KLASIFIKASI CEDERA PANGGUL MENGGUNAKAN METODE *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM) *MODIFIED*

SKRIPSI

Disusun Oleh

SITI NUR AISAH

H02219018

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	SITI NUR AISAH
NIM	:	H02219018
Program Studi	:	Matematika
Angkatan	:	2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "KLASIFIKASI CEDERA PANGGUL MENGGUNAKAN METODE *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM) *MODIFIED*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 1 Februari 2023

Yang menyatakan,

SITI NUR AISAH

NIM. H02219018

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama	:	SITI NUR AISAH
NIM	:	H02219018
Judul skripsi	:	KLASIFIKASI CEDERA PANGGUL MENGGUNAKAN METODE *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM) *MODIFIED*

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I	Pembimbing II
Dian Candra Rini Novitasari, M. Kom	Yuniar Farida, M.T
NIP. 198511242014032001	NIP. 197905272014032002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya

Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama	:	SITI NUR AISAH
NIM	:	H02219018
Judul Skripsi	:	KLASIFIKASI CEDERA PANGGUL MENGGUNAKAN METODE *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM) *MODIFIED*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 1 Februari 2023

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I	Penguji II
Nurissaidah Ulinnuha, M. Kom	Ahmad Hanif Asyhar, M. Si
NIP. 199011022014032004	NIP. 198601232014031001
Penguji III	Penguji IV
Dian Candra Rini Novitasari, M. Kom	Yuniar Farida, M.T
NIP. 198511242014032001	NIP. 197905272014032002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Siti Nur Aisah
NIM : H02219018
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika
E-mail address : H02219018@student.uinsby.ac.id

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (……)
yang berjudul :
KLASIFIKASI PENYAKIT CEDERA PANGGUL MENGGUNAKAN METODE *EXTREME LEARNING MACHINE MODIFIED*

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 01 Maret 2023

Penulis

(Siti Nur Aisah)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

KLASIFIKASI CEDERA PANGGUL MENGGUNAKAN METODE *EXTREME LEARNING MACHINE* (ELM) *MODIFIED*

Cedera panggul adalah sebuah peradangan bursa yang ada di trochater mayor (ujung tulang panggul). Cedera panggul biasanya disebabkan oleh *trokanter* atau *Bursitis*. *Bursitis* adalah suatu kondisi di mana bursa (kantung berisi cairan) menjadi meradang, menghasilkan kelebihan cairan sinovial dan meningkatkan tekanan pada bursa. Untuk mengetahui penyakit tersebut perlu dilakukan tes berupa citra seperti MRI, *X-ray* yang digunakan untuk mendapatkan kondisi visual dari tulang belakang. Dari hasil citra tersebut kemudian diukur menggunakan scoliometer atau inclinometer untuk mengetahui variabel-variabelnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi penyakit cedera panggul menggunakan Extreme Learning Machine (ELM) modifikasi kernel atau Kernel Extreme Learning Machine (KELM). Penelitian ini menggunakan data numerik dari dari kondisi visual tulang belakang diantaranya *Pelvic Tilt, Pelvic Incidence, Sacral Slope, Lordosis Angle, Pelvic Radius,* dan *Degree of Spondylolithesis* dengan banyak data *hernia* 60, *Spondilolythesis* 150, dan normal 100. Tahapan yang dilakukan yaitu input data, kemudian pre-processing menggunakan normalisasi *Z-score*. Setelah itu klasifikasi dengan pembagian data menggunakan *K-fold cross validation* dimana nilai *K-fold* 5 dan 10. Metode yang digunakan yaitu KELM dengan uji coba yaitu nilai koefisien regulasi (C) dan fungsi kernel. Kemudian dievaluasi menggunakan *confussion matrix*. Hasil uji coba terbaik yaitu dengan *K-fold* = 10, nilai koefisien regulasi (C) = 10, dan Fungsi kernel Linear. Nilai akurasi, sensitivitas dan spesifitas yaitu 90.25%, 88.66%, dan 92.22%.

Kata kunci: *Hernia*, *Spondylolithesis*, Cedera Panggul, *Extrem Learning Machine*(ELM)

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

ABSTRACT

CLASSIFICATION OF HIP INJURY USING THE EXTREME LEARNING MACHINE (ELM) MODIFIED METHOD

A hip injury is an inflammation of the bursa at the greater trochater (end of the pelvic bone). Hip injuries are usually caused by a trochanter or bursitis. Bursitis is a condition in which the bursa (fluid-filled sac) becomes inflamed, producing excess synovial fluid and increasing pressure on the bursa. To find out the disease, it is necessary to carry out tests in the form of images such as MRI, X-ray which are used to obtain a visual condition of the spine. From the results of the image, it is then measured using a scoliometer or inclinometer to find out the variables. This study aims to classify hip injury using a kernel modified Extreme Learning Machine (ELM) or the Kernel Extreme Learning Machine (KELM). This study uses numerical data from the visual conditions of the spine including Pelvic Tilt, Pelvic Incidence, Sacral Slope, Lordosis Angle, Pelvic Radius, and Degree of Spondylolithesis with lots of hernia data 60, Spondylolythesis 150, and normal 100. The steps taken are data input , then pre-processing using Z-score normalization. After that, the classification by dividing the data uses K-fold cross validation where the value of K-fold 5 and 10. The method used is KELM with trials, namely the value of the regulatory coefficient (C) and the kernel function. Then evaluated using confusion matrix. The best test results are with K-fold 10, the value of the regulation coefficient (C) = 10, and the Linear kernel function. Accuracy, sensitivity and specificity values are 90.25%, 88.66% and 92.22%.

Keywords: Hernia, Spondylolithesis, Pelvic Injury, Extrem Learning Machine (ELM)

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING ii

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI iii

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR viii

ABSTRAK ix

ABSTRACT x

I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang Masalah 1

1.2. Rumusan Masalah 6

1.3. Tujuan Penelitian 7

1.4. Manfaat Penelitian 7

1.5. Batasan Masalah 8

1.6. Sistematika Penulisan 8

II TINJAUAN PUSTAKA 10

2.1. Cedera Panggul 10

2.2. Normalisasi 16

2.3. *K-fold Cross Validasion* 17

2.4. *Extreme Learning Machine* (ELM) 18

2.5. *ELM Modified* 23

2.6. *Confussion Matrix* 26

2.7. Integrasi Keislaman 29

III METODE PENELITIAN 33

3.1. Jenis Penelitian 33

3.2. Sumber Data 33

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

3.3. Tahapan Penelitian 34
3.3.1. Langkah pertama : Dataset 35
3.3.2. Langkah kedua : *Pre-prosesing* 35
3.3.3. Langkah ketiga : Klasifikasi 36
3.3.4. Langkah 4 : Evaluasi Hasil 39
IV HASIL DAN PEMBAHASAN 40
4.1. *Preprocessing* 40
4.1.1. Nomalisasi Z-Score 40
4.2. Klasifikasi 47
4.2.1. *Training* 48
4.2.2. Testing 59
4.3. Evaluasi 68
4.4. Aplikasi Klasifikasi Cedera Panggul 76
4.5. Integrasi Keilmuan 78
V PENUTUP 81
5.1. Kesimpulan 81
5.2. Saran 82
DAFTAR PUSTAKA 82

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

DAFTAR TABEL

2.1 Parameter Diagnosis 15

3.1 Sampel Data 34

4.1 Data Asli 41

4.2 Data Hasil Normalisasi 42

4.3 Hasil Evaluasi 71

4.4 Hasil Uji coba K=5 72

4.5 Hasil Uji coba K=10 73

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

DAFTAR GAMBAR

2.1 Cedera Panggul 11
2.2 Tulang Pasien Hernia 12
2.3 Tulang Pasien *Spondylolithesis* 13
2.4 Aspek Diagnosis Hernia dan Spondylolithesis 14
2.5 *K-Fold Cros Validation* 17
2.6 Arsitektur ELM 18
2.7 *Confussion Matrix* 27

3.1 Diagram Alir 35
3.2 Diagram Alir Proses *Training* 37
3.3 Diagram Alir Proses *Testing* 38

4.1 Visualisasi variabel *Pelvic Tilt* 43
4.2 Visualisasi variabel *Pelvic Insiden* 44
4.3 Visualisasi variabel *Lordisis Angle* 44
4.4 Visualisasi variabel *Sacral Slope* 45
4.5 Visualisasi variabel *Pelvic Radius* 46
4.6 Visualisasi variabel *Deegre of Spondylolisthesis* 46
4.7 Hasil Confussion Matriks 69
4.8 Perbandingan Akurasi berdasarkan pembagian data 74
4.9 Perbandingan Akurasi berdasarkan nilai Koefisien Regulasi 74
4.10 Perbandingan Akurasi berdasarkan jenis kernel 75
4.11 Halaman Aplikasi 76
4.12 Pengisian data aplikasi 77
4.13 Hasil keluaran aplikasi 77

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kesehatan merupakan salah satu aset yang sangat berharga dan harus dijaga agar seseorang dapat melakukan aktivitas tanpa adanya sebuah hambatan. Menurut WHO, sehat merupakan kondisi tubuh yang sehat baik secara fisik, mental maupun sosial secara keseluruhan, bukan hanya tidak terjangkit penyakit maupun mengalami cacat. Dominan dari masyarakat saat ini sibuk dengan urusan pribadi sehingga lupa dengan kesehatan pribadinya. Menjaga kesehatan dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun ketika seseorang tidak mempunyai kesibukan (Ekstrand et al., 2022). Oleh karena itu jangan mengesampingkan kesehatan dan manfaatkan waktu yang ada, sesuai dengan riwayat hadist berikut:

حَدَّثَنَا الْمَكِّيُّ بْنُ إِبْرَاهِيمَ: أَخْبَرَنَا عَبْدُ اللهِ بْنُ سَعِيدٍ، هُوَ ابْنُ أَبِي هِنْدٍ، عَنْ أَبِيهِ، عَنِ ابْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللهُ عَنْهُمَا قَالَ: قَالَ النَّبِيُّ ﷺ: (نِعْمَتَانِ مَغْبُونٌ فِيهِمَا كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ: الصِّحَّةُ وَالْفَرَاغُ). قَالَ عَبَّاسٌ الْعَنْبَرِيُّ: حَدَّثَنَا صَفْوَانُ بْنُ عِيسَى، عَنْ عَبْدِ اللهِ بْنِ سَعِيدِ بْنِ أَبِي هِنْدٍ، عَنْ أَبِيهِ: سَمِعْتُ ابْنَ عَبَّاسٍ، عَنِ النَّبِيِّ ﷺ: مِثْلَهُ

artinya: ”Dari Al Makky bin Ibrahim dari Abdullah bin Sa’id (Abu Hind) dari ayahnya Ibn ’Abbas Radhiallahu ’anhuma Rasulullah bersabda ”Ada dua kenikmatan yang banyak manusi tertipu, yaitu nikmat sehat dan waktu senggang””. (HR. Bukhari no.6412 dari Ibnu ’Abbas)

Dari hadist HR. Bukhari no. 6412 menjelaskan bahwa Allah telah menurutkan 2 nikmat yang membuat manusia tertipu yakni nikmat sehat dan

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

nikmat waktu. Banyak manusia yang diberi nikmat sehat dan waktu senggang mereka gunakan untuk melakukan kegiatan maksiat, sementara masih banyak orang yang melakukan kegiatan bermanfaat tetapi tak mampu melakukannya karena sakit. Kondisi tubuh jika kurang aktivitas atau olahraga akan menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Oleh sebab itu, umat islam diwajibkan untuk menjaga diri sesuai firman Allah surat Al-baqarah ayat 195 yang berbunyi:

وَاَنْفِقُوْا فِيْ سَبِيْلِ اللّٰهِ وَلَا تُلْقُوْا بِاَيْدِيْكُمْ اِلَى التَّهْلُكَةِ ۛ وَاَحْسِنُوْا ۛ اِنَّ اللّٰهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِيْنَ

artinya: ”Berinfaklah di jalan Allah, janganlah jerumuskan dirimu ke dalam kebinasaan, dan berbuat baiklah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik”. (QS. Al-Baqarah ayat 195)

Ayat Al-quran tersebut menjelaskan bahwa Allah menganjurkan kita untuk menggunakan hartanya dalam ketaatan kepada Allah seperti sedekah dan lain lain. Serta, Allah SWT mengharamkan umatnya yang menjerumuskan dirinya sendiri menuju kebinasaan/kematian. Saat ini banyak umat Allah yang melakukan kegiatan-kegiatan yang tidak bermanfaat serta membahayakan diri sendiri seperti aktivitas yang berlebihan tanpa disertai olahraga yang cukup, mengangkat beban yang berlebihan, serta kurangnya hati-hati dalam berjalan yang mengakibatkan jatuh. Hal tersebut, memicu rasa nyeri pada punggung bawah akibat adanya gangguan pada tulang belakang dan tulang panggul. Menurut penelitian Soniya dkk pada negara-negara industri nyeri punggung bawah terjadi berkisar 15% hingga 45% per tahunnya (Vetal et al., 2021). Nyeri punggung bawah merupakan sebuah masalah kesehatan yang umum terjadi diseluruh dunia dan termasuk penyebab utama kecacatan. Rasa nyeri ini disebabkan akibat terjadinya gangguan pada anatomi panggul karena berbagai macam faktor.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Gangguan atau penyakit yang terjadi pada tulang panggul contohnya yaitu *Hernia* (Zuhair, 2021). Pada penelitian Wahyu dkk yang dikutip dari WHO *(World Health Organization)* pada negara berkembang seperti negara Indonesia penderita nyeri punggung khususnya karena *Hernia* pertahunnya meningkat sekitar 3.950 penderita. Di Indonesia sendiri pada tahun 2016 *Hernia* menduduki peringkat kedelapan penyakit terbanyak dengan jumlah kasus 292.145 (Samudera et al.). Selain *Hernia* ganguan atau penyakit yang terjadi pada tulang panggul juga disebabkan karena menderita penyakit *Spondylolithesis* (Zuhair, 2021). *Hernia* terjadi ketika terdapat kelainan pada penghubung antar tulang yang mengakibatkan nyeri pada punggung bawah. *Hernia* yang parah dapat mempengaruhi saraf tulang belakang, yang mengakibatkan gangguan pada aktivitas saraf terutama pada tubuh bagian bawah seperti paha, kaki, dan lain-lain. Sedangkan *Spondylolithesis* merupakan tulang belakang yang salah satu ruasnya bergeser. Cedera ini disebabkan karena penuaan dan aktivitas yang melebihi batas (Bao et al., 2019). Gejala umum yang terjadi yakni nyeri pada punggung bawah, mati rasa pada kaki, atau bahkan tidak terdapat gejala. Pemeriksaan ini dilakukan dengan memberikan tekanan pada punggung dan angkat kaki untuk memeriksa tingkat nyeri yang dirasakan, juga dilakukan tes berupa citra seperti MRI, *X-ray* yang digunakan untuk mendapatkan kondisi visual dari tulang belakang (Aesyi et al., 2020).

Pemeriksaan awal *Hernia* dan *Spondylolithesis* ini dengan memberikan tekanan dan juga dengan bantuan radiologi/pencitraan kemudian dilakukan diagnosis dari segi anatomi/bentuk dari tulang belakang. Pada anatomi tulang belakang biasanya dijelaskan dalam Variabel *Pelvic Tilt* (kemiringan panggul), *Pelvic Incidence* (sudut pangul akral), *Sacral Slope* (kemiringan sakral), *Lordosis Angle* (sudut lordosis), *Pelvic Radius* (radius panggul), dan *Degree of*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Spondylolithesis (derajat spondylolithesis). Dari pengamatan variabel-variabel tersebut klasifikasi jenis *Hernia* dan *Spondylolithesis* dapat ditentukan. Pemeriksaan pasien *hernia* dan *spondylolithesis* secara *operator dependent* atau hasil diagnonis dari ahli medis dapat menyebabkan salah diagnosis, di mana hasil pasien *henia* terdiagnosis *spondylolithesis*. Menurut Ramadhani dkk tingkat kesalahan diagnosis yang dilakukan manusia dalam analisis citra mencapai 10-30% (Ramadhani and First, 2020). Upaya dalam mengurangi kesalahan dalam diagnosis, dapat menggunakan *Computer Aided Diagnosis* (CAD). Saat ini, di bidang kesehatan sudah banyak yang menanfaatkan *Artificial Intelligence* (AI) untuk membantu diagnosis berbagai penyakit.

Salah satu cabang pembelajaran AI yang saat ini sering digunakan yaitu *Neural Network* (Yuan et al., 2020). FFNN *(Feed Forward Neural Network)* adalah *neural network* yang mengirimkan data atau inputan secara satu arah, yaitu melalui *node input* dan menjadi *output* pada *node output* (Lomuscio and Maganti). FFNN juga memiliki macam-macam metode, diantaranya yaitu *radial basis function neural network*, *extreme learning machine* (ELM), dan lain-lain (Hemeida et al., 2020).

Metode *Extreme Learning Machine* (ELM) adalah salah satu metode yang digunakan untuk klasifikasi salah satunya yaitu klasifikasi cedera panggul. Proses dari ELM menggunakan konsep SLFNs (*Single Hidden Layer Feedforward Neural Networks*), sebab metode ini hanya memiliki 1 *hidden layer* (Lomuscio and Maganti). Kelebihan utama dari metode ELM adalah kecepatan pada proses learning tergolong cepat karena pada ELM hanya memiliki satu *hidden layer* serta dapat menghasilkan akurasi yang tinggi (Chen et al., 2021). Terdapat penelitian yang dilakukan oleh Fadilla tentang penggunaan metode ELM pada kasus penyakit

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

ginjal dengan menggunakan hidden neuron sebanyak 50 menghasilkan akurasi 96,7% . Penelitian lainnya yang membandingkan metode ELM dan SVM yang dilakukan oleh Aldrin pada studi kasus penyakit *diabetic retinopathy*, menghasilkan kesimpulan bahwa metode ELM lebih baik dari SVM dengan nilai sensitivitas 96%, spesifitas 100%, dan Akurasi 97,5% (Karunaharan and Hameed, 2022). Penelitian lain yang dilakukan oleh Munadif dkk yang melakukan perbandingan metode antara ELM dengan *Backpropagation* pada kasus robot manipulator menghasilkan akurasi 65,3% menggunakan metode *Backpropagation* dan 78,7% menggunakan metode ELM (Munadhif and Pradhipta, 2021).

Metode ELM memiliki banyak kelebihan akan tetapi juga memiliki kekurangan yaitu jumlah hidden nodes ditentukan dengan cara *trial and error*, sehingga tidak bisa diketahui berapa jumlah *hidden nodes* yang tepat, sehingga muncul beberapa modifikasi metode ELM salah satunya yaitu dengan penambahan kernel yang biasa dikenal dengan KELM *(Kernel Extreme Learning Machine)* (Mohanty et al., 2020). Metode KELM ini idenya berasal dari metode SVM yang juga menggunakan kernel menghasilkan akurasi terbaik sehingga pada penelitian Huang dkk menggunakan proses kernel untuk menghasilkan generalisasi parameter pada ELM lebih optimal (Lu et al., 2020). Sehingga menyebabkan waktu proses *training* pada KELM memiliki waktu yang lebih singkat. Pendapat tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Chen Chen dkk yang membandingkan metode SVM dengan KELM pada kasus klasifikasi *spectral-spatial* dari gambar *hyperspectral*. Penelitian tersebut menghasilkan akurasi terbaik menggunakan metode KELM, selain membandingkan akurasi pada penelitian tersebut juga membandingkan waktu pada proses *training* yaitu 0,94s dan 0,23s (Chen et al., 2014). Penelitian lainnya dilakukan oleh Figlu dkk pada

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

penelitiannya yang menggunakan medote KELM pada data kanker payudara menghasilkan akurasi 99,28% (Mohanty et al., 2020). Penelitian lainnya yang membandingan metode SVM, ELM, KELM, dan OSELM pada gambar sonar menghasilkan akurasi berturut-turut yaitu 89,42%, 83,95%, 91,35%, dan 84,24% pada penelitian ini juga membandingkan waktu proses *training* yaitu 0.95s, 0.70s, 0.68, dan 0.88 (Zhu et al., 2017).

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, penderita cedera panggul harus segera mendapatkan penanganan. Oleh karena itu perlunya dilakukan deteksi sejak dini, salah satunya menggunakan *Artificial Intelligence*. Metode ELM yang dimodifikasi dengan menggunakan *kernel* atau biasa dikenal dengan KELM memiliki rata-rata akurasi di atas 90%, sehingga dapat dikatakan metode KELM memiliki kinerja yang baik dalam klasifikasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan metode ELM *modified* pada kasus cedera panggul menggunakan parameter Variabel *Pelvic Tilt* (kemiringan panggul), *Pelvic Incidence* (sudut pangul akral), *Sacral Slope* (kemiringan sakral), *Lordosis Angle* (sudut lordosis), *Pelvic Radius* (radius panggul), dan *Degree of Spondylolithesis* (derajat spondylolithesis) yang diperoleh dari bentuk dan orientasi panggul dan tulang belakang lumbar. Hasil Klasifikasi dari penelitian ini diharapkan dapat membantu tenaga medis untuk mendeteksi pasien yang mengalami *Hernia*, *Sondylolithesis* dan Normal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh parameter metode *Extreme Learning Machine* (ELM)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

modified dengan kernel atau KELM pada data cedera panggul dalam mengklasifikasi 3 kelas yaitu *Hernia*, *Sondylolithesis* dan Normal?

2. Bagaimana evaluasi hasil klasifikasi data cedera panggul menggunakan Metode *Extreme Learning Machine* (ELM) *modified* dengan kernel atau KELM?

1.3. Tujuan Penelitian

Dilihat pada rumusan masalah yang telah didapatkan, oleh karena itu tujuan dari peneliti dalam melakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui pengaruh parameter metode *Extreme Learning Machine* (ELM) *modified* dengan kernel atau KELM pada data cedera panggul dalam mengklasifikasi 3 kelas yaitu *Hernia*, *Sondylolithesis* dan Normal.
2. Untuk mengetahui evaluasi hasil klasifikasi data cedera panggul menggunakan Metode *Extreme Learning Machine* (ELM) *modified* dengan kernel atau KELM.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam melakukan penelitian ini yaitu:

1. Secara Teoritis

   Penelitian yang dilakukan ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu referensi untuk penelitian selanjutnya dan menambah ilmu mengenanai klasifikasi menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) *modified* kernel atau KELM.

2. Secara Praktis

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Manfaat yang didapatkan pada penelitian ini yaitu Penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat membantu tenaga medis dalam mendiagnosis penyakit *Hernia* maupun *Spondylolithesis.*

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penilitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah berasal dari data biomedis yang dapat diakses di Kaggle dengan 6 variabel yaitu *Pelvic Tilt* (kemiringan panggul), *Pelvic Incidence* (sudut pangul akral), *Sacral Slope* (kemiringan sakral), *Lordosis Angle* (sudut lordosis), *Pelvic Radius* (radius panggul), dan *Degree of Spondylolithesis* (derajat spondylolithesis)
2. Klasifikasi cedera panggul menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) *modified* kernel atau KELM yang diklasifikasikan kedalam tiga kelas yaitu *spondylolisthesis*, *hernia*, dan normal.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini yaitu terdapat lima bagian, dimana bagian-bagian tersebut adalah diawali dengan pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, serta penutup. Bagian-bagian tersebut akan dijabarkan sebagaimana berikut ini:

1. BAB I PENDAHULUAN

   Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan dari skripsi ini yang membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat dan batasan dari penelitian ini serta terdapat penelitian-penelitian sebelumnya.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Pada bab ini menjelaskan menjelaskan tentang pengertian-pengertian dari Cedera Panggul, *Normalisasi Min-Max*, *K-Fold*,dan ELM.

3. BAB III METODE PENELITIAN

   Pada bab ini menjelaskan tentang alur dari penelitian ini mulai dari *pre-processing* hingga tahap klasifikasi.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

   Pada bab IV menjelaskan hasil dari penelitian ini yaitu hasil klasifikasi dan evaluasi kinerja metode ELM *Modified* jenis KELM

5. BAB V PENUTUP

   Bab V berisikan kesimpulan dari semua hasil yang ada pada bab IV, serta pada bab V ini juga berisikan saran untuk melakukan penelitian selanjutnya.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cedera Panggul

Cedera merupakan penyakit yang disebabkan oleh benturan, atau aktivitas fisik yang melebihi batas beban latihan yang dapat menyebabkan rasa sakit akibat aktivitas yang berlebihan (Yang, 2019). Cedera dapat terjadi kapan saja dan dalam kondisi apa saja dengan waktu yang relatif cepat. Gejala yang terjadi saat terkena cedera yaitu nyeri, pembengkakan, serta berkurangnya kinerja sendi maupun otot (Chang et al., 2021). Faktor penyebab cedera ada 2 yaitu faktor eksogen (dari luar tubuh) dan faktor endogen (dari tubuh itu sendiri). Faktor eksogen seperti jenis aktivitas, tempat, beban yang berlebihan, dan sebagainya. Sedangkan faktor endogen meliputi: penyakit keturunan, kondisi tubuh yang kurang sehat, usia, kelelahan akibat aktivitas sebelumnya, serta riwayat cedera sebelumnya. Salah satu anatomi tubuh yang dapat terjadi cedera yakni panggul yang biasa disebut cedera panggul (Putri, 2019).

Cedera panggul adalah sebuah peradangan bursa yang ada di *trochater mayor* (ujung tulang panggul). Cedera panggul biasanya disebabkan oleh *trokanter* atau *Bursitis*. *Bursitis* adalah suatu kondisi di mana bursa (kantung berisi cairan) menjadi meradang, menghasilkan kelebihan cairan *sinovial* dan meningkatkan tekanan pada bursa. Pembengkakan dan nyeri mengakibatkan peningkatan cairan dan tekanan di dalam kantong. Selain *bursitis* panggul, juga terjadi *fraktur* (patah tulang) dan *dislokasi* sendi (Rotman et al., 2020). Berikut adalah gambar dari

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

cedera panggul:

Gambar 2.1 Cedera Panggul

Pada Gambar 2.1 merupakan anatomi atau bentuk tulang panggul yang mengalami cedera panggul dengan ditandai warna merah. Cedera panggul ini bisa terjadi baik laki-laki maupun perempuan. Cedera panggul pada perempuan biasanya disebabkan akibat stress, sedangkan pada pria cedera panggul ini biasanya banyak diderita oleh atletik, karena kurangnya pemanasan dan juga aktivitas fisik yang berlebihan (Knechtle et al., 2021). Terdapat banyak jenis cedera panggul contohnya yaitu *Hernia* dan *Spondylolithesis* (Handayani, 2019).

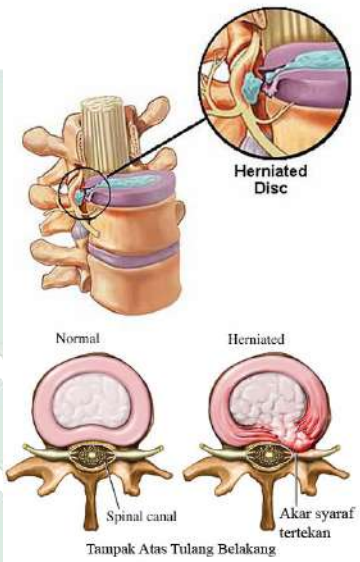
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

1. *Hernia*

   Hernia merupakan sebuah penyakit atau kelainan yang terjadi pada penghubung antar tulang. Penghubung antar ulang ini biasanya disebut dengan *Disk* yang berbentuk seperti jelli dengan bagian luar keras dan bagian dalamnya lembut. *Hernia* ini terjadi apabila bagian dalam disk terdorong keluar, sehingga mengakibatkan rasa nyeri di persendian tersebut (Handayani, 2019). Beberapa faktor yang menyebabkan *hernia* terjadi yaitu seperti faktor penuaan, sering membungkuk, berat badan yang berlebihan, kurangnya olahraga, dan masih banyak lagi. Diagnosa penyakit *hernia* yaitu

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

dengan tes angkat kaki, pemeriksaan neurologis (menentukan hilangnya rasa di tubuh bagian bawah) serta tes citra seperti *x-ray* dan MRI *(Magnetic Resonance Imaging)* (Yousif et al., 2020) Berikut adalah gambar pasien yang penderita *hernia*:



Gambar 2.2 Tulang Pasien Hernia

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

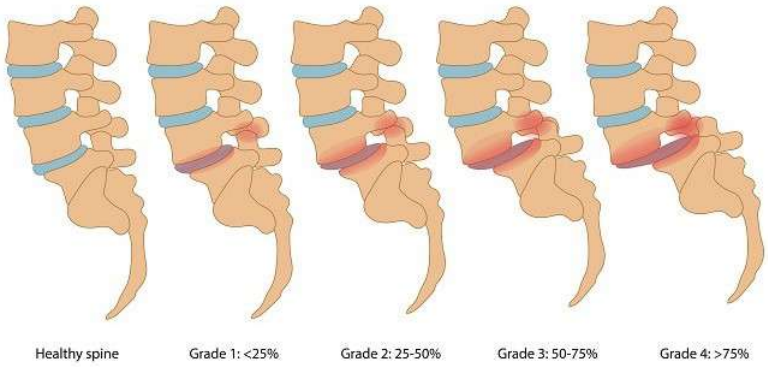
Pada Gambar 2.2 terlihat perbedaan dari pasien normal dan pasien menderita hernia. Pasien normal dapat dilihat dengan cairan bursa yang masih terbungkus dengan disk, akan tetapi pada pasien hernia terlihat bahwa lapisan pada disk sobek akibat tekanan yang disebabkan karena produksi cairan yang berlebihan.

2. *Spondylolisthesis*

Spondylolisthesis merupakan suatu penyakit atau kelainan yang diakibatkan adanya satu atau lebih ruas tulang belakang yang bergeser baik ke depan maupun kebelakang. Pada kasus *spondylolithesis* ringan gejalanya bisa diredakan dengan latihan untuk tulang punggung. Akan tetapi, pada kasus

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

yang serius dapat menyebabkan kelumpuhan pada kaki (Trinh et al., 2022). Berikut gambar penderita penyakit *spondylolithesis*:



Gambar 2.3 Tulang Pasien *Spondylolithesis*

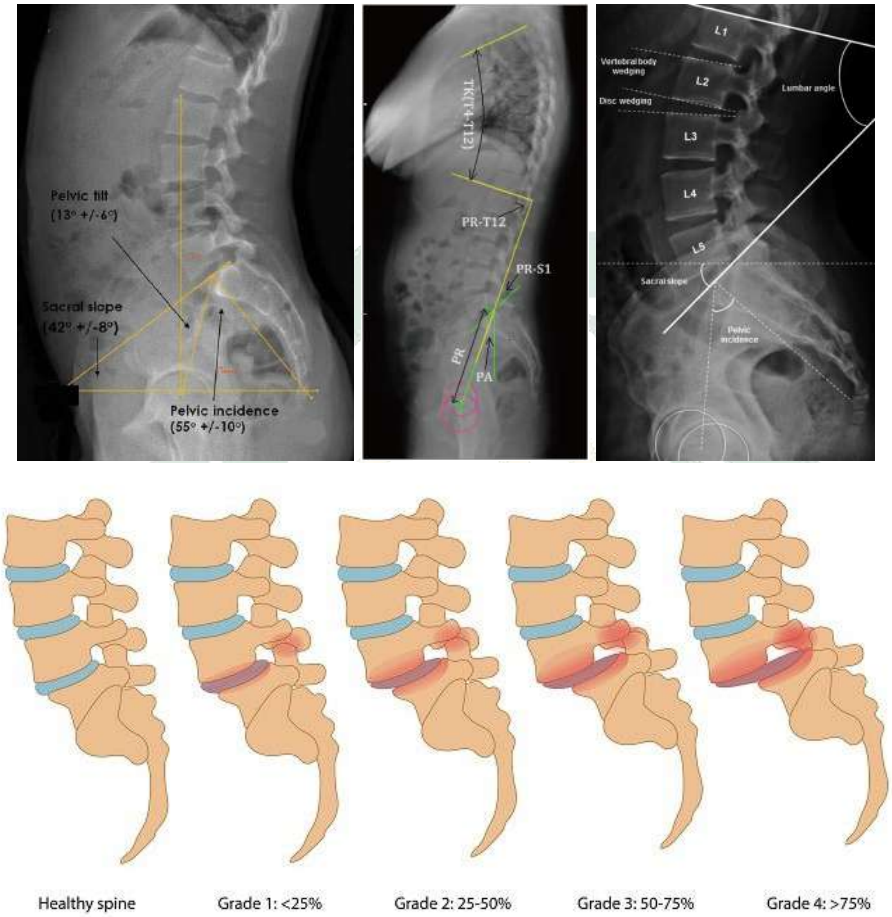
Pasien yang mengalami *Spondylolithesis* anatominya seperti Gambar 2.3, pasien yang mengalami *Spondylolithesis* ini dilihat dari bergesernya ujung tulang belakang yang berhubung dengan tulang panggul. Semakin jauh bergesernya tulang belakang maka semakin parah penyakit *spondylolithesis*.

Diagnosis pada Hernia dan Spondylolithesis ini dilihat dari beberapa aspek antara lain: *Pelvic Tilt* (PT) adalah orientasi tulang panggul yang menghubungkan antara tulang paha dengan anatomi anggota tubuh lainnya. *Pelvic Incidence* (PI) adalah sudut dari garis tegak lurus antara lempeng sakral dengan garis yang menghubungkan titik tengah dari lempeng sakral ke sumbu bicoxofemoral. *Lordosis Angle* (LA) adalah sudut antara tulang belakang dengan postur tubuh manusia. *Sacral Slope* (SS) merupakan kemiringan yang terletak diantara lempeng sakral dan bidang horizontal. *Pelvic Radius (PR)* merupakan nilai yang diukur menggunakan ukuran berdasarkan garis yang ditarik antara sumbu pinggul dan sudut *posterior endplate*. Serta *Degree of Spondylolithesis* adalah derajat

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

pergeseran tulang belakang (Innmann et al., 2019). Berikut gambar aspek-aspek untuk mendiagnosis *Hernia* dan *Spondylolithesis*:



S U R A B A Y A

Gambar 2.4 Aspek Diagnosis Hernia dan Spondylolithesis

Pada Gambar 2.4 digambarkan untuk membaca nilai-nilai aspek yang akan digunakan untuk mendiagnosis *hernia* dan *spondylolithesis*. Cara mengetahui nilai dari aspek-aspek tersebut perlu dilakukan menghitung sudut dengan menggunakan *scoliometer atau inclinometer* berbentuk penggaris. Berikut langkah-langkahnya (Azhari, 2015):

1. Tentukan tulang punggung yang paling miring di bagian atas kurva dan menarik garis sejajar dengan pelat ujung *superior vertebra*.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

2. Tentukan tulang punggung yang paling miring di bagian bawah kurva dan menarik garis sejajar dengan pelat ujung rendah *vertebralis*.

3. Tarik memotong garis tegak lurus dari dua baris sejajar.

4. Sudut yang dibentuk antara dua garis sejajar adalah sudut Cobb.

Menurut penelitian Toshio Doi dan Sakti belum ada parameter yang pasti dalam beberapa aspek diatas, akan tetapi penelitiannya juga menyatakan bahwa rata-rata dari masing masing aspek sebagai berikut (Doi et al., 2015; Sakti et al., 2022):

Tabel 2.1 Parameter Diagnosis

Parameter	**Normal**	**Hernia**	***Spondylolithesis***
Kemiringan Panggul *(Pelvic Tilt)*	40-65	45-60	60-80
Panggul Akral *(Pelvic Incidence)*	10-25	15-25	20-30
Sudut Lordosis *(Lordosis Angle)*	40-80	30-50	50-65
Kemiringan Sakral *(Sacral Slope)*	30-50	30-40	45-55
Radius Panggul *(Pelvic Radius)*	110-125	110-120	115-125
Derajat Spondilolitesis *(Degree of Spondylolythesis)*	<10	<10	>10

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

2.2. Normalisasi

Normalisasi merupakan sebuah tahapan *pre-processing* yang dilakukan karena terdapat perbedaan rentang nilai yang terlalu banyak pada setiap atributnya. Misalkan pada atribut A memiliki rentan nilai 80-100, atribut B dengan rentan 50-120, dan atribut C memiliki rentan nilai 1-10. Perbedaan tersebut akan menyebabkan atribut yang memiliki nilai paling rendah tidak akan berfungsi saat dilakukan proses *processing*. Oleh karena itu, diperlukan normalisasi data untuk menyamakan rentang nilai pada setiap atribut dengan skala tertentu (Nasution et al., 2019). Normalisasi mempunyai beragam metode salah satunya yaitu dengan metode *Z-Score Normalization*. *Z-Score Normalization* adalah sebuah metode mengubah asli yang komplek tanpa menghilangkan isi dengan menggunakan nilai $mean$ dan Standar deviasi, sehingga lebih mudah untuk diolah (Wahdah, Fakhruzzahid dan soewito and Benfano). Berikut persamaan Z-Score Normalization sebelum menghotung normalisasi Z-score terlebih dahulu menghitung nilai *mean* dan standar deviasi:

$$Mean(\bar{x}) = \frac{\Sigma_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Sehingga didapatkan persamaan normalisasi Z-score seperti dibawah ini:

$$normalisasi \mid x \mid = \frac{(x_i - mean(x))}{\sigma} \tag{2.1}$$

Keterangan:

x_i = Data atribut yang akan di normalisasi

n = Jumlah data

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$mean(\bar{x})$ = Rata-rata dari seluruh data yang akan dinormalisasi

σ = Nilai Standar deviasi dari data tersebut

2.3. *K-fold Cross Validasion*

K-Fold Cross-Validation adalah suatu teknik untuk membagi dataset menjadi 2 bagian yaitu data *training* dan data *testing* (Marcot and Hanea, 2021). Teknik *k-fold* untuk membagi data yaitu dengan menguraikan data menjadi K yang berukuran sama (Saud et al., 2020). Pada *K-fold* ini data *training* dan *testing* dijalankan sebanyak K kali. Berikut adalah ilustrasi *k-fold cros validation*:

A1	A2	A3	A4	A5
A1	A2	A3	A4	A5
A1	A2	A3	A4	A5
A1	A2	A3	A4	A5
A1	A2	A3	A4	A5

Gambar 2.5 *K-Fold Cros Validation*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

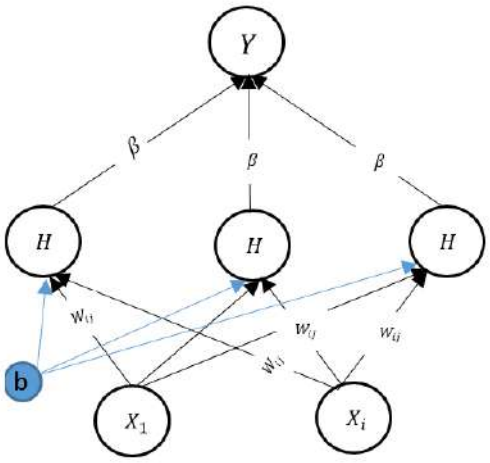
Berdasarkan ilustrasi diatas yang berwarna (putih) menunjukkan data *training*, sedangkan yang berwarna (biru) merupakan data *testing*. Pada gambar tersebut bahwasanya data diuraikan menjadi 5 bagian, pada setiap subsetnya memiliki kesempatan yang sama untuk menjadi data *training* dan *testing*. Berikut penjelasan alur dari jalannya pembagian data dengan A_1 merupakan data ke-1, kemudian untuk data selanjutnya sampai data ke *K-Fold* ke-1 A_1 menjadi data testing, dan A_2, A_3, A_4, dan A_5 menjadi data *training*. *K-Fold* ke-2A_2 menjadi data *testing* dan A_1, A_3, A_4, dan A_5 menjadi data *training*. Demikian seterusnya hingga mencapai *K-fold* ke-K.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

2.4. *Extreme Learning Machine* (ELM)

Extreme Learning Machine (ELM) merupakan jaringan saraf tiruan dengan umpan maju (*feedforward*) dan memiliki *single hidden layer* atau yang sering disebut dengan *Single Layer Feedforward neural Networks* (SLFNs) digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang ada pada JST (jaringan saraf tiruan). *Feedforward* bertujuan untuk mengenali pola pada data agar menghasilkan hasil yang akurat. *Feedforward* memiliki proses pencarian bobot terbaik dengan pencarian dari fungsi aktivasi (Manoharan, 2021).

ELM mempunyai kecepatan yang relatif cepat dibandikan dengan algoritma lainnya, serta menghasilkan generalisasi yang baik, sehingga menghasilkan error yang cenderung kecil (Bhatti et al., 2016). ELM melakukan pelatihan pada data training untuk mendapatkan bobot output dengan matriks *moorepenrose invers* sehingga mendapatkan *node* pada nilai output maksimal. Pada ELM nilai bobot dan bias ini ditentukan secara random, yang membuat algoritma ini memiliki kecepatan yang relatif cepat dan generalisasi yang baik. Arsitektur ELM seperti yang terdapat pada berikut ini (CHEN and SU, 2017).



Gambar 2.6 Arsitektur ELM

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Arsitektur dari ELM terdiri dari $x_1, x_2, \ldots x_3$ yang merupakan data inputan, w merupakan bobot, b (bias), H (Hidden Neuron), β (nilai bobot keluaran) dan Y (nilai output). Algoritma ELM mempunyai model matematis lebih sederhana dan efektif. Terdapat beberapa proses tahapan untuk klasifikasi ELM yaitu proses training dan proses testing. Berikut langkah-langkah untuk proses training pada ELM (She et al., 2019):

Langkah 1: Menyiapkan matriks dengan x_i merupakan input data training dan t_i merupakan label data training, seperti dibawah ini:

$$x_{in} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \cdots & x_{2n} \\ : & : & : & \cdots & : \\ x_{i1} & x_{i2} & x_{i3} & \cdots & x_{in} \end{bmatrix}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

$$t_i = \begin{bmatrix} t_1 & t_2 & t_3 & \cdots & t_i \end{bmatrix}$$

Langkah 2: Menentukan jumlah hidden neuron (j), kemudian membuat nilai bobot (w_{ij}) secara random dengan ukuran matrix $i \times j$, range -1 sampai 1, misalkan i=4,j=4 maka matriks yang terbentuk seperti dibawah ini:

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$w_{ij} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & w_{14} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & w_{24} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} & w_{34} \\ w_{41} & w_{42} & w_{43} & w_{44} \end{bmatrix}$$

Langkah 3: Menentukan matriks inisialisasi output hidden neuron (H_{init}), dengan x_i merupakan matriks data training dengan j (jumlah hidden neuron) dan w_{ij} merupakan matriks bobot yang dari unit i ke unit j serta b_j,merupakan nilai bias, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$H_{init} = \sum_{i=0}^{n} (x_i.w_i) + b_j \tag{2.2}$$

Langkah 4: Menghitung matriks output hidden neuron (H) menggunakan fungsi aktivasi, berikut beberapa fungsi aktivasi:

1. Fungsi Sigmoid Biner

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

2. Fungsi Sigmoid Bipolar

$$g(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}} \tag{2.4}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

3. Fungsi Sigmoid Sin

$$g(x) = sin(x) \tag{2.5}$$

Pada rumus fungsi aktivasi diatas x merupakan hasil perhitungan H_{init}.

Langkah 5: Menentukan bobot keluaran (β), dengan $g(x)$ fungsi aktivasi sebanyak j, j merupakan banyaknya hidden layer, w_{ij} merupakan bobot yang menghubungkan antara input layer dengan hidden layer, x_i merupakan data input dari data training, b_j merupakan bias dari hidden layer ke-j, dan t_i dan Y merupakan kelas dari dara training, pencarian dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$H_{init} = \sum_{j=1}^{n} \beta_j g(w_{ij}.x_i + b_j) = t_i = Y \tag{2.6}$$

Agar lebih mudah persamaan dapat ditulis dengan:

$$H\beta = Y \tag{2.7}$$

Maka akan didapatkan matriks dengan ukuran $i \times j$, dengan i merupakan banyaknya variabel inputan dan j merupakan banyaknya hidden neuron dengan persamaan sebagai berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$x_{in} = \begin{bmatrix} g(w_{11} \times x_1 + b_1) & \cdots & g(w_{1j} \times x_1 + b_j) & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ g(w_{1d} \times x_d + b_1) & \cdots & g(w_{dj} \times x_1 + b_j) & & \end{bmatrix}$$

Karena jumlah node pada ELM ditentukan secara random, apabila jumlah node kurang dari jumlah data maka matriks H akan berukuran tidak simetris, sehingga solusi yang didapatkan yaitu menggunakan teori *Moore Penrose Generalized Invers.* Berikut persamaan matriks *moore penrose generalized invers*:

$$H^{\dagger} = (H^T.H)^{-1}.H^T \tag{2.8}$$

Sehingga didapatkan untuk mencari nilai bobot keluaran yaitu:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

$$\beta = H^{\dagger} \times Y \tag{2.9}$$

Dengan menggunakan nilai bobot (w_{ij}) dan β yang diperoleh dari training ELM, maka dilakukan beberapa langkah dalam testing ELM berikut.

Langkah 6: Menghitung matriks inisialisasi output hidden neuron (H_{init}) seperti dengan **langkah 3** pada data training, akan tetapi menggunakan data testing (k) di dapatkan persamaan:

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$H_{init} = \sum_{k=0}^{n} (x_k.w_{ij}) + b_j \tag{2.10}$$

Langkah 7: Menentukan matriks output hidden neuron (H) dengan menggunakan Persamaan (langkah 4 pada training) dengan menggunakan H_{init} yang diperoleh dari persamaan.

$$Y_k = \beta.H \tag{2.11}$$

Langkah 8: Menentukan kelas (Y_k) prediksi menggunakan Persamaan berikut dengan H yang diperoleh dari persamaan (langkah 7).

2.5. *ELM Modified*

Metode ELM merupakan metode sederhana dari neural network yang menghasilkan akurasi terbaik akan tetapi masih memiliki beberapa kelemahan dalam proses klasifikasi. untuk mengurangi kelemahan yang ada di ELM dan juga seiring berjalannya waktu, metode ELM mengalami perkembangan salah satunya yaitu dengan penambahan kernel yang biasa disebut dengan *Kernel Extreme Learning Machine* (KELM). Tahapan pada KELM ada 2 yaitu Training dan Testing (Lu et al., 2020). Berikut tahapan Training pada KELM:

Langkah 1: Menyiapkan matriks dengan x_i merupakan input data training dan t_i merupakan label data training. Selain itu juga dilakukan inisialisasi koefisien regulasi (c) dan juga parameter yang digunakan pada kernel (σ, d) seperti dibawah ini:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$x_{in} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & x_{i3} & \cdots & x_{in} \end{bmatrix}$$

$$t_i = \begin{bmatrix} t_1 & t_2 & t_3 & \cdots & t_i \end{bmatrix}$$

Langkah 2: proses selanjutnya yaitu inisialisasi fungsi kernel dengan K. berikut fungsi kernel yang digunakan:

1. Fungsi Kernel RBF *(Radial Basis Function)*

$$K(x_i, x_j) = exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}||x_i - x_j||^2\right) \tag{2.12}$$

2. Fungsi Linear

$$K(x_i, x_j) = x_i x_j^T \tag{2.13}$$

3. Fungsi Polynomial

$$K(x_i, x_j) = \left(x_i x_j^T + 1\right)^d \tag{2.14}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

4. Fungsi Wavelet

$$K(x_i, x_j) = cos\left(\frac{1.675\,\|x_i - x_j\|}{\sigma}\right) exp\left(-\frac{||x_i - x_j||^2}{d}\right) \tag{2.15}$$

dimana σ, d merupakan parameter kernel dengan nilai d merupakan bilangan bulat dan nilai C merupakan bilangan positif, T merupakan *Transpose*, σ merupakan standar deviasi, serta $||x_i - x_j||$ merupakan jarak *euclidean*. Berikut perhitungan jarak *euclidean* (Ben-israel and Iyigun, 2008)

$$\|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_{n=1}^{n}(x_{in} - x_{jn})^2} \tag{2.16}$$

Selanjutnya yaitu membentuk membentuk matriks omega Ω_{KELM}, berikut bentuk formula dari matriks omega Ω_{KELM}:

$$\Omega_{KELM} = \begin{bmatrix} K(x_1, x_1) & K(x_1, x_2) & K(x_1, x_3) & \cdots & K(x_1, x_N) \\ K(x_2, x_1) & K(x_2, x_2) & K(x_2, x_3) & \cdots & K(x_2, x_N) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ K(x_N, x_1) & K(x_N, x_2) & K(x_N, x_3) & \cdots & K(x_N, x_N) \end{bmatrix} \tag{2.17}$$

Langkah 3: Tahapan selanjutnya setelah didapatkan matriks omega Ω_{KELM} yaitu dengan menghitung nilai bobot keluaran (β) dengan Y merupakan kelas dari data *training* dengan persamaan sebagai berikut:

$$\beta = \left(\frac{1}{c} + \Omega\right)^{-1} \times Y \tag{2.18}$$

Setelah mendapatkan nilai β atau bobot keluaran, proses dilanjutkan dengan proses testing. berikut langkah-langkah talap tahap *testing*:

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Langkah 4: Menghitung matriks omega (Ω), dengan menggunakan jenis fungsi kernel seperti langkah 2 pada proses *training*, akan tetapi pada tahap *testing* menggunakan data *testing*, dengan N merupakan banyaknya data *training* dan M merupakan banyaknya data *testing*, sehingga persamaan kernel berubah menjadi:

$$\Omega_{KELM} = \begin{bmatrix} K(x_1, x_1) & K(x_1, x_2) & K(x_1, x_3) & \cdots & K(x_1, x_M) \\ K(x_2, x_1) & K(x_2, x_2) & K(x_2, x_3) & \cdots & K(x_2, x_M) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ K(x_N, x_1) & K(x_N, x_2) & K(x_N, x_3) & \cdots & K(x_N, x_M) \end{bmatrix} \tag{2.19}$$

Langkah 5: setelah didapatkan matriks omega (Ω), maka selanjutnya yaitu menghitung label kelas (Y_k) dengan menggunakan nilai (β) yang diperoleh dari tahap *training* dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$Y_k = \begin{bmatrix} K(x, x_1) \\ \vdots \\ K(x, x_N) \end{bmatrix} \beta \tag{2.20}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

2.6. *Confussion Matrix*

Confusion matrix dapat mengukur tingkat akurasi dalam sistem klasifikasi, pengukuran tersebut berguna untuk melihat seberapa baik sistem klasifikasi itu sendiri. Di dalamnya terdapat jumlah pengujian data yang benar dan jumlah pengujian data yang salah (Normawati and Prayogi, 2021). Pengukuran tersebut dapat disajikan menjadi sebuah tabel sebagai berikut (Luque et al., 2019).

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

		Prediksi		
		A	B	C
AKTUAL	A	TP	FN	FN
	B	FP	TN	TN
	C	FP	TN	TN

		Prediksi		
		A	B	C
AKTUAL	A	TN	FP	TN
	B	FN	TP	FN
	C	TN	FP	TN

		Prediksi		
		A	B	C
AKTUAL	A	TN	TN	FP
	B	TN	TN	FP
	C	FN	FN	TP

Gambar 2.7 ***Confussion Matrix***

Keterangan:

1. TP (*True Positive*) merupakan data aktual yang bernilai positif dan kelas prediksinya bernilai positif, misalkan pada tabel confusion matriks diatas bahwa pada data aktual A dan prediksinya juga A.

2. TN (*True Negatif*) merupakan data aktual yang bernilai negatif dan kelas prediksinya bernilai negatif, misalkan pada tabel confusion matriks diatas jika pada data aktual termasuk kelas A dan data prediksinya bukan termasuk kelas A dan bernilai benar.

3. FP (*false Positive*) merupakan data aktual yang bernilai negatif dan kelas prediksinya bernilai positif, misalkan pada tabel confusion matriks diatas bahwa pada kelas A maka semua baris kecuali kelas TP.

4. FN (*False Negatif*) merupakan data aktual yang bernilai positif dan kelas prediksinya bernilai negatif, misalkan pada tabel confusion matriks diatas bahwa pada kelas A maka semua kolom kecuali kelas TP.

Confusion Matrix juga memiliki rumus untuk menghitung akurasi, sensitivitas, dan spesifitas untuk melihat keberhasilan dari sebuah sistem klasifikasi yang telah dibangun. berikut untuk menghitung nilai akurasi, sensitivitas, dan spesifitas:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

1. Akurasi

   Nilai akurasi merupakan sebuah nilai yang menunjukkan keakuratan dari sistem klasifikasi yang dibangun, semakin tinggi nilai akurasi semakin bagus dan akurat sistem klasifikasi yang di bangun. Rumus untuk mencari nilai akurasi dapat dilihat dari persamaan berikut ini:

$$Akurasi = \frac{TP_{all}}{x_{all}} \tag{2.21}$$

2. Sensitivitas

   Nilai Sensitivitas ini merupakan sebuah nilai yang menunjukkan prosentase data aktual yang positif dan terklasifikasi benar pada kelas positif. semakin tinggi nilai sensitivitas artinya semakin optimal sistem klasifikasi yang dibangun dalam menklasifikasi yang terinfeksi penyakit. Rumus untuk mencari nilai sensifitas sebagai berikut:

$$Sensitivitas = \sum \frac{\frac{TP}{FP + FN}}{x_{kelas}} \tag{2.22}$$

3. Spesifitas

   Nilai Spesifitas ini merupakan sebuah nilai yang menunjukkan prosentase data aktual yang negatif dan terklasifikasi benar pada kelas negatif. semakin tinggi nilai spesifitas artinya semakin optimal sistem klasifikasi yang dibangun dalam menklasifikasi yang tidak terinfeksi penyakit. Rumus untuk mencari nilai spesifitas sebagai berikut:

$$Specifisifitas = \sum \frac{\frac{TN}{TN + FP}}{x_{kelas}} \tag{2.23}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

2.7. Integrasi Keislaman

Allah SWT telah menciptakan manusia dalam keadaan sempurna daripada makhluh ciptaan Allah lainnya. Allah SWT berfirman dalam surat At-Tin ayat 4 yang berbunyi:

لَقَدْ خَلَقْنَا الْاِنْسَانَ فِيْٓ اَحْسَنِ تَقْوِيْمٍ

artinya: "Sungguh, Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya". (QS. At-Tin Ayat 4)

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah telah memberikan kelebihan dari makluk lain seperti akal dan pikiran. Kelebihan tersebut diberikan kepada manusia agar senantiasa beriman dan bertaqwa kepada Allah. Selain memberikan kelebihan, Allah SWT juga akan memberikan ujian kepada setiap hambanya sebagai bentuk untuk mengukur keimanannya, Seseorang bisa saja mengatakan bahwa dia beriman, akan tetapi keimanan seseorang dapat di lihat dari cara dirinya menyikapi ujian yang datang padanya. ada banyak sekali ujian yang diberikan oleh Allah SWT salah satunya yaitu ujian penyakit. Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam surah al-Ankabut ayat 2 yang berbunyi:

اَحَسِبَ النَّاسُ اَنْ يُّتْرَكُوْٓا اَنْ يَّقُوْلُوْٓا اٰمَنَّا وَهُمْ لَا يُفْتَنُوْنَ

artinya: "Apakah manusia mengira bahwa mereka akan dibiarkan hanya dengan mengatakan, "Kami telah beriman," dan mereka tidak diuji?".(QS Al-Ankabut ayat 2)

Berdasarkan ayat diatas menjelaskan bahwa keimanan seseorang hamba itu dilihat dari bagaimana sikapnya dalam menyikapi ujian yang diberikan oleh Allah

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

SWT. Orang yang beriman akan ikhlas, sabar, dan selalu berikhtiar saat mendapatkan ujian seberat apapun dan tidak akan mengeluh, berbeda dengan orang yang tidak beriman pasti akan mengeluh dan juga menyalahkan orang lain sebagai penyebabnya. Selain untuk mengukur tingkat keimanan seorang hamba, Allah juga memberikan ujian sebagai pelebur dosa, yaitu dengan memberikan sebuah penyakit. Sebagaimana hadist yang diriwayatkan oleh Bukhari No. 5642 berikut ini:

حَدَّثَنِي عَبْدُ اللهِ بْنُ مُحَمَّدٍ: حَدَّثَنَا عَبْدُ الْمَلِكِ بْنُ عَمْرٍو: حَدَّثَنَا زُهَيْرُ بْنُ مُحَمَّدٍ، عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَمْرِو بْنِ حَلْحَلَةَ، عَنْ عَطَاءِ بْنِ يَسَارٍ، عَنْ أَبِي سَعِيدٍ الْخُدْرِيِّ، وَعَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ، عَنِ النَّبِيِّ ﷺ قَالَ: (مَا يُصِيبُ الْمُسْلِمَ، مِنْ نَصَبٍ وَلَا وَصَبٍ، وَلَا هَمٍّ وَلَا حُزْنٍ وَلَا أَذًى وَلَا غَمٍّ، حَتَّى الشَّوْكَةِ يُشَاكُهَا، إِلَّا كَفَّرَ اللهُ بِهَا مِنْ خَطَايَاهُ)

artinya: "Abdullah bin Muhammad telah menceritakan kepadaku: 'Abdul Malik bin 'Amr menceritakan kepada kami: Zuhair bin Muhammad menceritakan kepada kami, dari Muhammad bin 'Amr bin Halhalah, dari 'Atha' bin Yasar, dari Abu Sa'id Al-Khudri dan dari Abu Hurairah, dari Nabi shallallahu 'alaihi wa sallam beliau bersabda, "Tidaklah menimpa seorang muslim berupa keletihan, penyakit, kegundahan, kesedihan, gangguan, dan kesulitan, sampai pun duri yang menusuknya, kecuali Allah akan hapuskan kesalahan-kesalahannya dengan sebab tersebut." (HR. Bukhari no. 5642)

Sebagaimana pada hadist riwayat Bukhari dan Muslim dijelaskan bahwa sekecil apapun penyakit yang diberikan, Allah akan menghapus dosa-dosa ketika hambanya sakit. Namun, apabila hambanya selalu bersabar dan mengharapkan pahala dari musibah yang diturunkan, maka Allah akan menambah kebaikannya. Sekecil maupun sebesar apapun penyakit yang diturunkan Allah, maka Allah juga

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

akan menurunkan obatnya pula, sebagaimana hadist berikut ini:

حَدَّثَنَا هَارُونُ بْنُ مَعْرُوفٍ وَأَبُو الطَّاهِرِ وَأَحْمَدُ بْنُ عِيسَى قَالُوا حَدَّثَنَا ابْنُ وَهْبٍ أَخْبَرَنِي عَمْرٌو
وَهُوَ ابْنُ الْحَارِثِ عَنْ عَبْدِ رَبِّهِ بْنِ سَعِيدٍ عَنْ أَبِي الزُّبَيْرِ عَنْ جَابِرٍ عَنْ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ
وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

artinya: "Telah menceritakan kepada kami Harun bin Ma'ruf dan Abu Ath Thahir serta Ahmad bin 'Isa mereka berkata; Telah menceritakan kepada kami Ibnu Wahb; Telah mengabarkan kepadaku 'Amru, yaitu Ibnu al-Harits dari 'Abdu Rabbih bin Sa'id dari Abu Az Zubair dari Jabir dari Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam, beliau bersabda: "Setiap penyakit ada obatnya. Apabila ditemukan obat yang tepat untuk suatu penyakit, akan sembuhlah penyakit itu dengan izin Allah 'azza wajalla." (HR Muslim no. 4084)

Allah SWT sudah menurutkan penyakit juga menurunkan obatnya, dan sebuah penyakit akan sembuh apabila obat yang dikonsumsi sesuai dengan penyakitnya. Allah menganjurkan umatnya untuk tetap berikhtiar untuk mencari kesembuhan. Seperti halnya kita umat islam apabila diberi ujian dengan rasa nyeri di bagian tulang belakang harus segera melakukan pemeriksaan sejak awal agar tidak terjadi lebih parah. Pemeriksaan tersebut salah satunya yaitu dengan bantuan sistem hasil dari pembelajaran AI untuk mengurangi resiko salah dalam mendiagnosis. Allah selain memberikan sebuah ujian pasti Allah juga akan memberi kemudahan dilain hari, sebagaimana pada kandungan kaidah fiqih ke-3 yaitu:

المَشَقَّةُ تَجْلِبُ التَّيْسِيْرَ

artinya: "Adanya Kesulitan Akan Memunculkan Adanya Kemudahan".

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Dari kaidah fiqih diatas dijelaskan, apabila kita terjadi kesulitan Allah pasti akan memuculkan kemudahan, seperti hal-nya hambanya yang menderita penyakit Hernia maupun Spondyloithesis yang sudah parah dan juga masih tahap penyembuhan akan merasa kesulitan dalam melakukan ibadah dalam posisi duduk maupun berdiri karena rasa nyeri yang ada pada tulang belakang. Oleh sebab itu Allah memberi kemudahan untuk beribadah dengan posisi tidur. Penjelasan tentang kemudahan dalam melakukan ibadah juga dijelaskan pada hadis Riwayat Bukhari No.1117 sebagai berikut:

حَدَّثَنَا عَبْدَانُ، عَنْ عَبْدِ اللهِ، عَنْ إِبْرَاهِيمَ بْنِ طَهْمَانَ قَالَ: حَدَّثَنِي الْحُسَيْنُ الْمُكْتِبُ، عَنِ ابْنِ بُرَيْدَةَ، عَنْ عِمْرَانَ بْنِ حُصَيْنٍ رَضِيَ اللهُ عَنْهُ قَالَ: كَانَتْ بِي بَوَاسِيرُ، فَسَأَلْتُ النَّبِيَّ ﷺ عَنِ الصَّلَاةِ، فَقَالَ: (صَلِّ قَائِمًا، فَإِنْ لَمْ تَسْتَطِعْ فَقَاعِدًا، فَإِنْ لَمْ تَسْتَطِعْ فَعَلَى جَنْبٍ).

artinya: ’Abdan telah menceritakan kepada kami, dari ’Abdullah, dari Ibrahim bin Thahman, beliau berkata: Al-Husain Al-Muktib menceritakan kepadaku, dari Ibnu Buraidah, dari ’Imran bin Hushain radhiyallahu ’anhu, beliau berkata: Dulu aku terkena penyakit wasir (ambeien). Lalu aku bertanya kepada Nabi shallallahu ’alaihi wa sallam mengenai shalat. Maka beliau bersabda, “Shalatlah dengan berdiri. Jika engkau tidak mampu, maka shalatlah dengan duduk. Jika engkau tidak mampu, maka shalatlah dengan berbaring.”

Hadist diatas menjelaskan bahwa apabila kita tidak mampu beribadah dalam kondisi berdiri, maka dengan kondisi duduk. Apabila kondisi duduk tidak mampu dapat dengan posisi berdiri.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan data numerik untuk mengklasifikasikan penyakit cedera panggul dengan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) *Modified* dengan kernel yang sering disebut dengan *Kernel Extreme Learning Machine* (KELM). Penelitian ini termasuk penelitian terapan, karena hasil dari klasifikasi ini dapat digunakan sebagai suatu sistem alternatif untuk mengklasifikasi penyakit cedera panggul, serta diharapkan dapat membantu percepatan dalam penanganan. Penelitian ini juga tergolong penelitian kuantitatif, dikarenakan dalam proses klasifikasi ini diperlukan data numerik untuk dilakukan proses perhitungan dan analisis hasil.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

3.2. Sumber Data

Pada penelitian ini menggunakan data numerik sebanyak 310 yang terdiri dari 100 pasien normal, 60 mengalami Hernia, dan 150 mengalami Spondylolisthesis. Data ini berasal dari data biomedis yang dibuat oleh Dr. Henrique da Mota selama masa menjalankan tugas ahli medis di Group of Applied Research in Orthopaedics (GARO) yang diakses di kaggle (https://www.kaggle.com/datasets/caesarlupum/vertebralcolumndataset). Sample data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dari tabel (dibawah ini):

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 3.1 Sampel Data

A	B	C	D	E	F	G
63,027817	22,552586	39,609117	40,475232	98,672917	-0,2544	3
39,056951	10,060991	25,015378	28,99596	114,405425	4,564259	3
68,832021	22,218482	50,092194	46,613539	105,985135	-3,530317	3
69,297008	24,652878	44,311238	44,64413	101,868495	11,211523	3
49,712859	9,652075	28,317406	40,060784	108,168725	7,918501	3
:	:	:	:	:	:	:
40,2502	13,921907	25,12495	26,328293	130,327871	2,230652	3

Keterangan data:

A. Kemiringan Panggul *(Pelvic tilt)* $(26 < x < 130)$

B. Sudut Panggul Akral *(Pelvic insiden)* $(-6,5 < x < 49,5)$

C. Sudut Lordosis *(Lordosis angle)* $(14 < x < 126)$

D. Kemiringan Sakral *(Sacral slope)* $(13,5 < x < 121)$

E. Radius Panggul *(Pelvic radius)* $(70 < x < 163)$

F. Derajat Spondilolitesis *(Degree of spondylolisthesis)* $(-11 < x < 491)$

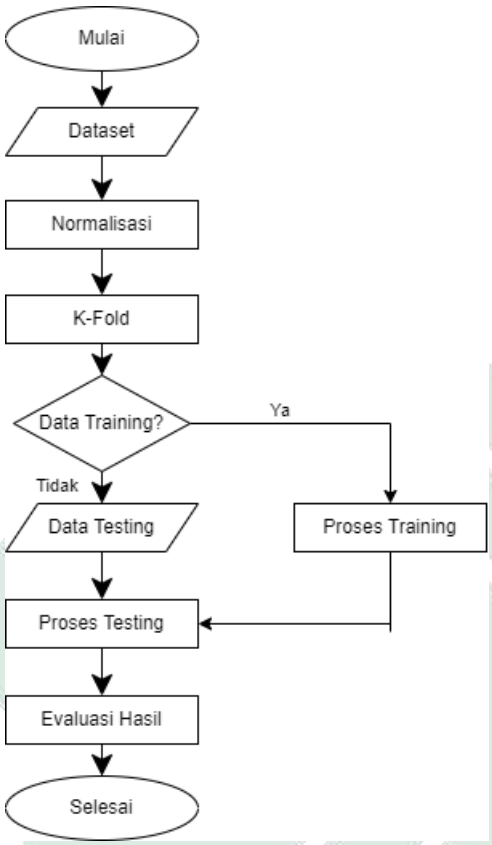
G. Output, dengan 1 untuk kondisi normal sedangkan 2 untuk kondisi terdeteksi *Hernia*, 3 *Spondylolisthesis*

3.3. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini untuk proses pengolahan data ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu ada *pre-processing* data dan klasifikasi menggunakan ELM *Modified Kernel* (KELM). Berikut langkah langkah dalam penelitian ini:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 3.1 Diagram Alir

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Dari diagram alir diatas, langkah langkah dalam klasifikasi cedera panggul menggunakan KELM sebagai berikut:

3.3.1. Langkah pertama : Dataset

Langkah pertama yaitu input data. Data penelitian ini berupa data numerik yang diambil dari *Kaggle* yang terdiri dari 3 kelas yaitu Normal, *Hernia*, dan *spondylolithesis*

3.3.2. Langkah kedua : *Pre-prosesing*

Langkah kedua yaitu *pre-prosesing* data, pada data penelitiaan ini yang dilihat dari Tabel 3.1 dari setiap atributnya memiliki range nilai yang berbeda-beda

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

sehingga perlu dilakukannya normalisasi data. Normalisasi data pada penelitian ini menggunakan *Z-Score Normalisation* untuk menyamakan rentang nilai pada atribut menjadi range 0-1 tanpa mengurangi data tersebut.

3.3.3. Langkah ketiga : Klasifikasi

Langkah ketiga yaitu proses klasifikasi, berikut tahapan yang akan dilakukan untuk klasifikasi:

1. Tahap pertama yaitu pembagian data menjadi data training dan data testing. Pada penelitian ini pembagian data menggunakan *K-fold cross validation* dengan nilai k yang digunakan yaitu 5 dan 10 karena apabila menggunakan K-fold 5 akan menghadilkan pembagian data 80:20. Sedangkan apabila menggunakan K-flod 10 akan menghasilkan pembagian data 90:10.

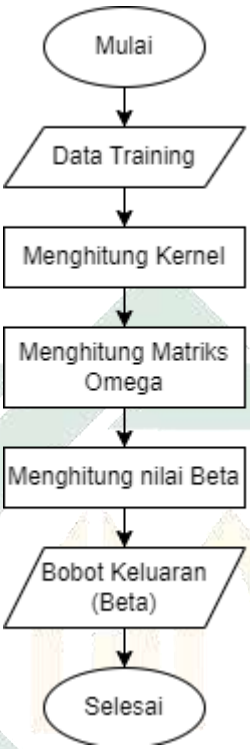
2. Tahap kedua yaitu proses deteksi cedera panggul mengunakan KELM. Pada fungsi kernel pada penelitian ini menggunakan 4 fungsi kernel yaitu *Radial Basis Function* (RBF), linear, polynomial, dan wavelet. Parameter kernel yang digunakan yaitu σ yang diperoleh dari nilai standar deviasi dan $d = 1$, serta dengan nilai koefisien regulasi yaitu 0.1, 1, 10, 100, dan 1000. Pada klasifikasi ini melalui 2 proses yaitu:

   (a) Proses *Training*

   Berikut langkah-langkah dalam proses *training*:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses *Training*

i. Menginputkan data *training* yang dihasilkan dari proses pembagian data.

ii. Menentukan nilai Kernel dengan menentukan jenis fungsi kernel sesuai dengan Persamaan 2.12-2.15

iii. Menghitung nilai matriks Omega (Ω) sesuai dengan Persamaan 2.17

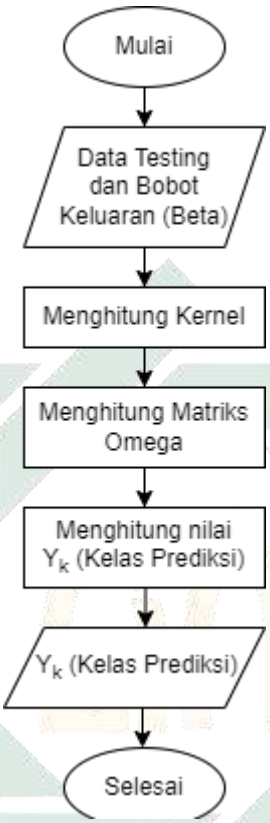
iv. Menghitung β (nilai bobot keluaran) dengan menggunakan Persamaan 2.18

(b) Proses *Testing*

Berikut langkah-langkah dalam proses *testing*:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses *Testing*

i. Input data *testing* yang dihasilkan dari proses pembagian data.

ii. Menentukan nilai Kernel dengan menentukan jenis fungsi kernel sesuai dengan Persamaan 2.12-2.15

iii. Menghitung nilai matriks Omega (Ω) sesuai dengan Persamaan 2.17

iv. Menghitung nilai keluaran Y_k (label data *testing*) sesuai dengan Persamaan 2.20 dengan menggunakan nilai β yang dihasilkan dari proses training.

Pada penelitian ini menggunakan beberapa uji coba yaitu:

(a) K-fold : 5 dan 10

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

(b) Kernel : RBF, Polynomial, Linear, Wavelet

(c) Nilai C : 0.1, 1, 10, 100, 100

(d) Nilai d : 1

3.3.4. Langkah 4 : Evaluasi Hasil

Langkah keempat yaitu evaluasi hasil klasifikasi menggunakan *Confusion Matrix* untuk mendapatkan nilai akurasi, sensitivitas, dan spesifitas dalam penelitian ini menggunakan persamaan 2.21-2.23.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Preprocessing*

Penelitian klasifikasi cedera panggul ini menggunakan data numerik berukuran 310×60 dengan sampel data dapat dilihat pada Tabel 3.1. *Pre-processing* untuk memperbaiki data karena pada data cedera panggul ini memiliki range nilai yang berbeda. *Pre-processing* yang dilakukan pada penelitian ini yaitu *normalisasi Z-Score*.

4.1.1. Nomalisasi Z-Score

Proses pertama yaitu dilakukannya normalisasi untuk menyamakan range data cedera panggul. Normalisasi yang dilakukan yaitu dengan *normalisasi Z-Score* dengan menggunakan Persamaan 2.1. Data asli yang digunakan dalam penelitian yaitu sebagai berikut:

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.1 Data Asli

A	B	C	D	E	F	G
63,027817	22,552586	39,609117	40,475232	98,672917	-0,2544	3
39,056951	10,060991	25,015378	28,99596	114,405425	4,564259	3
68,832021	22,218482	50,092194	46,613539	105,985135	-3,530317	3
69,297008	24,652878	44,311238	44,64413	101,868495	11,211523	3
49,712859	9,652075	28,317406	40,060784	108,168725	7,918501	3
:	:	:	:	:	:	:
40,2502	13,921907	25,12495	26,328293	130,327871	2,230652	3

Contoh perhitungan normalisasi Z-Score untuk data pertama pada penelitian ini yaitu sebelum melakukan perhitungan manual normalisasi Z-core kita perlu menghitung nilai Mean dan Standar Deviasi. Berikut perhitungan manual untuk mencari nilai rata-rata:

$$\begin{aligned} Mean(\bar{x}) &= \frac{\Sigma_{i=1}^{n} x_i}{n} \\ &= \frac{36.125683 + 22.758753 + ... + 117.314683}{1860} \\ &= 52.6544 \end{aligned}$$

dengan x_i merupakan data ke-i dan n merupakan banyaknya data. Setelah menentukan nilai $Mean(\bar{x})$ dilanjutkan dengan menghitung standart deviasi, sebagai berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\Sigma_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(36.125683 - 52.6544)^2 + ... + (117.314683 - 52.6544)^2}{1860 - 1}} \\ &= 37.4567\end{aligned}$$

Setelah menemukan nilai $Mean(\bar{x})$ dan nilai standart deviasi σ kemudian menghitung normalisasi, sebagai berikut ini:

$$\begin{aligned}normalisasi \mid x \mid &= \frac{(x_i - mean(x))}{\sigma} \\ &= \frac{(36.125683 - 52.6544)}{37.4567} \\ &= -1.413915\end{aligned}$$

Proses *Normalisasi Z-Score* ini hanya dilakukan pada data fitur yaitu berukuran 310×6 yang hasilnya akan menghasilkan matriks yang berukuran sama. Hasil dari *Normalisasi Z-Score* dari data cedera panggul yaitu sebagai berikut:

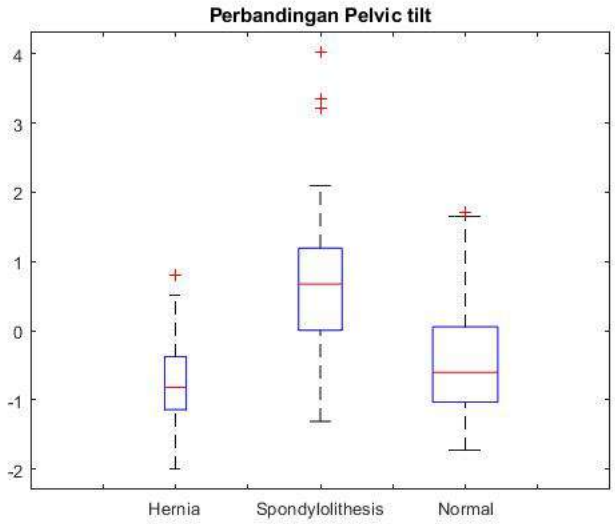
Tabel 4.2 Data Hasil Normalisasi

A	B	C	D	E	F
0.1468	0.5005	-0.6641	-0.1846	-1.4453	-0.8389
-1.2438	-0.7475	-1.4506	-1.0398	-0.2639	-0.6793
0.4835	0.4671	-0.0991	0.2726	-0.8962	-0.9474
0.5105	0.7104	-0.4106	0.1259	-1.2053	-0.4592
-0.6256	-0.7884	-1.2726	-0.2155	-0.7322	-0.5683
:	:	:	:	:	:
-1.17465	-0.3617	-1.4447	-1.2385	0.9316	-0.7566

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Terdapat beberapa cara untuk memvisualisasikan masing-masing variabel pada setiap kelas, salah satunya yaitu dengan menggunakan *boxplot*. Visualisasi nilai dari masing-masing variabel pada setiap kelas dapat dilihat di Gambar sampai dengan Gambar .

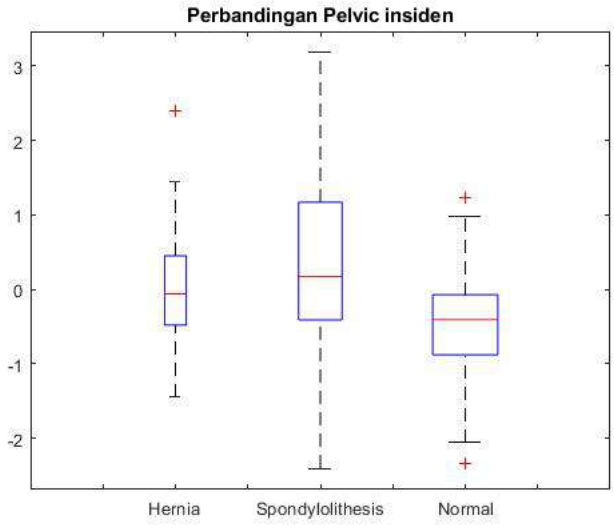


Gambar 4.1 Visualisasi variabel *Pelvic Tilt*

Pada Gambar 4.1 yang menunjukkan boxplot dari variabel *Pelvic Tilt* menghasilkan bahwa pada kelas *hernia* nilai minimal=-1.99, median=-0.81, dan maksimal=0.80. Pada kelas Spondylolithesis menghasilkan nilai minimal=-1.31, median=-0.67, dan maksimal=4.02. Sedangkan pada kelas normal menghasilkan nilai minimal=-1.72, median=-0.60, dan maksimal=1.70. Dapat disimpulkan bahwa pada variabel *Pelvic Tilt* pada kelas normal beririsan dengan kelas hernia dan spondylolythesis.

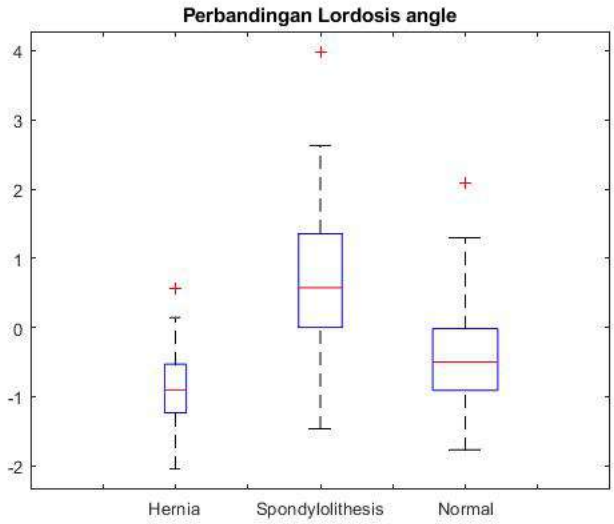
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 4.2 Visualisasi variabel *Pelvic Insiden*

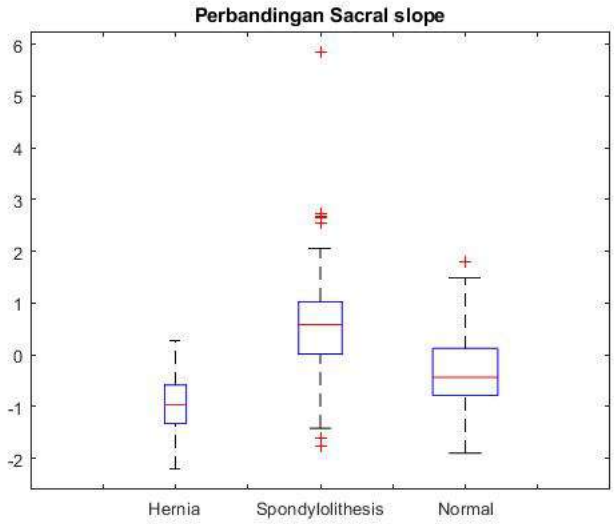
Pada Gambar 4.2 yang menunjukkan boxplot dari variabel *Pelvic Insiden* menghasilkan bahwa pada kelas *hernia* nilai minimal=-1.43, median=-0.059, dan maksimal=2.39. Pada kelas Spondylolithesis menghasilkan nilai minimal=-2.40, median=0.17, dan maksimal=3.18. Sedangkan pada kelas normal menghasilkan nilai minimal=-2.33, median=-0.40, dan maksimal=1.23. Dapat disimpulkan bahwa pada variabel *Pelvic Insiden* pada setiap kelasnya saling beririsan.



Gambar 4.3 Visualisasi variabel *Lordisis Angle*

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Pada Gambar 4.3 yang menunjukkan boxplot dari variabel *Lordisis Angle* menghasilkan bahwa pada kelas *hernia* nilai minimal=-2.04, median=-0.90, dan maksimal=0.55. Pada kelas Spondylolithesis menghasilkan nilai minimal=-1.46, median=0.57, dan maksimal=3.97. Sedangkan pada kelas normal menghasilkan nilai minimal=-1.77, median=-0.50, dan maksimal=2.08. Dapat disimpulkan bahwa pada variabel *Lordisis Angle* pada setiap kelasnya saling beririsan.

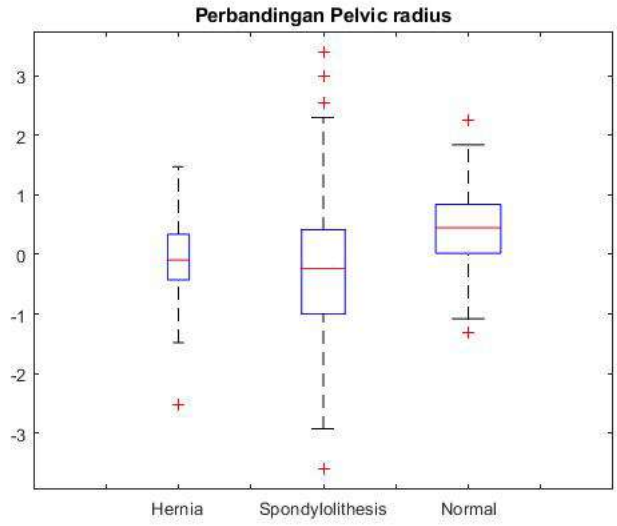


Gambar 4.4 Visualisasi variabel *Sacral Slope*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

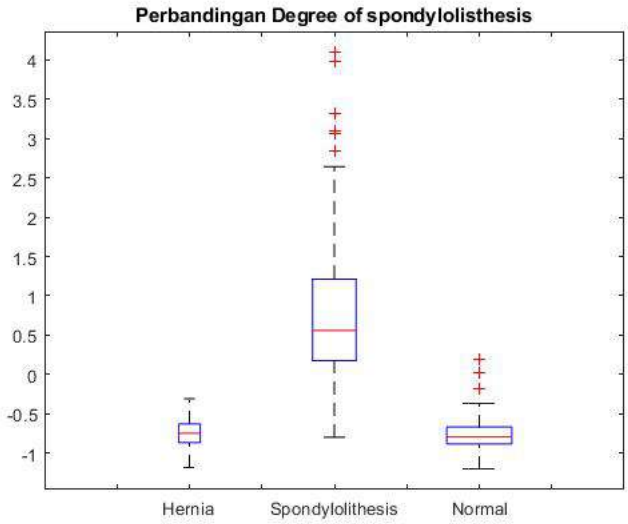
Pada Gambar 4.4 yang menunjukkan boxplot dari variabel *Sacral Slope* menghasilkan bahwa pada kelas *hernia* nilai minimal=-2.20, median=-0.96, dan maksimal=0.27. Pada kelas Spondylolithesis menghasilkan nilai minimal=-1.76, median=0.58, dan maksimal=5.84. Sedangkan pada kelas normal menghasilkan nilai minimal=-1.90, median=-0.43, dan maksimal=1.80. Dapat disimpulkan bahwa pada variabel *Sacral Slope* pada setiap kelasnya saling beririsan.

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 4.5 Visualisasi variabel *Pelvic Radius*

Pada Gambar 4.5 yang menunjukkan boxplot dari variabel *Pelvic Radius* menghasilkan bahwa pada kelas *hernia* nilai minimal=-2.52, median=-0.09, dan maksimal=1.47. Pada kelas Spondylolithesis menghasilkan nilai minimal=-3.59, median=-0.23, dan maksimal=3.39. Sedangkan pada kelas normal menghasilkan nilai minimal=-1.30, median=0.44, dan maksimal=2.25. Dapat disimpulkan bahwa pada variabel *Pelvic Radius* pada setiap kelasnya saling beririsan.



Gambar 4.6 Visualisasi variabel *Deegre of Spondylolisthesis*

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Pada Gambar 4.6 yang menunjukkan boxplot dari variabel *Pelvic Insiden* menghasilkan bahwa pada kelas *hernia* nilai minimal=-1.18, median=-0.74, dan maksimal=-0.30. Pada kelas Spondylolithesis menghasilkan nilai minimal=-0.79, median=0.56, dan maksimal=4.09. Sedangkan pada kelas normal menghasilkan nilai minimal=-1.19, median=-0.79, dan maksimal=0.20. Dapat disimpulkan bahwa pada variabel *Insiden* pada setiap kelasnya saling beririsan.

Hasil visualisasi varibel yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 hingga Gambar 4.6 menghasilkan bahwa setiap variabel di semua kelas saling beririsan. Maka dapat disimpulkan bahwa untuk mengklasifikasi penyakit cedera panggul dalam 3 kelas (*hernia, spondylolithesis*, normal) tidak bisa secara langsung, sehingga memerlukan bantuan sebuah metode klasifikasi, salah satunya yaitu dengan *neural network*.

4.2. Klasifikasi

Pada penelitian ini menggunakan metode *Extreme Learning Machine* yang telah dimodifikasi dengan penambahan kernel yang biasa disebut *Kernel Extreme Learning Machine* (KELM). Setelah dilakukan *Preprocessing* sebelum melalukan proses klasifikasi perlu dilakukannya pembagian data menjadi 2 yaitu *training* dan *testing*. Pada pembagian data ini menggunakan *k-fold cross validation* dengan k = 5 dan 10. Data yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 310 sehingga apabila menggunakan k=5 dan 310 habis dibagi 5 maka data *training* berjumlah 248 dan data *testing* berjumlah 62. Sedangkan apabila k=10 maka pembagian data yaitu *training* berjumlah 279 dan data *testing* berjumlah 31.

Setelah dilakukan pembagian data selanjutnya akan dilakukan proses *training* dan *testing*. Pada proses *training* dan *testing* KELM ini perlu parameter-parameter seperti fungsi kernel, parameter kernel, dan juga nilai

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

koefisien regulasi. Pada fungsi kernel pada penelitian ini menggunakan 4 fungsi kernel yaitu *Radial Basis Function* (RBF), linear, polynomial, dan wavelet. Parameter kernel yang digunakan yaitu σ yang diperoleh dari nilai standar deviasi dan $d = 2$, serta dengan nilai koefisien regulasi yaitu 0.1, 1, 10, 100, dan 1000.

4.2.1. *Training*

Pada proses *training* ini peneliti menggunakan data sesuai yang telah dibagi menggunakan *K-fold* yaitu dengan data 248. Berikut langkah-langkah perhitungan manual pada proses *training*:

1. Menghitung matriks omega (Ω_{KELM})

   Menghitung matriks omega Ω_{KELM} dilakukan dengan menggunakan fungsi kernel sesuai Persamaan 2.17. Matriks ini akan berukuran 248×62. Data training yang digunakan sebagai berikut ini:

$$x_{in} = \begin{bmatrix} 0.1468 & 0.5005 & -0.6641 & -0.1846 & -1.4453 & -0.8389 \\ -1.2438 & -0.7475 & -1.4506 & -1.0398 & -0.2639 & -0.6793 \\ 0.4835 & 0.4671 & -0.0991 & 0.2726 & -0.8962 & -0.9474 \\ 0.5105 & 0.7104 & -0.4106 & 0.1259 & -1.2053 & -0.4592 \\ -1.1746 & -0.3617 & -1.4447 & -1.2385 & 0.9316 & -0.7566 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -0.4098 & -0.1677 & -0.7957 & -0.4011 & 0.1987 & -0.6322 \end{bmatrix}$$

   Selanjutnya yaitu perhitungan matriks omega Ω_{KELM}, sebelum menghitung matriks omega Ω_{KELM} perlu mengetahui parameternya yaitu diantaranya:

   (a) C (Koefisien regulasi) : 0.1, 1, 10, 100, 1000

   (b) $d = 2$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

(c) $\sigma = 37.2416$

Setelah menentukan parameter kernel, dilanjutkan dengan penghitungan manual matriks omega (Ω_{KELM}). Pada penelitian ini peneliti menggunakan matrix omega (Ω_{KELM}) dengan beberapa fungsi kernel, berikut ini perhitungan manual masing-masing kernel:

(a) *Radial Basis Function* (RBF)

Pada fungsi kernel Radial Basis Function menggunakan nilai σ yaitu diperoleh dari persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned}
\sigma &= \sqrt{\frac{\Sigma_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\
&= \sqrt{\frac{(36.125683 - 52.6544)^2 + ... + (117.314683 - 52.6544)^2}{1860 - 1}} \\
&= 37.2416
\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai σ yaitu dilanjukan proses perhitungan manual kernel RBF dengan menggunakan Persamaan 2.12.

$$\begin{aligned}
K(x_i, x_j) &= exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\,||x_i - x_j||^2\right) \\
&= exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\|x_{train} - x_{train}\|^2\right) \\
&= exp\left(-\frac{1}{2(37.2416)^2}\right) \times
\end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$\left\|\begin{bmatrix} 0.1468 & \cdots & -0.8389 \\ -1.2438 & \cdots & -0.6793 \\ 0.4835 & \cdots & -0.9474 \\ 0.5105 & \cdots & -0.4592 \\ -1.1746 & \cdots & -0.7566 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.4098 & \cdots & -0.6322 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0.1468 & \cdots & -0.8389 \\ -1.2438 & \cdots & -0.6793 \\ 0.4835 & \cdots & -0.9474 \\ 0.5105 & \cdots & -0.4592 \\ -1.1746 & \cdots & -0.7566 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.4098 & \cdots & -0.6322 \end{bmatrix}\right\|^2$$

$$= \begin{bmatrix} 0.5811 & 0.784 & 0.3708 & 0.5011 & \cdots & 0.9665 \\ 0.6399 & 0.8347 & 0.3988 & 0.5556 & \cdots & 0.7151 \\ 0.5465 & 0.766 & 0.2904 & 0.4649 & \cdots & 0.9587 \\ 0.4911 & 0.6837 & 0.3347 & 0.4209 & \cdots & 0.923 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 0.6064 & 0.7399 & 0.5132 & 0.509 & \cdots & 0.9607 \end{bmatrix}_{248\times248}$$

Pada proses pembentukan matriks omega menggunakan kernel *Radial Basis Funtcion* (RBF) menggunakan data sebanyak 248×6 sehingga matriks omega berukuran 248×248 yang kemudian matriks omega ini akan digunakan untuk mencari nilai bobot keluaran β. kernel RBF ini hasilnya diperoleh dari data *training* dan dipengarui oleh standar deviasi dari data *training*.

(b) linear

Berikut perhitungan manual kernel linear dengan menggunakan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

persamaan 2.13:

$$
\begin{aligned}
K(x_i, x_j) &= x_i x_j^T \\
&= x_{train} x_{train}^T \\
&= \begin{bmatrix} 0.1468 & 0.5005 & -0.6641 & -0.1846 & -1.4453 & -0.8389 \\ -1.2438 & -0.7475 & -1.4506 & -1.0398 & -0.2639 & -0.6793 \\ 0.4835 & 0.4671 & -0.0991 & 0.2726 & -0.8962 & -0.9474 \\ 0.5105 & 0.7104 & -0.4106 & 0.1259 & -1.2053 & -0.4592 \\ -1.1746 & -0.3617 & -1.4447 & -1.2385 & 0.9316 & -0.7566 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -0.4098 & -0.1677 & -0.7957 & -0.4011 & 0.1987 & -0.6322 \end{bmatrix} \times \\
&\begin{bmatrix} 0.1468 & 0.5005 & -0.6641 & -0.1846 & -1.4453 & -0.8389 \\ -1.2438 & -0.7475 & -1.4506 & -1.0398 & -0.2639 & -0.6793 \\ 0.4835 & 0.4671 & -0.0991 & 0.2726 & -0.8962 & -0.9474 \\ 0.5105 & 0.7104 & -0.4106 & 0.1259 & -1.2053 & -0.4592 \\ -1.1746 & -0.3617 & -1.4447 & -1.2385 & 0.9316 & -0.7566 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -0.4098 & -0.1677 & -0.7957 & -0.4011 & 0.1987 & -0.6322 \end{bmatrix}^T \\
&= \begin{bmatrix} -2.4389 & -3.127 & -4.3549 & -1.4522 & \cdots & -0.0599 \\ -2.7242 & -3.2961 & -5.2401 & -2.8497 & \cdots & -1.1487 \\ -2.0484 & -3.7559 & -4.2123 & -1.9756 & \cdots & 3.3708 \\ 7.1982 & 9.1472 & 10.7202 & 2.307 & \cdots & 5.8216 \\ 0.1621 & -4.5131 & -3.0174 & -3.8429 & \cdots & 2.5416 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 0.5394 & 3.6522 & 3.9449 & 2.203 & \cdots & 4.8449 \end{bmatrix}_{248 \times 248}
\end{aligned}
$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Pada proses pembentukan matriks omega menggunakan kernel linear menggunakan data sebanyak 248×6 sehingga matriks omega berukuran 248×248 yang kemudian matriks omega ini akan digunakan untuk mencari nilai bobot keluaran β. kernel linear ini hasilnya diperoleh dari data training itu sendiri dan data training yang di *tranpose*.

(c) Polynomial

Perhitungan manual kernel polynomial ini menggunakan rumus dari Persamaan 2.14. Pada kernel Polynomial ini memerlukan nilai d yang diperoleh dengan *trial and error*, peneliti menggunakan nilai $d = 1$ karena dari uji coba yang dilakukan oleh menghasilkan akurasi berturut-turut yaitu 98%, 80%, dan 75% pada peneliannya dengan menggunakan kernel polynomial derajat 1, 2, dan 3 (Karyawati et al.).

$$
\begin{aligned}
K(x_i, x_j) &= \left(1 + x_i^T x_j\right)^d \\
&= \left(1 + x_{train}^T x_{train}\right)^d \\
&= \left(1 + \begin{bmatrix} 0.146 & \cdots & -0.838 \\ -1.243 & \cdots & -0.679 \\ 0.483 & \cdots & -0.947 \\ 0.510 & \cdots & -0.459 \\ -1.174 & \cdots & -0.756 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.409 & \cdots & -0.632 \end{bmatrix}^{tp} \times \begin{bmatrix} 0.146 & \cdots & -0.838 \\ -1.243 & \cdots & -0.679 \\ 0.483 & \cdots & -0.947 \\ 0.510 & \cdots & -0.459 \\ -1.174 & \cdots & -0.756 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.409 & \cdots & -0.632 \end{bmatrix}\right)^1
\end{aligned}
$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$= \begin{bmatrix} 5.8599 & 3.2578 & 0.6418 & 6.1842 & \cdots & 1.9403 \\ 2.7144 & 4.2697 & -0.1834 & 9.0214 & \cdots & -1.3926 \\ -4.3102 & 0.0334 & -2.2517 & -6.0770 & \cdots & -2.7078 \\ 1.6680 & 1.0291 & 0.9850 & 1.4326 & \cdots & 0.7099 \\ -2.5343 & 1.6634 & 0.1984 & -3.3622 & \cdots & -0.0185 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1.3523 & 1.0115 & 0.5721 & 2.7613 & \cdots & 0.9249 \end{bmatrix}_{248\times248}$$

Pada proses pembentukan matriks omega menggunakan kernel Polynomial menggunakan data sebanyak 248×6 sehingga matriks omega berukuran 248×248 yang kemudian matriks omega ini akan digunakan untuk mencari nilai bobot keluaran β. kernel polynomial ini hasilnya diperoleh dari data training dan dipengaruhi oleh nilai parameter d.

(d) Wavelet

Perhitungan manual kernel wavelet ini menggunakan rumus dari Persamaan 2.15. Pada kernel ini menggunakan parameter nilai e.

$$K(x_i, x_j) = cos\left(\frac{1.675\,\|x_i - x_j\|}{\sigma}\right) exp\left(-\frac{||x_i - x_j||^2}{d}\right)$$

Agar lebih mudah dalam menghitung, di misalkan yaitu

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$a = \|x_{train} - x_{train}\|$, sehingga nilai a adalah

$$a = \left\| \begin{bmatrix} 0.1468 & \cdots & -0.8389 \\ -1.2438 & \cdots & -0.6793 \\ 0.4835 & \cdots & -0.9474 \\ 0.5105 & \cdots & -0.4592 \\ -1.1746 & \cdots & -0.7566 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.4098 & \cdots & -0.6322 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0.1468 & \cdots & -0.8389 \\ -1.2438 & \cdots & -0.6793 \\ 0.4835 & \cdots & -0.9474 \\ 0.5105 & \cdots & -0.4592 \\ -1.1746 & \cdots & -0.7566 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.4098 & \cdots & -0.6322 \end{bmatrix} \right\|$$

$$= \begin{bmatrix} 4.6610 & 4.3538 & 1.6280 & 5.2008 & 2.6299 & \cdots & 9.1660 \\ 0.5521 & 4.1230 & 7.5004 & 6.4383 & 1.8864 & \cdots & 20.5164 \\ 5.7234 & 4.9667 & 0.5239 & 4.8961 & 3.2250 & \cdots & 7.7639 \\ 6.3834 & 4.9483 & 1.0825 & 5.2167 & 3.5003 & \cdots & 6.2484 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1.3053 & 3.0204 & 8.2645 & 4.8020 & 2.4399 & \cdots & 25.5743 \end{bmatrix}$$

UIN SUNAN AMPEL

Maka perhitungan manual dari kernel wavelet adalah sebagai berikut ini:

S U R A B A Y A

$$= cos\left(\frac{1.675a}{\sigma}\right) exp\left(-\frac{a^2}{d}\right)$$

$$= \begin{bmatrix} 0.0208 & 0.0001 & 0.0004 & 0.0169 & \cdots & 0.0454 \\ 0.0041 & 0.0001 & 0 & 0.006 & \cdots & 0.0094 \\ 0.1041 & 0.0049 & 0.0058 & 0.058 & \cdots & 0.089 \\ 0.1487 & 0.0009 & 0.0051 & 0.0524 & \cdots & 0.2311 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 0.1035 & 0.0001 & 0.0025 & 0.0287 & \cdots & 0.2602 \end{bmatrix}_{248 \times 248}$$

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Pada proses pembentukan matriks omega menggunakan kernel wavelet menggunakan data sebanyak 248×6 sehingga matriks omega berukuran 248×248 yang kemudian matriks omega ini akan digunakan untuk mencari nilai bobot keluaran β. kernel wavelet ini hasilnya diperoleh dari data training dan menggunakan cos.

2. Menghitung nilai bobot keluaran (β) Menghitung bobot keluaran pada proses training ini nantinya akan digunakan pada saat menentukan kelas prediksi pada proses testing. Perhitungan untuk menentukan nilai β memerlukan nilai koefisien regulasi. Pada perhitungan manual pada penelitian ini, peneliti menggunakan nilai $C = 1$ menggunakan rumus Persamaan 2.18. Berikut perhitungan manualnya sesuai dengan kernel:

   (a) RBF

   Setelah didapatkan nilai matriks Ω dari kernel RBF, kemudian dilanjutkan menghitung nilai β dengan menggunakan Persamaan 2.18.

$$\beta = \left(\frac{1}{C}I + \Omega\right)^{-1} \times Y$$

$$= \left(1 \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ : & : & \cdots & : \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.5811 & 0.784 & \cdots & 0.9665 \\ 0.6399 & 0.8347 & \cdots & 0.7151 \\ : & : & \cdots & : \\ 0.6064 & 0.7399 & \cdots & 0.9607 \end{bmatrix}_{248\times248}\right)^{-1}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$\times \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ : & : & : \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}_{248\times 3}$$

$$= \begin{bmatrix} -0.4623 & -0.4492 & 0.8859 \\ -0.7773 & -0.1264 & 0.8951 \\ : & : & : \\ -0.8502 & -0.4825 & 1.321 \end{bmatrix}_{248\times 3}$$

Hasil dari bobot keluaran (β) yaitu matriks berukuran 248×3 karena banyak data *training* yang digunakan yaitu 248 dan dengan jumlah label 3.

(b) Linear

Setelah didapatkan nilai matriks Ω dari kernel linear, kemudian dilanjutkan menghitung nilai β dengan menggunakan Persamaan 2.18.

$$\beta = \left(\frac{1}{c}I + \Omega\right)^{-1} \times Y$$

$$= \left(1 \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ : & : & \cdots & : \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -2.438 & -3.127 & \cdots & -0.059 \\ -2.724 & -3.296 & \cdots & -1.148 \\ : & : & : & \cdots & : \\ 0.539 & 3.652 & \cdots & 4.844 \end{bmatrix}_{248\times 248} \right)^{-1}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$\times \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ : & : & : \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}_{248\times 3}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.915 & -0.487 & 0.447 \\ -1.11 & -0.372 & 0.536 \\ : & : & : \\ 0.476 & -0.221 & -1.250 \end{bmatrix}_{248\times 3}$$

Hasil dari bobot keluaran (β) yaitu matriks berukuran 248×3 karena banyak data *training* yang digunakan yaitu 248 dan dengan jumlah label 3.

(c) Polynomial

Setelah didapatkan nilai matriks Ω dari kernel Polynomial, kemudian dilanjutkan menghitung nilai β dengan menggunakan Persamaan 2.18.

$$\beta = \left(\frac{1}{c}I + \Omega\right)^{-1} \times Y$$

$$= \left(1 \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ : & : & \cdots & : \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 5.8599 & 3.2578 & \cdots & 1.9403 \\ 2.7144 & 4.2697 & \cdots & -1.3926 \\ : & : & \cdots & : \\ 1.3523 & 1.0115 & \cdots & 0.9249 \end{bmatrix}_{248\times 248}\right)^{-1}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$\times \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ : & : & : \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}_{248\times 3}$$

$$= \begin{bmatrix} -5.4728 & -4.9495 & 10.4190 \\ -7.5463 & -3.2641 & 10.8068 \\ : & : & : \\ -8.9167 & -4.2648 & 13.1781 \end{bmatrix}_{248\times 3}$$

Hasil dari bobot keluaran (β) yaitu matriks berukuran 248×3 karena banyak data training yang digunakan yaitu 248 dan dengan jumlah label 3.

(d) Wavelet

Setelah didapatkan nilai matriks Ω dari kernel Wavelet, kemudian dilanjutkan menghitung nilai β dengan menggunakan Persamaan 2.18.

$$\beta = \left(\frac{1}{c}I + \Omega\right)^{-1} \times Y$$

$$= \left(1 \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ : & : & \cdots & : \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.0208 & 0.0001 & \cdots & 0.0454 \\ 0.0041 & 0.0001 & \cdots & 0.0094 \\ : & : & \cdots & : \\ 0.1035 & 0.0001 & \cdots & 0.2602 \end{bmatrix}_{248\times 248}\right)^{-1}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$\times \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ : & : & : \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}_{248\times 3}$$

$$= \begin{bmatrix} -0.4171 & -0.3310 & 0.6832 \\ -0.4534 & -0.1159 & 0.5728 \\ : & : & : \\ -0.8991 & -0.2379 & 1.1059 \end{bmatrix}_{248\times 3}$$

Hasil dari bobot keluaran (β) yaitu matriks berukuran 248×3 karena banyak data *training* yang digunakan yaitu 248 dan dengan jumlah label 3.

4.2.2. Testing

Proses testing ini merupakan tahapan setelah dihasilkan nilai β pada proses training. Dalam perhitungan manual ini peneliti menggunakan data testing hasil pembagian menggunak k-fold 5 yaitu berjumlah 62 data. berikut langkah langkah pada proses testing:

1. Menghitung matriks omega (Ω_{KELM})

   Menghitung matriks omega Ω_{KELM} dilakukan dengan menggunakan fungsi kernel sesuai Persamaan 2.12-2.15. Matriks ini akan berukuran 248×62. Pada perhitungan manual ini peneliti menggunakan hasil pembagian data dari k=5 jadi jumlah data training yang digunakan yaitu 62. Data training yang digunakan sebagai berikut ini:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$x_{in} = \begin{bmatrix} 0.1468 & 0.5005 & -0.6641 & -0.1846 & -1.4453 & -0.8389 \\ -1.2438 & -0.7475 & -1.4506 & -1.0398 & -0.2639 & -0.6793 \\ 0.4835 & 0.4671 & -0.0991 & 0.2726 & -0.8962 & -0.9474 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -0.4098 & -0.1677 & -0.7957 & -0.4011 & 0.1987 & -0.6322 \end{bmatrix}$$

Data testing yang digunakan yaitu berjumlah 62, berikut data testing:

$$x_{jn} = \begin{bmatrix} -1.6978 & 0.0172 & -1.9635 & -2.193 & 0.1602 & -0.813 \\ -0.6718 & 0.2419 & -0.6288 & -1.0431 & 0.1051 & -0.5646 \\ -0.3235 & 0.3516 & -0.5244 & -0.6776 & 0.5475 & -0.7499 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.0551 & 0.5147 & -0.3104 & -0.3130 & 0.5819 & -0.9201 \end{bmatrix}$$

Kemudian menghitung matriks Ω_{KELM} penghitungan manual matriks omega. Pada penelitian ini peneliti menggunakan matrix omega dengan beberapa fungsi kernel, berikut ini perhitungan manual masing-masing kernel:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

(a) *Radial Basis Function* (RBF)

$$
\begin{aligned}
K(x_i, x_j) &= exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\,||x_i - x_j||^2\right) \\
&= exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\|x_{train} - x_{test}\|^2\right) \\
&= exp\left(-\frac{1}{2(37.2416)^2}\right) \times \\
&\left\|\begin{bmatrix} 0.1468 & \cdots & -0.8389 \\ -1.2438 & \cdots & -0.6793 \\ 0.4835 & \cdots & -0.9474 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.4098 & \cdots & -0.6322 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -1.6978 & \cdots & -0.813 \\ -0.6718 & \cdots & -0.5646 \\ -0.3235 & \cdots & -0.7499 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ 0.0551 & \cdots & -0.9201 \end{bmatrix}\right\|^2 \\
&= \begin{bmatrix} 0.7695 & 0.9097 & 0.8354 & 0.7988 & \cdots & 0.9326 \\ 0.9577 & 0.9461 & 0.9526 & 0.9206 & \cdots & 0.9511 \\ 0.7485 & 0.9127 & 0.8335 & 0.7359 & \cdots & 0.9179 \\ 0.7354 & 0.8981 & 0.8172 & 0.7440 & \cdots & 0.9112 \\ 0.8906 & 0.9593 & 0.9227 & 0.8362 & \cdots & 0.9546 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 0.9544 & 0.9716 & 0.9559 & 0.8919 & \cdots & 0.9696 \end{bmatrix}_{248\times 62}
\end{aligned}
$$

Pada proses pembentukan matriks omega menggunakan kernel *Radial Basis Function* (RBF) menggunakan data *training* sebanyak 248×6 dan data *testing* 62×6. Sehingga matriks omega pada testing hasilnya berukuran 248×62.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

(b) Linear

$$
\begin{aligned}
K(x_i, x_j) &= x_i x_j^T \\
&= x_{train} x_{test}^T \\
&= \begin{bmatrix} 0.1468 & 0.5005 & -0.6641 & -0.1846 & -1.4453 & -0.8389 \\ -1.2438 & -0.7475 & -1.4506 & -1.0398 & -0.2639 & -0.6793 \\ 0.4835 & 0.4671 & -0.0991 & 0.2726 & -0.8962 & -0.9474 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -0.4098 & -0.1677 & -0.7957 & -0.4011 & 0.1987 & -0.6322 \end{bmatrix} \times \\
&\begin{bmatrix} -1.6978 & 0.0172 & -1.9635 & -2.193 & 0.1602 & -0.813 \\ -0.6718 & 0.2419 & -0.6288 & -1.0431 & 0.1051 & -0.5646 \\ -0.3235 & 0.3516 & -0.5244 & -0.6776 & 0.5475 & -0.7499 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.0551 & 0.5147 & -0.3104 & -0.3130 & 0.5819 & -0.9201 \end{bmatrix}^{tp} \\
&= \begin{bmatrix} 1.5500 & 0.1228 & 0.2062 & -0.6795 & \cdots & 2.6296 \\ -0.2103 & -1.0497 & -0.6299 & -1.7627 & \cdots & 0.6432 \\ -0.0712 & -1.1949 & -0.8505 & -2.2754 & \cdots & 1.1658 \\ 4.0173 & 2.8736 & 2.2763 & 3.5553 & \cdots & 3.0830 \\ 2.5837 & 2.8522 & 1.9856 & 2.8245 & \cdots & 2.3591 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 4.8522 & 4.6791 & 3.4814 & 5.2386 & \cdots & 4.0328 \end{bmatrix}_{248 \times 62}
\end{aligned}
$$

Pada proses pembentukan matriks omega menggunakan kernel Linear menggunakan data training sebanyak 248×6 dan data testing 62×6. Sehingga matriks omega pada testing hasilnya berukuran 248×62.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

(c) Polynomial

$$
\begin{aligned}
K(x_i, x_j) &= \left(1 + x_i^{tp} x_j\right)^d \\
&= \left(1 + x_{train}^{tp} x_{test}\right)^1 \\
&= \left(1 + \begin{bmatrix} 0.146 & \cdots & -0.838 \\ -1.24 & \cdots & -0.679 \\ 0.483 & \cdots & -0.947 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.409 & \cdots & -0.632 \end{bmatrix}^{tp} \times \begin{bmatrix} -1.697 & \cdots & -0.813 \\ -0.671 & \cdots & -0.564 \\ -0.323 & \cdots & -0.749 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ 0.055 & \cdots & -0.920 \end{bmatrix}\right)^1 \\
&= \begin{bmatrix} 1.6905 & 2.4788 & 2.5847 & \cdots & -2.4685 \\ 6.3151 & 3.7356 & 4.4471 & \cdots & -7.5086 \\ 0.3388 & 1.5208 & 1.2677 & \cdots & -0.2654 \\ 0.2462 & 1.7183 & 1.4132 & \cdots & 0.2743 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 3.9910 & 2.1496 & 3.0670 & \cdots & -5.5404 \end{bmatrix}_{248 \times 62}
\end{aligned}
$$

Pada proses pembentukan matriks omega menggunakan kernel Polynomial menggunakan data *training* sebanyak 248×6 dan data *testing* 62×6. Sehingga matriks omega pada *testing* hasilnya berukuran 248×62.

(d) Wavelet

$$K(x_i, x_j) = cos\left(\frac{1.675\,\|x_i - x_j\|}{e}\right) exp\left(-\frac{||x_i - x_j||^2}{2e}\right)$$

Agar lebih mudah dalam menghitung, kita misalkan yaitu

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$a = \|x_{train} - x_{test}\|$, sehingga nilai a adalah

$$a = \left\| \begin{bmatrix} 0.146 & \cdots & -0.838 \\ -1.243 & \cdots & -0.679 \\ 0.483 & \cdots & -0.947 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.409 & \cdots & -0.632 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -1.6978 & \cdots & -0.813 \\ -0.6718 & \cdots & -0.5646 \\ -0.3235 & \cdots & -0.7499 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ 0.0551 & \cdots & -0.9201 \end{bmatrix} \right\|$$

Karena pada perhitungan ini ukuran dara training dan testing berbeda maka perlu dilakukan dengan cara menjumlahkan data setiap baris dan dikalikan dengan *Matrix of ones* dengan ukuran sesuai jumlah data testing apabila untuk data training, sedangkan untuk data testing dikalikan dengan *Matrix of ones* dengan ukuran sesuai jumlah data training. Berikut contoh perhitungan untuk menyamakan ukuran matriks untuk data training:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

i. menjumlahkan setiap baris data training

$$x_t rain = \begin{bmatrix} 0.146 & \cdots & -0.838 \\ -1.243 & \cdots & -0.679 \\ 0.483 & \cdots & -0.947 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ -0.409 & \cdots & -0.632 \end{bmatrix}_{248\times 6} = \begin{bmatrix} 3.54 \\ 5.82 \\ 2.23 \\ \vdots \\ 3.53 \end{bmatrix}_{248\times 1}$$

ii. mengalikan dengan matriks *Matrix of ones* ukuran sesuai banyak data pada data testing

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$x_t rain = \begin{bmatrix} 3.54 \\ 5.82 \\ 2.23 \\ \vdots \end{bmatrix}_{248\times1} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \end{bmatrix}_{1\times62}$$

$$= \begin{bmatrix} 3.5400 & 3.5400 & 3.5400 & 3.5400 & 3.5400 & \cdots & 3.5400 \\ 5.8229 & 5.8229 & 5.8229 & 5.8229 & 5.8229 & \cdots & 5.8229 \\ 2.2371 & 2.2371 & 2.2371 & 2.2371 & 2.2371 & \cdots & 2.2371 \\ 2.6137 & 2.6137 & 2.6137 & 2.6137 & 2.6137 & \cdots & 2.6137 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 6.5725 & 6.5725 & 6.5725 & 6.5725 & 6.5725 & \cdots & 6.5725 \end{bmatrix}_{248\times62}$$

Tahapan yang sama dilakukan juga pada data testing, sehingga di dapatkan nilai data testing sebagai berikut:

$$x_t est = \begin{bmatrix} 4.5433 & 4.5433 & 4.5433 & 4.5433 & 4.5433 & \cdots & 4.5433 \\ 11.5209 & 11.5209 & 11.5209 & 11.5209 & 11.5209 & \cdots & 11.5209 \\ 3.7180 & 3.7180 & 3.7180 & 3.7180 & 3.7180 & \cdots & 3.7180 \\ 5.5467 & 5.5467 & 5.5467 & 5.5467 & 5.5467 & \cdots & 5.5467 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 3.1499 & 3.1499 & 3.1499 & 3.1499 & 3.1499 & \cdots & 3.1499 \end{bmatrix}_{248\times62}$$

Setelah didapatkan nilai data testing dan data training dengan ukuran

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

yang sama, maka didapatkan nilai a sebagai berikut ini:

$$a = \begin{bmatrix} 4.6610 & 4.3538 & 1.6280 & 5.2008 & 2.6299 & \cdots & 9.1660 \\ 0.5521 & 4.1230 & 7.5004 & 6.4383 & 1.8864 & \cdots & 20.5164 \\ 5.7234 & 4.9667 & 0.5239 & 4.8961 & 3.2250 & \cdots & 7.7639 \\ 6.3834 & 4.9483 & 1.0825 & 5.2167 & 3.5003 & \cdots & 6.2484 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1.3053 & 3.0204 & 8.2645 & 4.8020 & 2.4399 & \cdots & 25.5743 \end{bmatrix}_{248\times 62}$$

Maka perhitungan manual dari kernel wavelet adalah sebagai berikut ini:

$$= cos\left(\frac{1.675a}{\sigma}\right) exp\left(-\frac{a^2}{d}\right)$$

$$= \begin{bmatrix} 0.2833 & 0.7206 & 0.3880 & 0.2469 & \cdots & 0.5646 \\ 0.8234 & 0.1116 & 0.6335 & 0.9110 & \cdots & 0.0224 \\ 0.8951 & 0.0977 & 0.6020 & 0.7611 & \cdots & 0.0206 \\ 0.5246 & 0.4178 & 0.4444 & 0.4385 & \cdots & 0.2061 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 0.3644 & 0.7034 & 0.4881 & 0.3885 & \cdots & 0.4195 \end{bmatrix}_{248\times 62}$$

Pada proses pembentukan matriks omega menggunakan kernel wavelet menggunakan data training sebanyak 248×6 dan data testing 62×6. Sehingga matriks omega pada testing hasilnya berukuran 248×62.

Hasil dari menghitung matriks omega kemudian digunakan untuk menghitung nilai Y_k (kelas predikasi).

2. Menghitung Y_k (Kelas Prediksi) Setelah menghitung matriks omega ω_{KELM},

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

kemudian menghitung nilai kelas prediksi dengan menggunakan Persamaan 2.20 dengan menggunakan hasil β yang telah dihitung saat proses training. Pada perhitungan manual ini peneliti menggunakan hasil matriks omega Ω_{KELM} dari kernel linear. Berikut perhitungannya:

$$
\begin{aligned}
Y_k &= \begin{bmatrix} K(x, x_1) \\ \vdots \\ K(x, x_N) \end{bmatrix}^T \beta \\
&= \begin{bmatrix} 1.5500 & 0.1228 & 0.2062 & -0.6795 & \cdots & 2.6296 \\ -0.2103 & -1.0497 & -0.6299 & -1.7627 & \cdots & 0.6432 \\ -0.0712 & -1.1949 & -0.8505 & -2.2754 & \cdots & 1.1658 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 4.8522 & 4.6791 & 3.4814 & 5.2386 & \cdots & 4.0328 \end{bmatrix}^T_{248\times 62} \\
&\times \begin{bmatrix} 0.915 & -0.487 & 0.447 \\ -1.11 & -0.372 & 0.536 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.476 & -0.221 & -1.250 \end{bmatrix}_{248\times 3} \\
&= \begin{bmatrix} -0.0987 & -0.4379 & 0.5228 \\ -0.1947 & -0.1686 & 0.3518 \\ -0.3987 & -0.1241 & 0.4446 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.6305 & -0.1843 & -0.3369 \end{bmatrix}_{62\times 3}
\end{aligned}
$$

Kemudian setelah menentukan nilai Y_k yaitu menentukan label kelas dari hasil Y_k. Pada Y_k menghasilkan matriks berukuran 62×3 dengan 62 atau baris menyatakan banyaknya data testing dan 3 atau kolom menyatakan banyaknya kelas.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Cara mengetahui kelas pada hasil klasifikasi yaitu dengan melihat nilai terbesar pada baris tersebut. Misalkan pada $Y_k(1,:)$ yaitu sebagai berikut:

$$Y_k(1,:) = \begin{bmatrix} -0.0987 & -0.4379 & 0.5228 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil $Y_k(1,:)$ terlihat bahwa nilai terbesar pada kolom ke-3 maka $Y_k(1,:)$ termasuk pada kelas 3.

4.3. Evaluasi

Pada penelitian klasifikasi cedera panggul ini menggunakan metode ELM Modified jenis KELM. Sebelum proses klasifikasi perlu pembagian data menjadi data training dan data testing. Pembagian data tersebut menggunakan *K-fold cross validation* dengan k = 5 dan 10. Tahap selanjutnya yaitu klasifikasi, pada tahap ini menggunakan uji coba fungsi kernel dan nilai koefisien regulasi (C). Kernel yang digunakan yaitu kernel RBF, polynomial, linear, dan wavelet. Serta nilai C yang digunakan yaitu 0.1, 1, 10, 100, dan 1000. Kemudian tahap yang terakhir yaitu evaluasi model. Pada penelitian ini untuk evaluasi model menggunakan tabel *confusion matrix*. Tabel confusion matrix berisi nilai *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN). Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menghitung nilai dari akurasi, sensitivitas, dan spesifitas dengan menggunakan Persamaan **??** -**??**. Hasil dari uji coba penelitian ini dapat dilihat di tabel 4.3 dan 4.4. Berikut merupakan hasil *confusion matrix* menggunakan uji coba k=5, C=10, dan kernel polynomial yang dapat dilihat pada

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Prediksi				
Aktual		A	B	C
	A	17	1	2
	B	2	27	1
	C	4	0	8

Prediksi				
Aktual		A	B	C
	A	19	0	1
	B	2	28	0
	C	6	0	6

Prediksi				
Aktual		A	B	C
	A	17	1	2
	B	3	27	0
	C	8	0	4

Prediksi				
Aktual		A	B	C
	A	16	1	3
	B	0	30	0
	C	3	1	8

Prediksi				
Aktual		A	B	C
	A	19	0	1
	B	2	28	0
	C	7	0	5

Gambar 4.7 Hasil Confussion Matriks

Dari Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa yang terklasifikasi pada *k-fold* 1 benar pada kelas normal yaitu ada 8, sedangkan yang salah dan masuk pada kelas Hernia dan Spondylolithesis masing masing yaitu 4 dan 0. Pada kelas Hernia yang terklasifikasi benar ada 17, sedangkan yang terklasifikasi salah pada kelas Normal dan Spondylolithesis masing-masing yaitu 2 dan 1. Pada kelas Spondylolithesis yang terklasifikasi benar ada 27, sedangkan yang terklasifikasi salah masuk pada kelas Normal dan Hernia masing-masing yaitu 2 dan 1. Sehingga formula tersebut dapat digunakan untuk menghitung akurasi, sensitivitas, dan spesifitas. berikut perhitungannya:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

$$
\begin{aligned}
TP_1 &= 17 \\
TP_2 &= 27 \\
TP_3 &= 8 \\
TN_1 &= 27 + 1 + 0 + 8 = 36 \\
TN_2 &= 17 + 4 + 8 + 2 = 31 \\
TN_3 &= 17 + 2 + 1 + 27 = 47 \\
FN_1 &= 2 + 1 = 3
\end{aligned}
$$

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

$$
\begin{aligned}
FN_2 &= 2+1=3 \\
FN_3 &= 4+0=4 \\
FP_1 &= 2+4=6 \\
FP_2 &= 1+0=1 \\
FP_3 &= 2+1=3 \\
Akurasi &= \frac{17+27+8}{62} \times 100\% \\
&= \frac{28}{31} \times 100\% \\
&= 83,87\% \\
Sensitivitas &= \sum \frac{\frac{TP}{FP+FN}}{x_{kelas}} \times 100\% \\
&= \frac{\frac{17}{6+3}+\frac{27}{1+3}+\frac{8}{3+4}}{3} \times 100\% \\
&= 81,02\% \\
Spesifitas &= \sum \frac{\frac{TN}{TN+FP}}{x_{kelas}} \\
&= \frac{\frac{36}{36+6}+\frac{31}{31+1}+\frac{47}{47+2}}{3} \\
&= 80,56\%
\end{aligned}
$$

Kemudian untuk *Fold* 2 hingga 5 di hitung seperti di atas. Sehingga didapatkan tabel confussion matrix fold 1 hingga 5 yaitu :

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.3 Hasil Evaluasi

Fold	Akurasi	Sensitivitas	Spesifitas
1	83,87	81,02	80,56
2	85,48	85,36	79,44
3	77,42	74,60	69,44
4	87,10	83,56	82,22
5	83,87	83,73	76,67
Rata-rata	83,55	81,66	77,67

Pada Tabel 4.3 hasil dari perolehan mulai *fold* 1 hingga 5. kemudian setelah didapatkan hasil semua *fold* di rata-rata dengan menggunakan Persamaan berikut ini misalkan pada Akurasi:

$$\begin{aligned} Mean(\bar{x}) &= \frac{\Sigma_{i=1}^{n} x_i}{n} \\ &= \frac{83,87 + 85,48 + 77,42 + 87,10 + 83,87}{5} \\ &= 83,55 \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.4 Hasil Uji coba K=5

Kernel	Nilai C (%)	Akurasi (%)	Sensitivitas (%)	Spesivitas (%)	Waktu (s)
RBF	0.1	83.00	87.00	80.03	0.001
	1	87.09	84.83	82.72	0.005
	10	87.09	86.64	81.67	0.005
	100	82.25	78.69	77.22	0.005
	1000	82.25	78.01	76.11	0.006
Linear	0.1	82.25	80.88	84.44	0.006
	1	74.19	69.57	70.00	0.004
	10	80.64	77.97	80.00	0.004
	100	83.87	81.78	83.89	0.004
	1000	74.19	70.76	68.89	0.005
Polynomial	0.1	80,65	77,59	73,33	0,001
	1	85,48	89,66	81,67	0,003
	10	82,26	78,02	76,11	0,001
	100	83,87	87,90	76,67	0,001
	1000	82,26	76,94	76,11	0,005
Wavelet	0.1	82.25	80.83	78.33	0.009
	1	83.87	82.06	79.44	0.005
	10	87.09	82.42	81.11	0.008
	100	85.48	80.95	81.11	0.005
	1000	77.42	72.41	71.11	0.006

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Tabel 4.5 Hasil Uji coba K=10

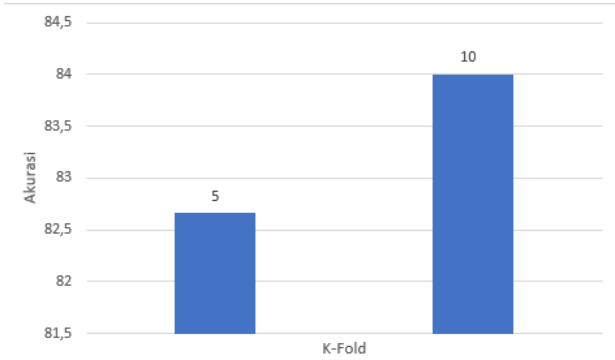
Kernel	Nilai C	Akurasi (%)	Sensisivitas (%)	Spesifitas (%)	Waktu (s)
RBF	0.1	90.32	87.27	85.55	0.004
	1	77.41	75.78	71.11	0.004
	10	80.64	78.70	73.33	0.005
	100	77.41	84.28	70.00	0.005
	1000	87.09	83.56	85.56	0.005
Linear	0.1	70.96	70.45	68.89	0.003
	1	77.41	73.33	74.44	0.003
	10	90.32	88.33	92.22	0.004
	100	80.64	79.12	82.22	0.004
	1000	87.09	86.11	86.67	0.003
Polynomial	0.1	87,10	90,48	81,11	0,001
	1	87,10	83,81	85,56	0,001
	10	80,65	75,88	71,11	0,003
	100	83,87	88,89	78,89	0,001
	1000	83,87	78,31	78,89	0,001
Wavelet	0.1	80.64	77.31	76.67	0.009
	1	87.09	90.08	81.11	0.005
	10	90.32	87.38	88.89	0.004
	100	87.09	83.33	84.44	0.005
	1000	74.19	71.51	74.44	0.005

Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui beberapa pengaruh parameter dan pembagian data dalam akurasi. Pembagian data dapat mempengaruhi hasil akurasi suatu model, hal tersebut dibuktikan pada Gambar

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

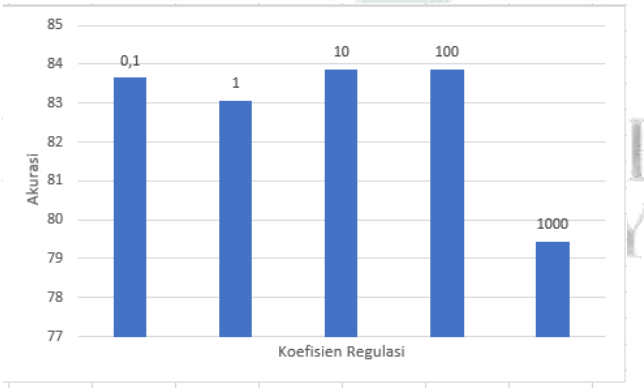
digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

4.8:



Gambar 4.8 Perbandingan Akurasi berdasarkan pembagian data

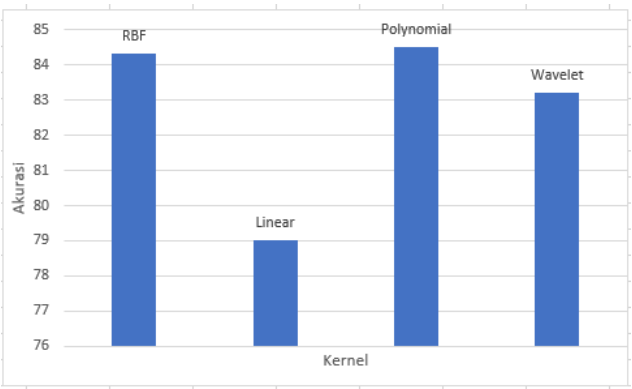
Berdasarkan Gambar 4.8 terlihat bahwa jika menggunak K-fold 5 rata-rata akurasi yang dihasilkan yaitu 82,78%. Sedangkan jika menggunakan K-fold 10 rata-rata akurasi yang dihasilkan yaitu 84%. Selain pembagian data yang menjadi uji coba yaitu nilai Koefisian Regulasi. Berikut grafik hasil akurasi yang dipengaruhi oleh nilai koefisien regulasi:



Gambar 4.9 Perbandingan Akurasi berdasarkan nilai Koefisien Regulasi

Pada Gambar 4.9 terlihat bahwa semakin tinggi nilai Koefisien Regulasi (C) akurasi suatu model tidak semakin baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai C diperoleh dari *trial an error*. Selain pembagian data dan juga nilai koefisien regulasi, uji coba lainnya yaitu dengan kernel. Berikut grafik hasil akurasi yang dipengaruhi oleh jenis kernel:

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 4.10 Perbandingan Akurasi berdasarkan jenis kernel

Pada Gambar 4.10 terlihat bahwa akurasi terbaik rata-rata menggunakan kernel jenis Polynomial.

Berdasarkan Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 akurasi terbaik pada $k - fold = 10$ kernel yang digunakan yaitu linear, serta nilai regulasi $(c) = 10$. Dimana model tersebut menghasilkan Akurasi 90.32, Sensitivitas 88.33, dan Spesifitas 92.22 dengan waktu training 0.004 detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode KELM mampu mengklasifikasikan cedera panggul dengan baik.

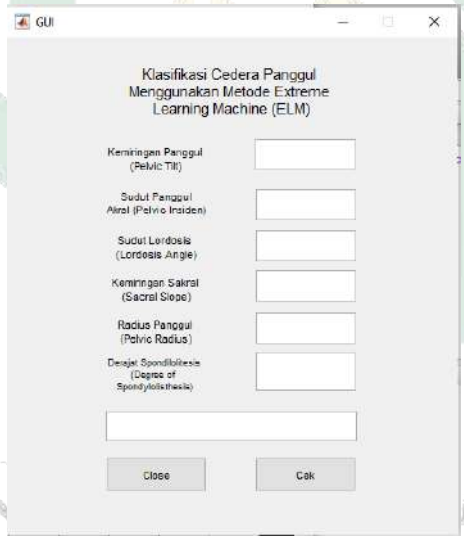
Penelitian lain yang menggunakan metode KELM dengan menggunakan data lain juga menghasilkan akurasi terbaik. Penelitian yang dilakukan oleh Novitasari dkk yang mengklasifikasi kanker servic menggunakan metode KELM menghasilkan akurasi terbaiknya 95% (Novitasari et al., 2020). Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Foeady dkk yang membandingkan metode FFNN diantaranya ELM, KELM, RBFNN, dan Percepton menghasilkan akurasi masing masing 92%, 93.45%, 86.50%, dan 92.15% (Foeady et al., 2021). Akan tetapi pada penelitian lain dengan menggunakan data yang berbeda akurasi KELM kurang baik dibandingkan dengan perkembangan metode ELM lainnya. penelitian yang dilakukan oleh Ding dkk yang membandingkan beberapa metode perkembangan ELM yaitu metode dasar ELM, KELM, dan MLELM pada data ionosfer. Akurasi

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

yang dihasilkan dengan metode Basic ELM, KELM, dan MLELM masing-masing adalah 97.35, 97.35, dan 98.01, sehingga dapat dikatakan bahwa metode MLELM lebih baik daripada metode KELM (Ding et al., 2015).

4.4. Aplikasi Klasifikasi Cedera Panggul

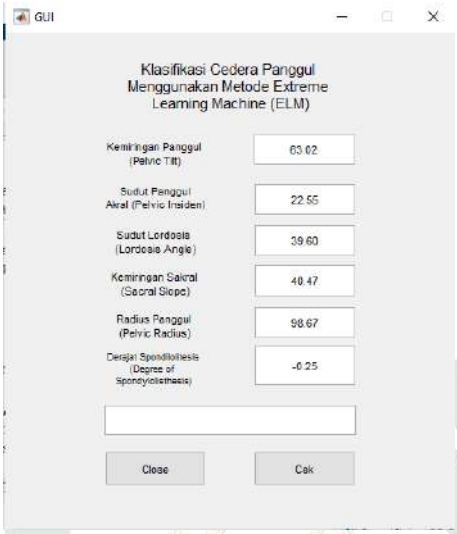
Aplikasi ini digunakan untuk mendeteksi penyakit cedera panggul menggunakan data numerik. Aplikasi ini dibentuk dari model klasifikasi menggunakan KELM dengan akurasi terbaik. Berikut halaman depan:



Gambar 4.11 Halaman Aplikasi

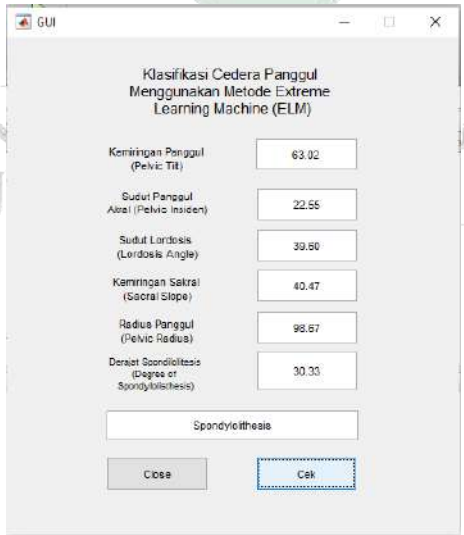
Pada halaman klasifikasi cedera panggul terdapat tulisan Kemiringan Panggul *(Pelvic tilt)*, Sudut Panggulakral *(Pelvic insiden)*, Sudut Lordosis *(Lordosis angle)*, Kemiringan Sakral *(Sacral slope)*, Radius Panggul *(Pelvic radius)*, dan Derajat Spondilolitesis *(Degree of spondylolisthesis)* merupakan variabel-variabel untuk mendeteksi yang harus diisi semua seperti gambar 4.3 dibawah ini:

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 4.12 Pengisian data aplikasi

Setelah diisi semua kemudian diklik ”cek” untuk mengecek apakah normal, hernia, maupun spondylolithesis. klik ”close” untuk menutup aplikasi. Berikut gambar aplikasi setelah di klik ”cek”:



Gambar 4.13 Hasil keluaran aplikasi

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

4.5. Integrasi Keilmuan

Pada penelitian ini hasil akurasi yang didapatkan menggunakan metode ELM *modified* jenis KELM menghasilkan akurasi yang beragam. Pada penelitian ini usaha untuk mendapatkan akurasi terbaik yaitu dengan uji coba. Uji coba yang dilakukan bervariasi pada penelitian ini melakukan uji coba dengan pembagian data *(K-fold)*, nilai koefisien regulasi, dan jenis fungsi kernel. Menghasilkan akurasi yang cukup baik yaitu dengan akurasi 90.32%, spesifitas 88.33%, dan sensitivitas 92.22%. Sehingga dapat dikatakan bahwa setiap hasil yang kita peroleh tidak akan menghianati usaha, sebagaimana firman Allah dalam surat At-Taubah ayat 105 yang berbunyi:

وَقُلِ ٱعْمَلُوا۟ فَسَيَرَى ٱللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُۥ وَٱلْمُؤْمِنُونَ ۖ وَسَتُرَدُّونَ إِلَىٰ عَٰلِمِ ٱلْغَيْبِ
وَٱلشَّهَٰدَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ

artinya: “Dan Katakanlah: ”Bekerjalah kamu, maka Allah dan Rasul-Nya serta orang-orang mukmin akan melihat pekerjaanmu itu, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) Yang Mengetahui akan yang ghaib dan yang nyata, lalu diberitakan-Nya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan”

Pada surat At-Taubah ayat 105 tersebut dijelaskan bahwa setiap apa yang kita kerjakan Allah SWT akan memberikan hasilnya sesuai dengan usahanya. Sesuai dengan penelitian ini yaitu usaha yang dilakukan menghasilkan hasil yang terbaik. Hasil terbaik ini diimplementasikan untuk membantu tenaga medis dalam mendeteksi penyakit seperti tujuan penelitian ini. Sebagaimana dengan firman Allah pada surat Al-Baqarah ayat 83 yang memerintahkan kita untuk saling membantu sesama umat:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

وَإِذْ أَخَذْنَا مِيثَٰقَ بَنِىٓ إِسْرَٰٓءِيلَ لَا تَعْبُدُونَ إِلَّا ٱللَّهَ وَبِٱلْوَٰلِدَيْنِ إِحْسَانًا وَذِى ٱلْقُرْبَىٰ
وَٱلْيَتَٰمَىٰ وَٱلْمَسَٰكِينِ وَقُولُوا۟ لِلنَّاسِ حُسْنًا وَأَقِيمُوا۟ ٱلصَّلَوٰةَ وَءَاتُوا۟ ٱلزَّكَوٰةَ ثُمَّ تَوَلَّيْتُمْ إِلَّا
قَلِيلًا مِّنكُمْ وَأَنتُم مُّعْرِضُونَ

artinya: Dan (ingatlah), ketika Kami mengambil janji dari Bani Israil (yaitu): Janganlah kamu menyembah selain Allah, dan berbuat kebaikanlah kepada ibu bapa, kaum kerabat, anak-anak yatim, dan orang-orang miskin, serta ucapkanlah kata-kata yang baik kepada manusia, dirikanlah shalat dan tunaikanlah zakat. Kemudian kamu tidak memenuhi janji itu, kecuali sebahagian kecil daripada kamu, dan kamu selalu berpaling.

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa kita harus saling membantu sesama umat dan tidak memandang apapun. Dengan adanya penelitian ini bertujuan agar penderita penyakit cedera panggul dapat segera terdeteksi dan segera melakukan pengobatan bagi yang terkena penyakit cedera panggul ini. Selain, melakukan ikhtiar dalam pengobatan juga tetap pemohon pertolongan kepada Allah SWT sebagaimana hadist HR. Tirmidzi no. 2516:

UIN SUNAN AMPEL

عَنْ أَبِي الْعَبَّاسِ عَبْدِ اللهِ بْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللهُ عَنْهُمَا قَالَ : كُنْتُ خَلْفَ النَّبِيِّ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَوْماً، فَقَالَ : يَا غُلاَمُ إِنِّي أُعَلِّمُكَ كَلِمَاتٍ: اْحْفَظِ اللهَ يَحْفَظْكَ، احْفَظِ اللهَ تَجِدْهُ تُجَاهَكَ، إِذَا سَأَلْتَ فَاسْأَلِ اللهَ وَإِذَا اسْتَعَنْتَ فَاسْتَعِنْ بِاللهِ، وَاعْلَمْ أَنَّ الْأُمَّةَ لَوْ اجْتَمَعَتْ عَلَى أَنْ يَنْفَعُوْكَ بِشَيْءٍ لَمْ يَنْفَعُوْكَ إِلاَّ بِشَيْءٍ قَدْ كَتَبَهُ اللهُ لَكَ، وَإِنِ اجْتَمَعُوا عَلَى أَنْ يَضُرُّوْكَ بِشَيْءٍ لَمْ يَضُرُّوْكَ إِلاَّ بِشَيْءٍ قَدْ كَتَبَهُ اللهُ عَلَيْكَ، رُفِعَتِ الْأَقْلاَمُ وَجَفَّتِ الصُّحُفِ. رواه الترمذي وقال : حديث حسن صحيح وفي رواية غير الترمذي: احْفَظِ اللهَ تَجِدْهُ أَمَامَكَ، تَعَرَّفْ إِلَى اللهِ فِي الرَّخَاءِ يَعْرِفْكَ فِي الشِّدَّةِ، وَاعْلَمْ أَنَّ مَا أَخْطَأَكَ لَمْ يَكُنْ لِيُصِيْبَكَ، وَمَا أَصَابَكَ لَمْ يَكُنْ لِيُخْطِئَكَ، وَاعْلَمْ أَنَّ النَّصْرَ مَعَ الصَّبْرِ، وَأَنَّ الْفَرَجَ مَعَ الْكَرْبِ وَأَنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْراً

artinya: Dari Abu Al Abbas Abdullah bin Abbas radhiallahuanhuma, beliau berkata : Suatu saat saya berada dibelakang nabi shollallohu ‘alaihi wa

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

sallam, maka beliau bersabda : Wahai ananda, saya akan mengajarkan kepadamu beberapa perkara: Jagalah Allah, niscaya dia akan menjagamu, Jagalah Allah niscaya Dia akan selalu berada dihadapanmu. Jika kamu meminta, mintalah kepada Allah, jika kamu memohon pertolongan, mohonlah pertolongan kepada Allah. Ketahuilah sesungguhnya jika sebuah umat berkumpul untuk mendatangkan manfaat kepadamu atas sesuatu, mereka tidak akan dapat memberikan manfaat sedikitpun kecuali apa yang telah Allah tetapkan bagimu, dan jika mereka berkumpul untuk mencelakakanmu atas sesuatu , niscaya mereka tidak akan mencelakakanmu kecuali kecelakaan yang telah Allah tetapkan bagimu. Pena telah diangkat dan lembaran telah kering.

Hadist diatas menjelaskan kita sebagai umat muslim dimana mengalami kesusahan misalkan mendapat cobaan menderita penyakit cedera panggul dan mengalami kesulitan dalam berobat, maka memohon pertolongan hanya kepada Allah SWT niscaya Allah akan memberi pertolongan.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari implementasi metode *Kernel Extreme Learning Machine* (KELM) pada cedera panggul dapat disimpulkan bahwa:

1. Klasifikasi menggunakan metode ELM *Modified* kernel yang biasa disebut dengan *Kernel Extreme Learning Machine* (KELM) ini dipengaruhi oleh jumlah k-fold dalam pembagian data, nilai koefisien regulasi, serta jenis fungsi kernelnya. Pada fungsi kernel RBF akurasi terbaik pada K-fold 5 dan 10 adalah 87.09% (nilai $C = 1$) dan 90.32% (nilai $C = 0.1$). Kemudian dengan fungsi kernel linear akurasi terbaik pada K-fold 5 dan 10 adalah 83.87% (nilai $C = 100$) dan 90.32% (nilai $C = 10$). Kemudian pada fungsi kernel polynomial dengan k-fold 5 dan 10 adalah 83.87% (nilai $C = 100$) dan 87.10% (nilai $C = 10$). kemudian menggunakan fungsi kernel wavelet pada K-fold 5 dan 10 adalah 87.09% (nilai $C = 10$) dan 90.32%(nilai $C = 10$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai k-fold akurasi akan semakin bagus dan semakin tinggi nilai koefisien regulasi bukan berarti semakin tinggi nilai akurasi.

2. Evaluasi hasil pada penelitian ini menggunakan Confussion Matriks yang menghasilkan akurasi 90.32 %, sensitifitas 88.33%, dan spesifitas 92.22% pada uji coba dengan k-fold 10, koefisien regulasi 10, dan menggunakan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

fungsi kernel linear. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode KELM ini mampu mengklasifikasi penyakit cedera panggul dengan baik.

5.2. Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Pada proses normalisasi data dapat membandingan metode lainnya dengan metode normalisasi Z-Score seperti normalisasi *min-max*.
2. Pada pross klasifikasi dapat menggunakan perkembangan metode ELM lainnya seperti *Extreme Learning Machine Auto Encoder* (ELM-AE) dan *Multilayer Extreme Learning Machine* (MLELM).

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Aesyi, U. S., Diwangkara, T. W., and Kurniawan, R. T. (2020). Diagnosa Penyakit Disk Hernia Dan Spondylolisthesis Menggunakan Algoritma C5. *Telematika*, 16(2):81.

Azhari, P. F. (2015). Penghitungan derajat kelengkungan tulang punggung pada manusia menggunakan metode transformasi contourlet dan k-nearest neighbor. *Momentum - Unwahas*, 11:81.

Bao, Y., Tang, W., Zhou, S., Wang, Y., Xiao, J., Gao, L., An, R., and Liu, G. (2019). Characteristic Analysis and Literature Review of Hereditary Spinocerebellar Ataxia With Lumbar Spondylolisthesis and Valvular Prolapse. *Journal of Neurology Research*, 9(4-5):81–88.

Ben-israel, A. and Iyigun, C. (2008). Probabilistic D-Clustering. *Journal of Classification*, 26:5–26.

Bhatti, O. K., Aslam, U. S., Hassan, A., and Sulaiman, M. (2016). Employee motivation an Islamic perspective. *journal of Humanomics*, 32(1):33–47.

Chang, W. D., Lin, H. Y., Chang, N. J., and Wu, J. H. (2021). Effects of 830 nm Light-Emitting Diode Therapy on Delayed-Onset Muscle Soreness. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2021.

Chen, C., Li, W., Su, H., and Liu, K. (2014). Spectral-spatial classification of hyperspectral image based on kernel extreme learning machine. *Remote Sensing*, 6(6):5795–5814.

UIN SUNAN AMPEL S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

CHEN, D.-w. and SU, J.-n. (2017). Partial Learning Machine: A New Learning Scheme for Feed Forward Neural Networks. *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*, (cst):589–595.

Chen, Z., Yu, H., Luo, L., Wu, L., Zheng, Q., Wu, Z., Cheng, S., and Lin, P. (2021). Rapid and accurate modeling of PV modules based on extreme learning machine and large datasets of I-V curves. *Applied Energy*, 292(March):116929.

Ding, S., Zhang, N., Xu, X., Guo, L., and Zhang, J. (2015). Deep Extreme Learning Machine and Its Application in EEG Classification. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015.

Doi, T., Tono, O., Tarukado, K., Harimaya, K., Matsumoto, Y., Hayashida, M., Okada, S., and Iwamoto, Y. (2015). A new sagittal parameter to estimate pelvic tilt using the iliac cortical density line and iliac tilt: A retrospective X-ray measurement study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 10(1):1–5.

Ekstrand, P., Tegnestedt, C., Schuster, M., Eriksson, H., Hägg-Martinell, A., and Larsen, J. (2022). The meaning of health among newly arrived immigrants: A qualitative study from stakeholders' perspectives. *Nordic Journal of Nursing Research*, page 205715852210835.

Foeady, A. Z., Riqmawatin, S. R., and Novitasari, D. C. R. (2021). Lung cancer classification based on CT scan image by applying FCM segmentation and neural network technique. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 19(4):1284–1290.

Handayani, I. (2019). Application of K-Nearest Neighbor Algorithm on Classification of Disk Hernia and Spondylolisthesis in Vertebral Column. *Indonesian Journal of Information Systems*, 2(1):57–66.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Hemeida, A. M., Hassan, S. A., Mohamed, A. A. A., Alkhalaf, S., Mahmoud, M. M., Senjyu, T., and El-Din, A. B. (2020). Nature-inspired algorithms for feed-forward neural network classifiers: A survey of one decade of research. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(3):659–675.

Innmann, M. M., Merle, C., Gotterbarm, T., Ewerbeck, V., Beaulé, P. E., and Grammatopoulos, G. (2019). Can spinopelvic mobility be predicted in patients awaiting total hip arthroplasty? A prospective, diagnostic study of patients with end-stage hip osteoarthritis. *Bone and Joint Journal*, 101 B(8):902–909.

Karunaharan, K. A. and Hameed, K. A. (2022). Enhanced Detection of Diabetic Retinopathy from Fundus Images Using Novel Computing Techniques. *Journal Of Pharmaceutical Negative Results*, 13(3):343–350.

Karyawati, AAIN Eka, K. D. Y., Wijaya, I. W., and Supriana. Comparison Of Different Kernel Functions Of Svm Classification Method For Spam Detection. *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)*, (2):91–97.

Lomuscio, A. and Maganti, L. An approach to reachability analysis for feed-forward ReLU neural networks. *Journal of Computer Science*.

Lu, J., Huang, J., and Lu, F. (2020). Kernel extreme learning machine with iterative picking scheme for failure diagnosis of a turbofan engine. *Aerospace Science and Technology*, 96:105539.

Luque, A., Carrasco, A., Martín, A., and de las Heras, A. (2019). The impact of class imbalance in classification performance metrics based on the binary confusion matrix. *Pattern Recognition*, 91:216–231.

Manoharan, J. S. (2021). Study of Variants of Extreme Learning Machine (ELM)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Brands and its Performance Measure on Classification Algorithm. *Journal of Soft Computing Paradigm*, 3(2):83–95.

Marcot, B. G. and Hanea, A. M. (2021). What is an optimal value of k in k-fold cross-validation in discrete Bayesian network analysis? *Computational Statistics*, 36(3):2009–2031.

Mohanty, F., Rup, S., Dash, B., Majhi, B., and Swamy, M. N. (2020). An improved scheme for digital mammogram classification using weighted chaotic salp swarm algorithm-based kernel extreme learning machine. *Applied Soft Computing Journal*, 91:106266.

Munadhif, I. and Pradhipta, I. (2021). Perbandingan Neural Network Backpropagation dan Extreme Learning Machine pada Robot Manipulator. *Jurnal Rekayasa Turnojoyo*, 14(3):301–306.

Nasution, D. A., Khotimah, H. H., and Chamidah, N. (2019). Perbandingan Normalisasi Data untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN. *Computer Engineering, Science and System Journal*, 4(1):78.

Normawati, D. and Prayogi, S. A. (2021). Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 5(2):697–711.

Novitasari, D. C. R., Asyhar, A. H., Thohir, M., Arifin, A. Z., Mu'jizah, H., and Foeady, A. Z. (2020). Cervical Cancer Identification Based Texture Analysis Using GLCM-KELM on Colposcopy Data. *2020 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication, ICAIIC 2020*, pages 409–414.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Putri, M. W. (2019). Hubungan strenght, endurance, dribbling, passing dan shooting terhadap resiko cedera olahraga. *Prosiding SENFIKS (Seminar Nasional Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains)*, 1(1):1–19.

Ramadhani, S. and First, S. R. (2020). A Review Comparative Mammography Image Analysis on Modified CNN Deep Learning Method. *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining (IJAIDM)*, 3(1):1–10.

Rotman, J. A., Kierans, A. S., Lo, G., Gavlin, A., and Guniganti, P. (2020). Imaging of chronic male pelvic pain: what the abdominal imager should know. *Abdominal Radiology*, 45(7):1961–1972.

Sakti, Y. M., Pratama, B. Y., Cein, C. R., Tampubolon, Y. O., Mafaza, A., Kusumowidyo, R. L., Noorafiqi, M. I., and Karsten, S. (2022). Pelvic parameter improvement following deformity correction in adolescence idiopathic scoliosis: A case series. *International Journal of Surgery Case Reports*, 92(November 2021):106743.

Samudera, W. S., Emiliana, P., Darti, and Fadilah, N. Perbedaan Tingkat Nyeri Sebelum dan Sesudah Pemberian Terapi Musik pada Pasien Post op Hernia. *Java Health Journal*, (1).

Saud, S., Jamil, B., Upadhyay, Y., and Irshad, K. (2020). Performance improvement of empirical models for estimation of global solar radiation in India: A k-fold cross-validation approach. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 40(June).

She, Q., Hu, B., Luo, Z., Nguyen, T., and Zhang, Y. (2019). A hierarchical semi-supervised extreme learning machine method for EEG recognition. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 57(1):147–157.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

Trinh, G. M., Shao, H. C., Hsieh, K. L. C., Lee, C. Y., Liu, H. W., Lai, C. W., Chou, S. Y., Tsai, P. I., Chen, K. J., Chang, F. C., Wu, M. H., and Huang, T. J. (2022). Detection of Lumbar Spondylolisthesis from X-ray Images Using Deep Learning Network. *Journal of Clinical Medicine*, 11(18):1–17.

Vetal, S. M., Kalyani, S. S., and Chabnur, S. M. (2021). An Ayurvedic approach to Low Back Pain. *Journal of Ayurveda and Integrated Medical Sciences*, 6(4).

Wahdah, Fakhruzzahid dan soewito and Benfano. Analisis Pengaruh Data Scaling Terhadap Performa Algoritme Machine Learning untuk Identifikasi Tanaman. *Resti*, (1):19–25.

Yang, Y. J. (2019). An Overview of Current Physical Activity Recommendations in Primary Care. *Korean Journal of Family Medicine*, 40(3):135–142.

Yousif, S., Ahmed, A., Abdelhai, A., and Musa, A. (2020). Nerve Conduction Studies in Patients with Lumbosacral Radiculopathy Caused by Lumbar Intervertebral Disc Herniation. *Advances in Orthopedics*, 2020:3–8.

Yuan, C., Yang, Y., and Liu, Y. (2020). Sports decision-making model based on data mining and neural network. *Neural Computing and Applications*, 0123456789.

Zhu, M., Song, Y., Guo, J., Feng, C., Li, G., Yan, T., and He, B. (2017). PCA and Kernel-based extreme learning machine for side-scan sonar image classification. *2017 IEEE OES International Symposium on Underwater Technology, UT 2017*, (238).

Zuhair, M. N. (2021). *Skripsi 2021 hubungan intensitas nyeri dengan status fungsional penderita*. PhD thesis.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id