EXTREME LEARNING MACHINE

PENERAPAN DAN APLIKASI

Jefri Junifer Pangaribuan
Okky Putra Barus

Tentang Penulis

Jefri Junifer Pangaribuan, merupakan seorang dosen yang telah mulai mengajar sejak tahun 2011. Ia fokus pada bidang ilmu komputer dan telah mendapatkan gelar Sarjana Komputer di program studi Teknik Informatika dan Magister Teknik Informatika. Sejak tahun 2016 sampai pada saat ini, ia melayani sebagai dosen penuh waktu Program Studi Sistem Informasi di Universitas Pelita Harapan Kampus Kota Medan.

Selain mengajar, Jefri juga aktif melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat sebagai bagian dari Tri Dharma serta giat menulis dan melakukan publikasi artikel baik ke jurnal nasional dan internasional.

Pada tahun 2019, ia mendapatkan hibah penelitian sebagai ketua untuk skema Penelitian Dosen Pemula yang didanai oleh Kemdikbudristek dengan judul Analisis Penentuan Minat Murid SMP Dalam Desain Dengan Menggunakan Metode Naïve Bayes.

Pada tahun 2022, ia mendapatkan hibah Pengabdian kepada Masyarakat sebagai ketua untuk skema Program Kemitraan Masyarakat yang didanai oleh Kemdikbudristek dengan judul Digitalisasi UMKM Peternakan 786 NS Farm Kabupaten Deli Serdang dengan Implementasi Sistem Point of Sales (PoS) dan Integrated Marketing Communication.

Identitas lain: jefri.pangaribuan@uph.edu

Okky Putra Barus, merupakan praktisi IT yang telah memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun mengakselerasi kinerja perusahaan melalui penerapan teknologi. Ia merupakan penganut multidisiplin ilmu yang memperoleh dua gelar Magister, Magister Manajemen dan Magister Teknik Informatika. Ia memegang prinsip "learning is never done" dan Ia terus mengembangkan diri serta memperoleh berbagai sertifikasi internasional. Saat ini Okky melayani sebagai Ketua Program Studi Sistem Informasi di UPH. Ia juga aktif mengajar, melakukan penelitian yang didukung oleh pemerintah, dan menulis buku. Ia sangat passionate untuk mengembangkan generasi muda. Bersama mahasiswa, Ia memulai berbagai gerakan, membimbing mahasiswa berkolaborasi dengan industri, dan mendorong mereka mencapai berbagai prestasi di bidang akademik maupun non-akademik. Ia selalu memiliki hati untuk mengabdikan ilmunya kepada masyarakat. Ia adalah pembicara publik, mentor, dan juri dalam berbagai kegiatan yang diselenggarakan oleh kementerian, swasta, dan lain sebagainya.

Identitas lain: okky.barus@uph.edu

eureka media aksara
Anggota IKAPI
No. 225/JTE/2021

0858 5343 1992
eurekamediaaksara@gmail.com
Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

EC002022116742

ISBN 978-623-487-519-5
9 786234 875195

EXTREME LEARNING MACHINE: PENERAPAN DAN APLIKASI

Jefri Junifer Pangaribuan
Okky Putra Barus

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

EXTREME LEARNING MACHINE:
PENERAPAN DAN APLIKASI

Penulis : **Jefri Junifer Pangaribuan**
Okky Putra Barus

Editor : Darmawan Edi Winoto, S.Pd., M.Pd.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Herlina Sukma

ISBN : 978-623-487-519-5

No. HKI : EC002022116742

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, DESEMBER 2022**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:
Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2022

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan buku ini. Penulisan buku merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang diberi judul "*Extreme Learning Machine:* Penerapan dan Aplikasi". Kami menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan karya ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Extreme Learning Machine (ELM) adalah sebuah algoritma jaringan syaraf tiruan yang muncul baru-baru ini dan sebuah metode atau mesin pembelajaran sederhana dengan SLFNs (*single-hidden layer feed-forward neural networks*), yang diketahui dapat mencapai performansi yang baik dalam penurunan waktu komputasi dibandingkan dengan algoritma mesin pembelajaran lainnya.

Extreme Learning Machine (ELM) merupakan jaringan saraf tiruan *feed-forward* dengan satu *hidden layer* atau lebih dikenal dengan istilah *single hidden layer feed-forward neural network*. Penulis menyajikan simulasi dari beberapa penerapan ELM serta membandingkannya dengan metode yang lain sehingga diperoleh kondisi yang lebih ideal.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
A. *Extreme Learning Machine* 1
B. Data Mining 5
C. Jaringan Saraf Tiruan 10
BAB 2 KLASIFIKASI PENYAKIT ARITMIA DENGAN ELM **16**
A. Jantung 18
B. *Electrocardiogram* (ECG) 19
C. *Arrhythmia* (Aritmia) 21
D. *Short-Time Fourier Transform* (STFT) 23
E. Algoritma Prediksi 27
F. Klasifikasi 28
G. Simulasi 29
BAB 3 DIAGNOSIS DIABETES MELITUS DENGAN ELM **45**
A. Diabetes Melitus 46
B. Sistem Pakar 48
C. Simulasi 50
BAB 4 MENDIAGNOSIS PENYAKIT JANTUNG KORONER DENGAN PERBANDINGAN ALGORITMA C4.5 DAN ELM **70**
A. Jantung Koroner 71
B. Data Mining 72
C. Algoritma C4.5 79
D. Simulasi 85
BAB 5 KLASIFIKASI KUALITAS RED WIND DENGAN MELAKUKAN PERBANDINGAN ELM DAN ALGORITMA C4.5 ..... **108**
A. Wine 109
B. Arsitektur Jaringan 110
C. Algortima C4.5 112
D. Simulasi 113
DAFTAR PUSTAKA **135**
TENTANG PENULIS **143**

BAB 1 PENDAHULUAN

Penerapan *Extreme Learning Machine* (ELM) sangat luas dan fleksibel. Pada bab ini penulis mengajak pembaca untuk memahami EML dan *Data Mining* serta Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk keperluan simulasi.

A. *Extreme Learning Machine*

Extreme Learning Machine (ELM) adalah sebuah algoritma jaringan syaraf tiruan yang muncul baru-baru ini dan sebuah metode atau mesin pembelajaran sederhana dengan SLFNs (*Single-Hidden Layer Feed-Forward Neural Networks*), yang diketahui dapat mencapai performansi yang baik dalam penurunan waktu komputasi dibandingkan dengan algoritma mesin pembelajaran lainnya.

Extreme Learning Machine (ELM) merupakan jaringan saraf tiruan *feed-forward* dengan satu *hidden layer* atau lebih dikenal dengan istilah *single hidden layer feed-forward neural network*.

Tingkat pembelajaran jaringan saraf *feed-forward neural network* (FFNN) lebih banyak mengkonsumsi waktu. Menurut (Huang, Zhu, & Siew, Extreme Learning Machine: A New Learning Scheme of Feedforward Neural Networks, 2004) ada dua alasan kenapa ini bisa terjadi, pertama adalah karena penggunaan algoritma pembelajaran dengan gradien yang lambat untuk pelatihan jaringan saraf dan yang kedua adalah karena *tuning* berulang dari parameter jaringan diakibatkan oleh algoritma ini. Untuk mengatasi masalah ini, (Huang, Zhu, & Siew, Extreme Learning Machine: A New Learning Scheme of

BAB 2

KLASIFIKASI PENYAKIT ARITMIA DENGAN ELM

Jantung merupakan salah satu organ vital yang berfungsi memompa ke seluruh tubuh manusia. Gangguan fungsi jantung dapat berakibat fatal bagi kesehatan manusia. Penyakit jantung merupakan penyebab kematian nomor satu di dunia dalam kurun waktu 2000 – 2015 (WHO, 2015). Data menunjukkan bahwa pada tahun 2015 terdapat sekitar 8.756.000 orang meninggal akibat penyakit jantung. Angka ini meningkat dari angka kematian akibat jantung pada tahun 2010 yang berjumlah kurang dari enam juta orang.

Penyakit pada jantung dapat meningkatkan risiko tekanan darah tinggi, dan kolesterol tinggi. Keduanya dapat menyebabkan serangan jantung. Ketika arteri koroner menjadi kecil, hal ini dapat menyebabkan aritmia, yang membuat kerusakan tetap pada otot jantung. Jika dibiarkan dapat menimbulkan stroke (Alfred E Buxton, 2017).

Arrhythmia (Aritmia) adalah gangguan irama jantung yang merujuk kepada setiap gangguan frekuensi impuls listrik jantung (Thaler MS, 2016). Kelainan jantung yang ditandai dengan detak atau ritme yang tidak teratur. Kondisi ini menyebabkan gejala seperti rasa lelah dan rasa nyeri pada bagaian dada. Pada umumnya, aritmia dapat didiagnosis melalui *electrocardiogram* (American Health Association, 2016).

Para peneliti di bidang biomedik yang berhubungan dengan identifikasi kelainan pada jantung pernah dilakukan oleh Mr. Nagaraju et.al (2015), penelitian ini mengindentifikasi kelainan jantung dengan metode *signal processing*. Penelitian ini menjelaskan

BAB 3

DIAGNOSIS DIABETES MELITUS DENGAN ELM

Diabetes adalah penyakit tertua di dunia. Diabetes berhubungan dengan metabolisme kadar glukosa dalam darah. Secara medis, pengertian diabetes melitus meluas pada suatu kumpulan aspek gejala yang timbul pada seseorang yang disebabkan oleh adanya peningkatan kadar gula darah *(hiperglikemia)* akibat kekurangan insulin (Sumadewi, 2011).

Diabetes melitus sangat erat kaitannya dengan mekanisme pengaturan gula normal. Peningkatan kadar gula darah ini akan memicu produksi hormon insulin oleh kelenjar pankreas. Diabetes melitus merupakan penyakit yang paling banyak menyebabkan terjadinya penyakit lain (komplikasi). Komplikasi yang lebih sering terjadi dan mematikan adalah serangan jantung dan *stroke.* Hal ini berkaitan dengan kadar gula darah meninggi secara terus-menerus, sehingga berakibat rusaknya pembuluh darah, saraf dan struktur internal lainnya. Zat kompleks yang terdiri dari gula didalam dinding pembuluh darah menyebabkan pembuluh darah menebal. Akibat penebalan ini, maka aliran darah akan berkurang, terutama yang menuju ke kulit dan saraf (Sumadewi, 2011).

Menurut Prof. Dr. Sidartawan Soegondo, Indonesia menjadi negara keempat di dunia yang memiliki angka diabetes terbanyak dan mengalami peningkatan hingga 14 juta orang. Hal ini berdasarkan laporan *World Health Organization* (WHO), dimana jumlah penderita diabetes di Indonesia pada tahun 2000 adalah 8,4 juta orang setelah India (31,7 juta), Cina (20,8 juta) dan Amerika Serikat (17,7 juta). Untuk penderita diabetes di seluruh dunia, WHO melaporkan terdapat lebih dari 143 juta orang penderita, dan

BAB 4

MENDIAGNOSIS PENYAKIT JANTUNG KORONER DENGAN PERBANDINGAN ALGORITMA C4.5 DAN ELM

Penyakit jantung koroner merupakan penyakit jantung yang disebabkan oleh penyempitan yang terjadi pada arteri koroner (Soeharto, 2001). Arteri yang mengalirkan darah ke otot jantung mengalami gangguan, sehingga jantung tidak mampu untuk memompa darah untuk memenuhi organ-organ vital. Salah satu penyebab terjadinya penyakit jantung koroner adalah kadar kolestrol yang tinggi.

Data *World Health Organization* (WHO) tahun 2015 menunjukkan lebih dari 17 juta orang di dunia meninggal akibat penyakit kardiovaskular atau 31% dari kematian di seluruh dunia. Dan di Indonesia angka kematian yang disebabkan oleh penyakit kardiovaskuler yakni 7,4 juta (42,3%) diantaranya disebabkan oleh penyakit jantung koroner (PJK).

Data mining merupakan tahapan pengelolaan data yang menggunakanteknik statistika, kecerdasan buatan, *machine learning* untuk mengekstrak serta mengidentifikasi informasi yang bermanfaat beserta indikator penting dari berbagai *database* seperti *Kaggle*. Tujuan dilakukan *data mining* adalahuntuk memahami lebih jauh mengenai data yang diamati.

Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Networks*) diantaranya adalahsalah satu dari banyak metode *data mining* yang merespon masukan dan mencoba meniru kinerja otak manusia. Dengan *data set* berupa variabel, Jaringan Saraf Tiruan akan memproses kemudian menghasilkan *output* tertentu. Yang menjadi sebuah keunggulan dari Jaringan Saraf Tiruan adalahmampu beradaptasi sehingga dapat belajar dari data masukan yang diberikansehingga

BAB 5

KLASIFIKASI KUALITAS RED WIND DENGAN MELAKUKAN PERBANDINGAN ELM DAN ALGORITMA C4.5

Buah anggur merupakan buah yang cukup populer dan banyak dikonsumsi oleh banyak orang. Buah anggur biasanya dapat dikonsumsi secara langsung atau dapat juga dibuat suatu produk minuman hasil fermentasi buah anggur. *Wine* adalah minuman beralkohol yang dibuat dari sari buah anggur. *Wine* dibuat melalui fermentasi gula yang ada di dalam buah anggur. Ada beberapa jenis minuman anggur yaitu, *Red Wine*, *White Wine, Rose Wine, Sparkling Wine, Sweet Wine* dan *Fortified Wine*. *Red Wine* atau anggur merah adalah anggur yang berasal dari buah anggur yang berwarna merah atau hitam. Warna merah diperoleh dari pencelupan kulit dan biji ke dalam sari buah yang telah diperas untuk difermentasi.

Di zaman teknologi masa kini, kita dapat mengukur tingkat kualitas *wine* yang ditawarkan dengan menggunakan berbagai macam *tools* perhitungan *data mining* seperti *Matlab, Rapid Miner, Weka* untuk menghitung tingkat kualitas *wine*.

Extreme Learning Machine (ELM) merupakan metode pembelajaran baru dari jaringan syaraf tiruan. ELM merupakan jaringan syaraf tiruan *feedforward* dengan *single hidden layer* atau biasa disebut *single hidden layer feedforward neural network* (SLFN). Metode pembelajaran ELM dibuat untuk mengatasi kelemahan-kelemahan dari jaringan syaraf tiruan *feedforward* terutama dalam hal *learning speed*.

*Decision Tr*ee adalah metode pembelajaran yang paling banyak digunakan untuk masalah pengklasifikasian. Sebuah *decision tree* terdiri dari beberapa simpul yaitu *tree's root*, *internal nod* dan *leafs*. Konsep *entropy* digunakan untuk penentuan pada atribut

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, S. (2011). Penerapan Algoritma Decision Tree C4.5 untuk Diagnosa Penyakit Stroke Dengan Klasifikasi Data Mining Pada Rumah Sakit Santa Maria Pemalang.

Agustina, I. D., Anggraeni, W., & Mukhlason, A. (2010). Penerapan Metode Extreme Learning Machine untuk Peramalan Permintaan. *ITS Library*.

Andie. (2016). PENERAPAN DECISION TREE UNTUK MENGANALISIS KEMUNGKINAN PENGUNDURAN DIRI CALON MAHASISWABARU.

Arifin, M. F., & Fitrianah, D. (2018). Penerapan Algoritma Klasifikasi C4.5 DalamRekomendasi Penerimaan Mitra Penjualan Studi Kasus : PT Atria Artha Persada. *Incom Tech, Jurnal Telekomunikasi dan Komputer Vol. 8 No. 2*.

Aydin, I., Karakose, M., & Akin, E. (2009). The Prediction Algorithm Based on Fuzzy Logic using Time Series Data Mining Method. *World Academy of Science, Engineering and Technology*.

Barus, O., & Surantha, N. (2020). The classification of arrhythmia using the method of extreme learning machine. ICIC Express Letters.

Barus, O. P., & Ronaldo, R. (2021). Perbandingan Metode Extreme Learning Machine dan Backpropagation untuk Mengklasifikasi Phising Websites. Informatics Engineering Research and Technology.

Barus, O. P. (2017). Perbandingan Metode Extreme Learning Machine dan Algoritma C4. 5 untuk mengklasifikasi kualitas Red Wine. Journal Information System Development (ISD), 2(2).

Bramer, M. (2007). *Principles of Data Mining*. United Kingdom : Springer. Chandra, R. A., Santoso, E., & Adinugroho, S. (2018). Optimasi Metode Extreme

Chen, F.-L., & Ou, T.-Y. (2011). Constructing a Sales Forecasting Model by Integrating GRA and ELM: A Case Study for Retail

Industry. *International Journal of Electronic Business Management*, 107-121.

Cho, J.-H., Chun, M.-G., & Lee, D. -J. (2007). Parameter Optimization of Extreme Learning Machine using Bacterial Foraging Algorithm. *Ministry of Commerce Industry and Energy*.

Darmono. (2005). *Pengaturan Pola Hidup Penderita Diabetes Untuk Mencegah Komplikasi Kerusakan Organ-Organ Tubuh.* Semarang, Indonesia: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.

Diastutik, D. (2016). Proporsi Karakteristik Penyakit Jantung Koroner pada Perokok Aktif Berdasarkan Karakteristik Merokok. *Jurnal BerkalaEpidemiologi Vol. 4 No. 3* , 326-337.

Din, N. M., & Fisal, N. (2008). Fuzzy Logic Bandwidth Prediction and Policing in a DiffServ-Aware Network. *Journal of Computers*.

Direktorat Jendral PPM-PL, D. K. (2003). Panduan Praktis Standar Surveilans Penyakit Tidak Menular. *Departemen Kesehatan RI.Direktorat Pengendalian Penyakit tidak Menular*. Edition.

Eliyani. (2007). Peramalan Harga Saham Perusahaan Menggunakan Artificial Neural Network dan Akaike Information Criterion. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI).* Yogyakarta, Indonesia.

El-Sebakhy, E. A. (2008). Extreme Learning Machine as a New Framework in Predicting Material Properties: Methodology and Comparison. *The 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG).* Goa, India.

Fang, N., & Lu, J. (2009). Work in Progress - A Decision Tree Approach to Predicting Student Performance in A High-Enrollment, High-Impact, and Core Engineering Course. *39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference.* San Antonio, USA: IEEE.

Gambbeta, & Windy. (2012). Pohon Keputusan (Decision Tree). *DepartemenTeknik Informatika Institute Teknologi Bandung*.

Han, J. K. (2001). Data Mining Concepts and Techniques. *Morgan Kaufman Pub*. Han, J. K., & Jian, P. (2011). Data Mining: Concepts and Techniques, Third

Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data Mining Concepts and Techniques.* San Fransisco: Morgan Kaufman Publisher.

Handika, I. P., Giriantari, I. A., & Dharma, A. (2016). Perbandingan Metode Extreme Learning Machine dan Particle Swarm Optimization Extreme Learning Machine untuk Peramalan Jumlah Penjualan Barang. *Teknologi Elektro, Vol.15 No.1*, 84-90.

Harryanto, F. F., & Hansun, S. (2017). Penerapan Algoritma C4.5 untuk Memprediksi Penerimaan Calon Pegawai Baru di PT WISE. *Jatisi, Vol.3 No. 2 Maret 2017*.

Hermawan, A. (2006). Jaringan Saraf Tiruan dan Aplikasinya.

Himawati, F. (2013). Data Mining.

Hoekstra, M. (2010). Hotel Booking Prediction by Means of Fuzzy Logic Prediction. *BMI Paper*.

Huang, G. B., Zhu, Q. Y., & Siew, C. K. (2006). Extreme Learning Machine : Theory and Applications. *Extreme Learning Machine : Theory and Applications*, 490-501.

Huang, G.-B., Wang, D. H., & Lan, Y. (2011). Extreme Learning Machine: A Survey. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics (IJMLC)*, 107-122.

Huang, G.-B., Zhu, Q.-Y., & Siew, C.-K. (2004). Extreme Learning Machine: A New Learning Scheme of Feedforward Neural Networks. *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2004).* Budapest, Hungary.

Hull, A. (1993). Penyakit Jantung, Hipertensi dan Nutrisi.

Jefri. (2013). Implementasi Algoritma C4.5 Dalam Aplikasi Untuk Memprediksi Jumlah Mahasiswa Yang Mengulang Mata Kuliah Di STMIK AMIKOM Yogyakarta.

Kamagi, D. H., & Hasun, S. (2014). Implementasi Data Mining dengan Algoritma C4.5 untuk Memprediksi TIngkat Kelulusan Mahasiswa. *Ultimatics, Vol. VI, No. 1*, 15 - 20.

Kristanto, O. (2014). *Penerapan Algoritma Klasifikasi Data Mining untuk menentukan penjurusan siswa SMAN 6 Semarang*.

Kundari, E. S. (2015). Perbandingan Kinerja Metode Naive Bayes dan C4.5 dalam Pengklasifikasikan Penyakit Diabetes Melitus Di Rumah Sakit Kumala Siswi Kudus.

Kustiyahningsih, Y., & Rahmanita, E. (2016). Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Algoritma C4.5. untuk Penjurusan SMA. Universitas Trunojoyo. *Jurnal Ilmiah SimanteC Vol. 5 No. 2*, 101-108.

Chandra, R., Santoso, E., & Adinugroho, S. (2018). Optimasi Metode Extreme Learning Machine Dalam Penentuan Kualitas Air Sungai Menggunakan Algoritme Genetika. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 2(10), 3265-3273.

Lesnussa, Y. A., Latuconsina, S., & Persulessy, E. R. (2015). Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi Kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon). *Jurnal MatematikaIntegratif Vol. 11 No. 2*, 149-160.

Luvia, Y. S., Hartama, D., Windarto, A. P., & Solikhun. (2016). Penerapan Algoritma C4.5 untuk Klasifikasi Predikat Keberhasilan Mahasiswa diAmik Tunas Bangsa. *Jurnal Riset Sistem Informasi & Teknik Informatika Vol. 1 No. 1*.

Marcos, H., & Utomo, H. S. (2015). Perbandingan kinerja algoritma C4.5 dan naïvebayes mengklasifikasi penyakit diabetes. *Jurnal Informatika Vol. 15 No. 2*.

Mardi, Y. (2017). Data Mining: Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4.5. *JurnalEdik Informatika Vol. 2 No. 2*, 213-219.

Masykur, F. (2012). *Implementasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Web.* Semarang, Indonesia: Undip Library.

Max, B. (2007). Principles of Data Mining. *Springer Science*.

Moertini, V. S. (2007). Pengembangan Skalabilitas Algoritma Klasifikasi C4.5 dengan Pendekatan Konsep Operator Relasi, Studi kasus: Pra-pengolahan dan klasifikasi citra batik.

Moss, L. T., & Atre, S. (2003). *Business Intelligence Roadmap: The Complete Project Lifecycle for Decision Support Applications.* Boston, USA: Addison Wesley.

Nugroho, F., Cholissodin, I., & Suprapto. (2018). Implementasi Extreme Learning Machine untuk Deteksi Dini Infeksi Menular Seks (IMS) pada Puskesmas Dinoyo Kota Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan IlmuKomputer Vol. 2, No. 11*, 4400-4406.

Ovihapsany, R. A., Mustofa, A., & Suhartatik, N. (n.d.). *Karakteristik Minuman Beralkohol Dengan variasi Kadar Ekstrak Buah Bit Dan Lama Fermentasi, V*, 55-63.

Pakaja, F., Naba, A., & Purwanto. (2012). Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan dan Certainty Factor. *Jurnal EECCISVol. 6, No. 1* .

Pandiangan, T. D. (2017). *Identifikasi Kelainan pada Jantung Menggunakan Extreme Learning Machine.* Medan.

Pangaribuan, J. J. (2016). Mendiagnosis Penyakit Diabetes Melitus Dengan Menggunakan Metode Extreme Learning Machine. *Journal Information System Development (ISD), II*, 32-40.

Pangaribuan, J. J., & Suharjito. (2014). *Diagnosis of Diabetes Mellitus Using Extreme Learning Machine.* Bandung, Indonesia: IEEE.

Pawingya, H., Widayati, T. W., Putra, D., & Akbar, P. (2010). *Tinjauan Kinetika Pembuatan Rose Wine*.

PERKENI. (2011). *Konsensus Pengendalian dan Pencegahan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Indonesia.* Jakarta, Indonesia.

Pramadhani, A. E., & Setiadi, T. (2014). Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Prediksi Penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) dengan Algoritma Decision Tree (ID3). *Jurnal Sarjana Teknik Informatika Vol. 2 No. 1.*

Priyadarshini, R., Dash, N., & Mishra, R. (2014). *A Novel approach to Predict Diabetes Mellitus using Modified Extreme Learning Machine.* India: Free Papers.

Purnami, S. W., & Embong, A. (2008). Smooth Support Vector Machine for Breast Cancer Classification. *ICMSA08.* Banda Aceh: The 4th IMT-GT 2008 Conference on Mathematics, Statistics, and Their Applications.

Rahmayuni, I. (2014). *Perbandingan Performansi Algoritma C4.5 dan Cart Dalam Klasifikasi Data Nilai Mahasiswa Prodi Teknik Komputer Politeknik Negeri Padang*, 40-46.

Ridwan, M., Suyono, H., & Sarosa, M. (2013). *Penerapan Data mining untuk Evaluasi Kinerja Akademik Mahasiswa Menggunakan Algoritma Naive Bayer Classifier*, 59 - 64.

Rifai, B. (2013). Algoritma Neural Network untuk Prediksi Penyakit Jantung.

Rohman, A., Suhartono, V., & Supriyanto, C. (2017). Penerapan Algoritma C4.5 Berbasis ADABOOST Untuk Prediksi Penyakit Jantung. *Jurnal TeknologiInformasi Vol. 13 No. 1*, 13-19.

S, K. M., & W, S. P. (2015). Analisa dan Penerapan Metode Single Exponential SMoothing untuk Prediksi Penjualan pada Periode Tertentu. Prosiding SNATIF ke-2.

Saputra, A. D. (2018). Perbandingan Kadar Alkohol Dan Cita Rasa Wine Salak Pondoh Dengan Metode Red WIne, White Wine, dan Sake Menggunakan Strain Yeast Polandia.

Sari, D. M., Azrimaidaliza, & Purnakarya, I. (2010). Faktor Resiko Kolesterol TotalPasien Penyakit Jantung Koroner di Rumah Sakit Achmad Mochtar Bukittinggi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol. 4, No. 2.*

Shahsavari, K., Marziye, Rashidi, Hassan, Bakhsh, R., & Hajar. (2016).

Shani, G., & Gunawardana, A. (2009). Evaluating Recommender Systems Handbook. 257-298.

Singh, & Balasundaram. (2007). Application of Extreme Learning Machine Method for Time Series Analysis. *International Journal of Electrical and Computer Engineering.*

Soeharto, I. (2001). Kolestrol dan Lemak Jahat, Kolestrol dan Lemak Baik serta Proses Terjadinya Serangan Jantung dan Stroke.

Subbalakshmi, G., Ramesh, K., & Rao, M. C. (2011). Decision Support in Heart Disease Prediction System using Naïve Bayes. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE).*

Suhartanto, R. S., Dewi, C., & Muflikhah, L. (2017). Implementasi Jaringan SyarafTiruan Backpropagation untuk Mendiagnosis Penyakit Kulit pada Anak.

Sulastri, H., & Gufroni, A. I. (2017). Penerapan Data Mining Dalam Pengelompokkan Penderita Thalassaemia. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Vol. 3 No. 2.*

Sumadewi, N. L. (2011). *Isolasi Senyawa Tanin dan Uji Efek Hipoglikemik Ekstrak Kulit Batang Bungur (Lagerstroemia Speciosa Pers.) terhadap Darah Mencit yang Diinduksi Aloksan.* Bali, Indonesia: Unud Library.

Sun, C. A., & Yu. (2008). Sales Forecasting using Extreme Learning Machine with Application in Fashion Retailing. *Elsevier Decision Support System 46*, 411-419.

Sun, Z. L., Choi, T. M., Au, K. F., & Yu, Y. (2008). Sales Forecasting Using Extreme Learning Machine With Applications in fashion Retailing. 411- 419.

Susilawati, Rachman, A., Nurulniza, A. B., & Utomo, C. P. (2014). Diagnosa Penyakit Jantung Menggunakan Teknik Automatic Post Pruning Decision Tree. *Jurnal Sistem Informasi Vol. 5 No.2*, 132-137.*Techno Nusa Mandiri Vol. IX No. 1.*

Tyasti, A. E., Ispriyanti, D., & Hoyyi, A. (2015). *Algoritma Iterative Dichotomiser 3 (ID3) untuk mengindentifikasi data rekam medis*, 238-246.

Vercellis, C. (2009). *Business Intelligence : Data Mining and Optimization for Decision Making.* John Wiley & Sons, Ltd.

Widiastusti, D. (2012). *ANALISA PERBANDINGAN ALGORITMA SVM, NAIVE BAYES, DAN DECISION TREE DALAM MENGKLASIFIKASIKAN SERANGAN (ATTACKS) PADA SISTEM PENDETEKSI INTRUSI*.

Zhang, G., Pattuwo, B., & Hu, M. (1997). Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of the Art. *Elsevier International Journal of Forecasting 14 (1998)*, 35-62.

Zhu, M. (2004). *Recall, Precision and Average Precision.* Canada: University of Waterloo.

TENTANG PENULIS

Jefri Junifer Pangaribuan, merupakan seorang dosen yang telah mulai mengajar sejak tahun 2011. Ia fokus pada bidang ilmu komputer dan telah mendapatkan gelar Sarjana Komputer di program studi Teknik Informatika dan Magister Teknik Informatika. Sejak tahun 2016 sampai pada saat ini, ia melayani sebagai dosen penuh waktu Program Studi Sistem Informasi di Universitas Pelita Harapan Kampus Kota Medan.

Selain mengajar, Jefri juga aktif melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat sebagai bagian dari Tri Dharma serta giat menulis dan melakukan publikasi artikel baik ke jurnal nasional dan internasional.

Pada tahun 2020, ia mendapatkan hibah penelitian sebagai ketua untuk skema Penelitian Dosen Pemula yang didanai oleh Kemdikbudristek dengan judul Analisis Penentuan Minat Murid SMP Dalam Desain Dengan Menggunakan Metode Naïve Bayes.

Pada tahun 2022, ia mendapatkan hibah Pengabdian kepada Masyarakat sebagai ketua untuk skema Program Kemitraan Masyarakat yang didanai oleh Kemdikbudristek dengan judul Digitalisasi UMKM Peternakan 786 NS Farm Kabupaten Deli Serdang dengan Implementasi Sistem Point of Sales (PoS) dan Integrated Marketing Communication.

Identitas lain:
jefri.pangaribuan@uph.edu

TENTANG PENULIS

Okky Putra Barus, merupakan praktisi IT yang telah memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun mengakselerasi kinerja perusahaan melalui penerapan teknologi. Ia merupakan penganut multidisiplin ilmu yang memperoleh dua gelar Magister, Magister Manajemen dan Magister Teknik Informatika. Ia memegang prinsip "learning is never done" dan Ia terus mengembangkan diri serta memperoleh berbagai sertifikasi internasional. Saat ini Okky melayani sebagai Ketua Program Studi Sistem Informasi di UPH. Ia juga aktif mengajar, melakukan penelitian yang didukung oleh pemerintah, dan menulis buku. Ia sangat passionate untuk mengembangkan generasi muda. Bersama mahasiswa, Ia memulai berbagai gerakan, membimbing mahasiswa berkolaborasi dengan industri, dan mendorong mereka mencapai berbagai prestasi di bidang akademik maupun non-akademik. Ia selalu memiliki hati untuk mengabdikan ilmunya kepada masyarakat. Ia adalah pembicara publik, mentor, dan juri dalam berbagai kegiatan yang diselenggarakan oleh kementerian, swasta, dan lain sebagainya.

Identitas lain:
okky.barus@uph.edu

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN
CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002022116742, 30 Desember 2022
Pencipta		
Nama	:	**Jefri Junifer Pangaribuan dan Okky Putra Barus**
Alamat	:	Jl. Pelita I, No. 49, 20233, Medan, Sumatera Utara, Medan, SUMATERA UTARA, 20233
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Jefri Junifer Pangaribuan dan Okky Putra Barus**
Alamat	:	Jl. Pelita I, No. 49, 20233, Medan, Sumatera Utara, Medan, SUMATERA UTARA, 20233
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Buku**
Judul Ciptaan	:	**Extreme Learning Machine: Penerapan Dan Aplikasi**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	25 Desember 2022, di Purbalingga
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan	:	000432486

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto
NIP.196412081991031002

Disclaimer:
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.