RBM dapat dicoba untuk diterapkan sebagai algoritma pembobotan pada *input layer* di ELM.

## Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan di atas, masalah penelitian *Research Problem* (RP) yang diangkat pada penelitian ini adalah Algoritma ELM memiliki efisiensi komputasi dan akurasi yang baik. Akan tetapi, kinerja algoritma ini kurang efektif karena tergantung pada parameter W yang *random* pada input layer. Selain itu, kinerja algoritma juga tidak stabil dikarenakan nilai random dari pembobotannya tersebut.

## Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah, maka pada penelitian ini dibuat rumusan masalah *Research Question* (RQ) adalah bagaimana pengaruh penerapan pembobotan input menggunakan RBM untuk menangani inisialisasi pembobotan terhadap akurasi algoritma ELM?

## Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan metode pembobotan menggunakan RBM untuk menangani inisialisasi pembobotan input pada algoritma ELM sehingga diharapkan dapat meningkatkan hasil akurasi.

## Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan setelah tujuan tercapai dan rumusan masalah terpecahkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi baru dalam pembobotan input menggunakan RBM sehingga terjadi peningkatan kinerja algoritma ELM
2. Memberikan alternatif *parameter tunning* untuk algoritma ELM yaitu pada pembobotan input dengan algoritma RBM sehingga dapat menghasilkan kinerja yang lebih baik
3. dan lain-lain.

## Sistematika Penulisan

Pada tesis ini akan dibagi menjadi lima bab dan setiap bab akan dibagi lagi menjadi beberapa subbab sesuai topik yang dibahas. Sistematika pada penulisan ini adalah:

Bab 1 Pendahuluan

Pada bab ini berisi uraian tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini membahas tinjauan studi yang berisi metode untuk menangani pembobotan input pada algoritma ELM.

Bab 3 Metode Penelitian

Pada bab ini menyajikan tahapan penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian ini, analisa masalah dan tinjauan pustaka, dst

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Pembahasan mengenai hasil penelitian akan dibahas di bab ini.

Bab 5 Penutup

# BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

## Pendahuluan

Tinjauan pustakan dilakukan untuk mengetahui *state-of-the-arts* dari algoritma *extreme learning machine* (ELM) yang berfokus pada inisialisasi pembobotan input. Wahono(Wahono, 2015) dijadikan sebagai inspirasi untuk melakukan metode review, sumber literatur, gaya dan perumusan pertanyaan pada bab ini.

## Metode Review

Menurut Kitchenham(Kitchenham & Charters, 2007), *Systematic Literature Review* (SLR) atau sering juga disebut sebagai *systematic review* adalah proses mengidentifikasi, mengevaluasi dan menginterpretasikan semua temuan penelitian yang relevan. Masih menurut Kitchenham (Kitchenham & Charters, 2007), alasan perlu dilakukannya review yaitu:

1. Untuk merangkum temuan yang ada atas kaitannya dengan fokus penelitian
2. Untuk mengidentifikasikan *research gap* supaya dapat memberikan usulan untuk investigasi lebih lanjut
3. Supaya penelitian yang baru memiliki landasan yang sesuai.
4. Untuk menguji temuan hasil SLR apakah sesuai dengan teori/hipotesis atau bahkan untuk menguji teori/hipotesis yang baru.

Adapun untuk pendekatan pada tulisan ini, dalam melakukan review terhadap pembobotan input ELM mengikuti Wahono(Wahono, 2015) yang ditunjukan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tahapan SLR

### Pertanyaan Penelitian

Mengacu kepada (Wahono, 2015), pertanyaan yang muncul dalam penelitian atau sering disebut RQ *(research question)* ini perlu dispesifikasikan supaya review menjadi fokus. Hal ini dibantu dengan teknik yang biasa disebut sebagai *Population, Intervention, Comparison, Outcomes,* and *Context* (PICOC). Tabel 2.1 menunjukan struktur PICOC untuk RQ*.*

Tabel 2.1 PICOC

|  |  |
| --- | --- |
| *Population* | *Extreme Learning Machine* |
| *Intervention* | Pembobotan input |
| *Comparison* | n/a |
| *Outcomes* | Kinerja Algoritma *Extreme Learning Machine* |

Tabel 2.2 berikut menampilkan daftar RQ dan motivasinya.

Tabel 2.2 RQ dan Motivasi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ID** | ***Research Question*** | ***Motivation*** |
| RQ1 | Jurnal penelitian apa saja yang sering menerbitkan paper tentang pembobotan input pada algoritma ELM | Mengidentifikasikan jurnal yang sering menerbitkan paper tentang pembobotan input pada algoritma ELM |
| RQ2 | Siapa saja peneliti yang aktif dalam melakukan penelitian tentang pembobotan input pada algoritma ELM | Mengidentifikasi peneliti yang aktif melakukan penelitian tentang pembobotan input pada algoritma ELM |
| RQ3 | Dataset apa saja yang digunakan dalam pembobotan input pada algoritma ELM | Mengidentifikasi dataset yang sering digunakan dalam pembobotan input pada algoritma ELM |
| RQ4 | Algoritma apa saja yang berkontribusi dalam pembobotan input pada algoritma ELM | Mengidentifikasikan algoritma dalam paper yang berkontribusi dalam pembobotan input pada algoritma ELM |
| RQ5 | Teknik evaluasi apa saja yang digunakan dalam penelitian pembobotan input pada ELM | Mengidentifikasi teknik evaluasi yang digunakan dalam penelitian pembobotan input pada algoritma ELM |
| RQ6 | Topik penelitian apa yang dipilih dalam pembobotan input pada algoritma ELM | Mengidentifikasi topik penelitian dalam pembobotan input pada algoritma ELM |

RQ3 dan RQ4 akan terjawab dengan cara mengekstraksi sumber studi utama yakni jurnal yang diperoleh. Sumber studi utama itu kemudian dianalisa untuk menentukan mana yang termasuk dan mana yang tidak termasuk. Pertanyaan-pertanyaan utama dalam penelitian terdapat pada di RQ3, dan RQ4. Sedangkan RQ1, RQ2, dan RQ6 digunakan untuk mengevaluasi konteks dari studi utama sekaligus memberikan sinopsis. Untuk memberikan gambaran tentang evaluasi dari kinerja atas teknik-teknik pembobotan input pada algoritma ELM terdapat pada RQ5.

Tujuan utama dari SLR ini untuk mengidentifikasi teknik yang digunakan, dataset, serta evaluasi dalam pembobotan input pada algoritma ELM*.* Hal ini sebagaimana ditunjukan dalam sebuah *mind map* di Gambar 2.2



Gambar 2.2 Mind map SLR Pembobotan Input pada Algoritma ELM

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah, maka pada penelitian ini dibuat rumusan masalah *Research Question*(RQ). RQ tersebut adalah bagaimana pengaruh penerapan pembobotan input menggunakan RBM untuk menangani inisialisasi pembobotan terhadap akurasi algoritma ELM?

### Strategi Pencarian

Proses pencarian jurnal yang sesuai dengan teknik pembobotan input pada algoritma ELM(Gambar 2.1: langkah ke 4) terdiri atas beberapa aktivitas(Wahono, 2015). Adapun berikut adalah sumber pencarian literatur yang digunakan:

* IEEE (*ieeexplore.ieee.org*)
* Elsevier (*sciencedirect.com*)
* SpringerLink (*link.springer.com*)

Sedangkan *string* pencarian dirancang sebagai berikut:

1. Pengidentifikasian *term* pencarian dari PICOC, terutama dari Populasi dan Interfensi.
2. Pengidentifikasian *term* pencarian dari *research question*
3. Pengidentifikasian *term* pencarian dengan mengacu pada judul, abstrak, serta kata kunci.
4. Pengidentifikasian sinonim, ejaan alternative dari *term* pencarian
5. Pembuatan *string* pencarian dengan menggunakan istilah penelusuran teridentifikasi, *Boolean ANDs* dan *ORs*.

Adapun berikut adalah *string* pencarian yang digunakan:

*(Document Title:"extreme learning machine" AND (Abstract:"weight\*" OR Abstract:"initializ\*" OR Abstract:"orthogonal\*" OR Abstract:"representational learning” OR Abstract:"feature representation” OR Abstract:"optimiz\*" OR Abstract:"PSO")*

Pada pelaksanaannya, pencarian dibatasi dari publikasi yang terbit pada Janurai 2010 hingga Februari 2018. Publikasi yang dimaksud hanya mencari jurnal. Jurnal yang dicari hanya jurnal yang ditulis dalam bahasa inggris.

### Seleksi Pencarian

Wahono(Wahono, 2015), menjadi rujukan untuk menseleksi jurnal mana yang terkait. Kriteria ini ditunjukan pada Tabel. 2.3

Tabel 2.3 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

|  |  |
| --- | --- |
| Inklusi | Eksklusi |
| Studi di industri ataupun akademik | Studi yang tidak lengkap ataupun selain dalam konteks pembobotan input pada algoritma ELM |
| Studi diskusi ataupun pembandingan kinerja ELM pada pembobotan input | Studi bukan dalam bahasa inggris |
| Studi dalam bentuk jurnal |  |
| Untuk studi tentang pembotan input yang ada duplikasi, hanya yang paling lengkap (metode, dataset, tahapan penelitian, hasil penelitian, evaluasi) dan terbaru yang akan disertakan |  |

Untuk mempermudah pengelolaan penyimpanan hasil pencarian, maka *software package* Mendeley (*http://mendeley.com*) digunakan. Gambar 2.3 berikut ini merupakan detail proses pencarian dan jumlah sumber studi yang teridentifikasi pada tiap fase.



Gambar 2.3 Pencarian dan Seleksi Atas Studi Utama

### Ekstraksi Data

Berikut ini adalah ekstraksi untuk mengumpulkan data yang berkontribusi untuk memetakan fokus *Research Question* dalam review ini.

Tabel 2.4 *Data Extraction Properties Mapped to* RQ

|  |  |
| --- | --- |
| **Property** | **Research Question** |
| Peneliti dan Publikasi | RQ1, RQ2 |
| Dataset yang Digunakan | RQ3 |
| Algoritma Pembobotan di ELM | RQ4 |
| Evaluasi Kinerja ELM | RQ5 |
| Trend Penelitian dan Topik | RQ6 |

### Penilaian Kualitas Penelitian dan Sintesis Data

Sebagaimana digambarkan pada Gambar 2.1: langkah 8, penilaian kualitas dilakukan dengan cara mengintepretasi data yang ditemukan serta menentukan seberapa besar pengaruhnya terhadap kesimpulan. Dengan ini, maka pertanyaan penelitian akan terjawab seiring dengan terkumpulkannya bukti dari studi yang dipilih. Jika bukti yang ditemukan sedikit, tetapi ada agregasinya maka bukti itu akan menjadi lebih kuat.

Cakupan data yang diektrasi dalam review mencakup data kuantitatif dan kualitatif. Strategi merangkum menggunakan metode narasi. Data ditabulasikan dengan cara yang sesuai dengan pertanyaan. Sedangkan untuk mempermudah penyajian metode pembobotan input pada algoritma ELM maka digunakan beberapa alat visualisasi, termasuk diagram batang, diagram lingkaran, dan tabel.

Adapun tujuan dari review ini adalah untuk menganalisis studi tentang pembobotan input pada *extreme learning machine*. Akan tetapi, karena mengacu kepada Jorgensen (Jorgensen & Shepperd, 2007) maka review ini hanya mengambil studi utama dari jurnal untuk tinjauan literatur yang sistematis. Dengan demikian, maka review ini mengabaikan adanya bias yang disebabkan karena pencarian tidak didasarkan pada pembacaan manual atas judul semua dokumen dan abstrak yang diterbitkan di jurnal dalam memilih penelitian. Hal ini menyebabkan kemungkinan adanya beberapa dokumen dari jurnal yang tidak diambil.

## Hasil Penelitian

### Publikasi Jurnal Ilmiah

Dalam kajian literatur ini, [ON PROGRESS REVIEW] studi utama yang menganalisis pembobotan input pada algoritma ELM disertakan. Distribusi dalam rentang tahun disajikan untuk menunjukkan bagaimana minat terhadap pembobotan input pada *extreme learning machine* telah berubah dari waktu ke waktu. Gambaran singkat dari studi distribusi selama bertahun-tahun ditunjukkan pada Gambar 2.4. Penelitian lebih banyak dipublikasikan sejak tahun 2010 yang mengindikasikan bahwa studi yang lebih kontemporer dan relevan disertakan. Gambar 2.4 juga menunjukkan bahwa bidang penelitian pembobotan input algoritma ELM ini masih sangat relevan saat ini.

[ON PROGRESS SLR]

Gambar 2.4 Distribusi Studi Terpilih dalam Rentang Tahun

Pada gambar 2.5 berikut menampilkan statistik yang paling penting dari studi utama yang dipilih, jurnal pembobotan input algoritma ELM. Perhatikan bahwa studi yang bersumber pada konferensi tidak termasuk dalam grafik ini.

[ON PROGRESS SLR]

Gambar 2.5Distribusi Publikasi Jurnal

Tabel 2.5 menunjukkan nilai *Scimago Journal Rank (*SJR*)* dan kategori Q (Q1-Q4) dari jurnal pembobotan pada input algoritma *ELM* yang paling penting. Publikasi jurnal diurutkan sesuai dengan nilai SJR.

Tabel 2.5 Scimago Journal Rank (SJR) dari Studi Terpilih

[ON PROGRESS SLR]

### Peneliti yang Paling Aktif dan Berpengaruh

Dari studi utama yang dipilih, peneliti yang memberikan kontribusi sangat baik dan yang sangat aktif di bidang penelitian pembobotan input di *extreme learning machine* diselidiki dan diidentifikasi. Gambar 2.6 menunjukkan peneliti yang paling aktif dan berpengaruh dalam bidang pembobotan input di *extreme learning machine*. Para peneliti terdaftar sesuai dengan jumlah penelitian yang termasuk dalam studi utama. Perlu dicatat bahwa [Peneliti X], [Peneliti Y], [Penelity Z] adalah peneliti aktif mengenai pembobotan input pada algoritma *Extreme Learning Machine.*

[ON PROGRESS SLR]

Gambar 2.6 Peneliti Aktif dan Berpengaruh

### Topik Penelitian dalam Bidang *Extreme Learning Machine*

Analisis studi primer yang dipilih menunjukkan bahwa pembobotan input pada algoritma ELM saat ini berfokus pada 3 topik:

* 1. Klasifikasi
  2. Prediksi
  3. Regresi

[ON PROGRESS SLR]

Gambar 2.7 Distribusi Topik Penelitian

### Dataset yang Sering Digunakan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa dataset yang sering digunakan adalah 11 dataset pada penelitianELM-RO(W. Wang & Liu, 2017) dan dataset yang digunakan pada penelitian ELM-AE(Kasun et al., 2013)yaitu dataset MNIST.

[ON PROGRESS SLR]

Gambar 2.8 Total Distribusi Dataset

[ON PROGRESS SLR]

Gambar 2.9 Distribusi Sifat Dataset

### Metode yang Pernah Digunakan untuk Pembobotan di ELM

Banyak penelitian yang telah dilakukan dalam upaya peningkatkan kinerja algoritma ELM. Dari penelitian yang telah dilakukan itu, ada 2 pendekatan yang digunakan yaitu pendekatan *feature mapping* dan inisialisasi pembobotan input. Penelitian yang berfokus pada *feature mapping* adalah K-ELM(Guang-Bin Huang et al., 2012), PCA-ELM(Castaño et al., 2013), PL-ELM(Henríquez & Ruz, 2017), ELM-AE(Kasun et al., 2013), dan GELM-AE(Sun, Zhang, Zhang, & Hu, 2017). Sedangkan penelitian sebelumnya yang menggunakan pendekatan pembobotan input adalah: IPSO-ELM(Han, Yao, & Ling, 2013), LDS-ELM(Cervellera & Macciò, 2016), dan ELM-RO(W. Wang & Liu, 2017)

### Metode Terbaik Sebelumnya untuk Peningkatan Kinerja ELM

Pendekatan yang digunakan dalam upaya peningkatan kinerja algoritm ELM terdiri atas pendekatan *feature mapping* dan pendekatan pembobotan input. Dari metode pendekatan *feature mapping* yang berhasil dirangkum yaitu ELM-AE(Kasun et al., 2013). Sedangkan metode ELM-RO(W. Wang & Liu, 2017) merupakanpendekatan pembobotan input terbaik yang berhasil diketahui.

1. ELM-AE

Gambar 2.1.a ELM-Autoencoder

Gambar 2.1.b Autoencoder

1. ELM-RO



Gambar 2.2.a ELM-Random Orthogonal



Gambar 2.2.b Ramdom Orthogonal

## Daftar Referensi *Systematic Literature Review*

[ON PROGRESS SLR]

# BAB 3 METODE PENELITIAN

## Perancangan Penelitian

Penelitian untuk pembobotan input pada algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM) dilakukan menggunakan komputer dengan sistem operasi Linux Ubuntu versi 16 64bit, dengan RAM 12Giga dengan tools dari *scikit, anaconda,* dan *tensorflow*. Semua *tools*tersebut merupakan*open source library* berbahasa pemrograman python yang diciptakan khusus untuk membantu pekerjaan para peneliti dalam *machine learning.* Adapun perancangan tahapan dan aktivitas penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel3.1

Tabel 3.1 Tahapan dan Aktivitas Penelitian

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Tahapan | Aktivitas | BAB |
| 1 | Analisis Masalah dan Tinjauan Pustaka | Mengidentifikasi masalah yang ada pada topik pembobotan input algoritma ELM | I |
|  |  | Mengidentifikasi dan mengevaluasi metode – metode yang pernah diusulkan untuk topik pembobotan input algoritma ELM | II |
| 2 | Pengumpulan Dataset | Mengidentifikasi dan mengevaluasi dataset yang digunakan | III |
| 3 | Motode yang Diusulkan | Merancang dan mengusulkan metode untuk menangani masalah pembobotan input | III |
| 4 | Eksperimen dan Pengujian Metode | Melakukan eksperimen dan ujicoba dari metode yang sudah ada dan metode yang diusulkan | IV |
| 5 | Evaluasi dan Validasi Hasil | Melakukan evaluasi dan validasi hasil dari metode yang sudah ada dan metode yang diusulkan | IV |

## Analisis Masalah dan Tinjauan Pustaka

Kitchenham(Kitchenham & Charters, 2007) mendefinisikan *Systematic Literature Review* (SLR)sebagai sebuah proses untuk identifikasi, menilai, dan menginterpretasikan dari semua penelitian dengan tujuan untuk menjawab dari pertanyaan penelitian tertentu.Proses SLR dapat dilihat padaTabel4.1 yang menjelaskan bahwa pada penelitian ini akan mencoba untuk mereview beberapa publikasi penelitian sebagai langkah awal. Metode-metode yang sudah pernah diusulkan untuk pembobotan input pada algoritma ELMjuga diidentifikasi berdasarkan SLR. Hasil dari SLR initelah dijelaskan pada Bab 2.

Hasil dari SLRpada Bab 2 dirangkum metode-metode yang sudah pernah diusulkan oleh para peneliti untuk topik pembobotan input. Dari rangkuman tersebut dapat diidentifikasi kelebihan dan kekurangan pada metode yang sudah pernah diusulkan yang pada akhirnya dijadikan landasan permasalahan dan menjadi dasar untuk membuat metode usulan yang akan digunakan pada penelitian ini.

## Pengumpulan Dataset

Penelitian ini menggunakan dataset dari UCI. Penggunaan dataset dari UCI ini mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya terutama dataset yang digunakan untuk penelitian pada kasus klasifikasi dan algoritma ELM. Adapun dataset dari UCI yang dipilih adalah3 dataset pada penelitian ELM-RO(W. Wang & Liu, 2017)dan dataset MNIST yang digunakan pada penelitian ELM-AE(Kasun et al., 2013) serta beberapa dataset yang biasa digunakan untuk klasifikasi.

Adapun berikut adalah daftar dataset tersebut beserta deskripsinya terlihat pada tabel :

Tabel 3.2 Informasi Dataset

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Nama | #Data | #Fitur | *#Kelas* |
| 1 | MNIST | 60000 | 784 | 10 |
| 2 | Gisette | 3500 | 5000 | 10 |
| 3 | Sonar | 207 | 60 | 2 |
| 4 | Primary Tumor | 339 | 17 | 21 |
| 5 | ...On progress |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

## Metode yang Diusulkan

Metode yang diusulkan dalam penelitian ini adalah penerapan algoritma *Restricted Boltman Machine* (RBM) untuk pembobotan input pada algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM).

## Eksperimen dan Pengujian Metode

Berikut ini adalah tahapan eksperimen dan pengujian metode penerapan algoritma RBM untuk pembobotan input pada algoritma ELM.

1. Menyiapkan dataset
2. Membagi dataset kedalam training dan testing
3. Melakukan pengujian dengan pembobotan input\*
4. Mengukur akurasi

\*Pembobotan input yang dimaksud berturut-turut adalah dengan menggunakan teknik r*andom, random orthogonal, autoencoder* (AE)sertaRBM*.*

## Evaluasi dan Validasi Hasil

Berdasarkan tinjuan pustaka yang telah dilakukan maka evaluasi akan menggunakan Akurasi.

### Evaluasi Hasil

1. Accuracy

Salah satu indikator yang dipakai dalam penelitian untuk mengukur performa dari metode yang diusulkan merupakan definisi dari *Accuracy.* Nilai *accuracy* dihitung dengan pengambilan persentase prediksi yang benar dari keseluruhan data merupakan cara untuk menghitung nilai akurasi. Hasil di mana kelas hasil prediksi adalah sama dengan kelas dari data itulah merupakan prediksi yang tepat.

1. x

xy

### Validasi Hasil

Pada penelitian ini akan menggunakan metode validasi *10-fold cross validation.* Metode validasi ini akan membagi dataset menjadi 10 bagian yang sama dan proses pembelajaran akan berjalan 10 kali.

# BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

(*Sengaja dikosongkan)*

# BAB 5 KESIMPULAN

(*Sengaja dikosongkan)*

# REFERENSI

Castaño, A., Fernández-Navarro, F., & Hervás-Martínez, C. (2013). PCA-ELM: A robust and pruned extreme learning machine approach based on principal component analysis. *Neural Processing Letters*, *37*(3), 377–392. https://doi.org/10.1007/s11063-012-9253-x

Cervellera, C., & Macciò, D. (2016). Low-Discrepancy Points for Deterministic Assignment of Hidden Weights in Extreme Learning Machines. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, *27*(4), 891–896. https://doi.org/10.1109/TNNLS.2015.2424999

Guang-Bin Huang, Hongming Zhou, Xiaojian Ding, & Rui Zhang. (2012). Extreme Learning Machine for Regression and Multiclass Classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, *42*(2), 513–529. https://doi.org/10.1109/TSMCB.2011.2168604

Han, F., Yao, H. F., & Ling, Q. H. (2013). An improved evolutionary extreme learning machine based on particle swarm optimization. *Neurocomputing*, *116*, 87–93. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2011.12.062

Henríquez, P. A., & Ruz, G. A. (2017). Extreme learning machine with a deterministic assignment of hidden weights in two parallel layers. *Neurocomputing*, *226*, 109–116. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.11.040

Huang, G. Bin, Zhu, Q. Y., & Siew, C. K. (2006). Extreme learning machine: Theory and applications. *Neurocomputing*, *70*(1–3), 489–501. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2005.12.126

Huang, G., Zhu, Q., & Siew, C. (2004). Extreme Learning Machine : A New Learning Scheme of Feedforward Neural Networks. *IEEE International Joint Conference on Neural Networks*, *2*, 985–990. https://doi.org/10.1109/IJCNN.2004.1380068

Hussain, T., Siniscalchi, S. M., Lee, C., Wang, S., Tsao, Y., & Liao, W. (2017). Experimental Study on Extreme Learning Machine Applications for Speech Enhancement. *IEEE Access*, *5*, 1–13. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2766675

Jorgensen, M., & Shepperd, M. J. (2007). A Systematic Review of Software Development Cost Estimation Studies. *IEEE Transactions on Software Engineering*, *33*(1), 33–53. https://doi.org/10.1109/TSE.2007.256943

Kasun, L. L. C., Zhou, H., Huang, G., & Vong, C. (2013). Representational Learning with Extreme Learning Machine for Big Data. *IEEE Intelligent System*, (4), 1–4. https://doi.org/10.1109/MIS.2013.140

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering Version 2.3. *Engineering*, *45*(4ve), 1051. https://doi.org/10.1145/1134285.1134500

Sun, K., Zhang, J., Zhang, C., & Hu, J. (2017). Generalized extreme learning machine autoencoder and a new deep neural network. *Neurocomputing*, *230*, 374–381. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.12.027

Tissera, M. D., & McDonnell, M. D. (2016). Deep extreme learning machines: Supervised autoencoding architecture for classification. *Neurocomputing*, *174*, 42–49. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.03.110

Wahono, R. S. (2015a). A Systematic Literature Review of Software Defect Prediction : Research Trends , Datasets , Methods and Frameworks. *Journal of Software Engineering*, *1*(1), 1–16.

Wahono, R. S. (2015b). A Systematic Literature Review of Software Defect Prediction : Research Trends , Datasets , Methods and Frameworks. *Journal of Software Engineering*, *1*(1), 1–16. https://doi.org/2356-3974

Wang, D., Wang, P., & Ji, Y. (2015). An oscillation bound of the generalization performance of extreme learning machine and corresponding analysis. *Neurocomputing*, *151*(P2), 883–890. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2014.10.006

Wang, W., & Liu, X. (2017). The selection of input weights of extreme learning machine: A sample structure preserving point of view. *Neurocomputing*, *261*, 28–36. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.06.079

Wang, Y., Cao, F., & Yuan, Y. (2011). A study on effectiveness of extreme learning machine. *Neurocomputing*, *74*(16), 2483–2490. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2010.11.030

….on progress.