

**KLASIFIKASI PENYAKIT ALZHEIMER MENGGUNAKAN
ALGORITMA *GRADIENT BOOSTING***

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika



Oleh:

Belhi Romdona

NIM: 09021381722158

Jurusan Teknik Informatika

FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI


**KLASIFIKASI PENYAKIT ALZHEIMER MENGGUNAKAN
ALGORITMA *GRADIENT BOOSTING***

Oleh:

Belhi Romdona
NIM: 09021381722158

Palembang, 12 Oktober 2022

Pembimbing I,



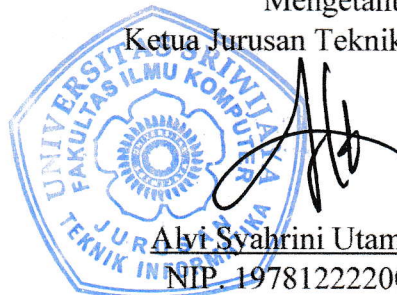
Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

Pembimbing II,



Junia Kurniati, M.Kom.
NIP.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Jumat tanggal 17 November 2022 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Belhi Romdona

NIM : 09021381722158

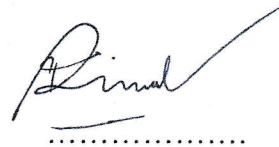
Judul : Klasifikasi Penyakit Alzheimer Menggunakan Algoritma *Gradient Boosting*

dan dinyatakan **LULUS**.

1. Ketua

Mastura Diana Marieska, M.T.

NIP. 198603212018032001



2. Penguji I

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.

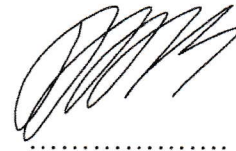
NIP. 197802232006042002



3. Penguji II

Danny Matthew Saputra, M.Cs.

NIP. 198505102015041002



4. Pembimbing I

Alvi Syahrini Utami, M.Kom.

NIP. 197812222006042003



5. Pembimbing II

Junia Kurniati, M.Kom.

NIP.



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom
NIP. 197812222006042003

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Belhi Romdona
NIM : 09021381722158
Judul : Klasifikasi Penyakit Alzheimer
Menggunakan Algoritma Gradient
Boosting
Hasil pengecekan software : 17%
iThenticate/Turnitin

Menyatakan bahwa laporan skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan skripsi ini, maka saya akan bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, November 2022



Belhi Romdona

NIM. 09021381722158

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

“Jangan takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh. Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah melangkah. Jangan takut salah, karena dengan kesalahan yang pertama kita dapat menambah pengetahuan untuk mencari jalan yang benar pada langkah yang kedua.” – Buya Hamkah

Kupersembahkan karya tulis ini kepada:

- Allah **سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى**
- Kedua Orang Tuaku
- Keluarga Besarku
- Semua Guruku
- Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji
- Sahabat dan Temanku
- Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

ABSTRACT

Alzheimer's disease is a chronic, progressive neurological disease that impairs memory and other important memory functions and causes short-term memory loss and paranoia that is mistakenly attributed to stress or aging. Alzheimer's disease is caused by damage to nerve cells and connections in the brain. Although Alzheimer's disease and other dementias are classified as untreatable, some symptoms such as infections, metabolic disorders, brain tumors, anoxia, etc. are considered curable with appropriate treatment. Therefore, a fast and simple system that is able to identify the presence of Alzheimer's disease and its severity by utilizing a person's clinical and demographic data can be effective in providing a quick diagnosis. Based on previous studies, the Gradient Boosting algorithm has good accuracy so that in this research the classification of Alzheimer's disease using the Gradient Boosting algorithm into 4 classes based on severity. Testing the classification performance using Confusion Matrix provides an average accuracy value of 87.50%, an average precision value of 87.45%, an average recall value of 87.49% and an average f1-score value of 87.54% from the application of the Gradient Boosting algorithm in classifying the level of Alzheimer's disease.

Key Word: Alzheimer's disease, Confusion Matrix, Gradient Boosting

ABSTRAK

Penyakit alzheimer adalah penyakit neurologis kronis progresif yang merusak memori dan fungsi memori penting lainnya dan menyebabkan kehilangan memori jangka pendek dan paranoia yang secara keliru dikaitkan dengan stres atau penuaan. Penyakit alzheimer disebabkan oleh kerusakan pada sel-sel saraf dan koneksi di otak. Meskipun penyakit alzheimer dan demensia lainnya tergolong tidak dapat diobati, beberapa gejala seperti infeksi, gangguan metabolisme, tumor otak, anoksia, dan lain-lain dianggap dapat disembuhkan dengan pengobatan yang tepat. Oleh karena itu, sistem yang cepat dan sederhana yang mampu mengidentifikasi keberadaan penyakit alzheimer dan tingkat keparahannya dengan memanfaatkan data klinis dan demografis seseorang dapat menjadi efektif dalam memberikan diagnosis yang cepat. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya algoritma *Gradient Boosting* memiliki akurasi yang baik sehingga dalam penelitian ini dilakukan klasifikasi penyakit alzheimer menggunakan algoritma *Gradient Boosting* ke dalam 4 kelas berdasarkan tingkat keparahan. Pengujian performansi klasifikasi menggunakan Confusion Matrix memberikan hasil nilai rata-rata *accuracy* sebesar 87,50%, nilai rata-rata *precision* sebesar 87,45%, nilai rata-rata *recall* sebesar 87,49% dan nilai rata-rata *f1-score* 87,54% dari penerapan algoritma *Gradient Boosting* dalam mengklasifikasi tingkatan penyakit alzheimer.

Kata Kunci: *Confusion Matrix*, *Gradient Boosting*, Penyakit alzheimer

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya yang telah diberikan kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program Strata-1 pada Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika di Universitas Sriwijaya.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan baik materil dan moril selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah **سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى** yang telah memberikan penulis nikmat berupa hidayah dan taufik untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tuaku yaitu M. Tohir dan Nurhayati. Kedua saudaraku yaitu Al-Hudri dan Dedi Yanuar, serta kerabat yang telah memberikan restu, doa dan dukungan baik secara moril dan materil.
3. Bapak Jaidan Jauhari, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan kemudahan penulis dalam proses perkuliahan serta pengerjaan skripsi.
5. Ibu Mastura Diana Merieska, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Informatika.

6. Ibu Novi Yusliani, M.T. selaku pembimbing akademik yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama masa perkuliahan.
7. Ibu Junia Kurniati, M.Kom. selaku pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan kemudahan penulis dalam proses perkuliahan serta pengerjaan skripsi.
8. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah meluangkan waktunya untuk mengajar ilmu dan memberikan arahan serta motivasi kepada penulis.
9. Mba Wiwin Juliani serta seluruh staff yang telah membantu dalam kelancaran proses administrasi dan akademik selama perkuliahan.
10. Teman-teman Teknik Informatika Bilingual dan Reguler serta BPH HMIF yang sudah berbagi pengalaman, kisah dan canda tawa.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis selama proses perkuliahan dan pembuatan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kemajuan penelitian selanjutnya. Akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua

Palembang, Oktober 2022
Penulis,

Belhi Romdona

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Batasan Masalah.....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
1.8 Kesimpulan.....	I-5
BAB II KAJIAN LITERATUR	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1
2.2 Landasan Teori	II-1
2.2.1 Penyakit Alzheimer	II-1
2.2.2 Klasifikasi.....	II-2
2.2.3 Gradient Boosting	II-3
2.2.4 Confusion Matrix	II-6

2.2.5 Rational Unified Process	II-7
2.3 Penelitian Lain yang Relevan.....	II-9
2.3.1 <i>Dementia Prediction on OASIS Dataset using Supervised and Ensemble Learning Techniques</i>	II-9
2.3.2 <i>Prediction of Alzheimer's Disease using Oasis Dataset</i>	II-9
2.3.3 <i>Detection of Alzheimer's Disease Using Gradient Boosting Algorithm</i>	II-10
2.4 Kesimpulan.....	II-11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1 Pendahuluan	III-1
3.2 Pengumpulan Data	III-1
3.2.1 Jenis dan Sumber Data	III-1
3.2.2 Metode Pengumpulan Data	III-7
3.3 Tahapan Penelitian	III-7
3.3.1 Kerangka Kerja	III-7
3.3.2 Kriteria Pengujian	III-8
3.3.3 Format Data Pengujian.....	III-8
3.3.4 Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian	III-9
3.3.5 Pengujian Penelitian.....	III-9
3.3.6 Analisis Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan.....	III-11
3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-12
3.4.1 Fase Insepsi	III-12
3.4.2 Fase Elaborasi	III-12
3.4.3 Fase Konstruksi.....	III-13
3.4.4 Fase Transisi.....	III-13
3.5 Kesimpulan.....	III-14
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK	IV-1
4.1 Pendahuluan	IV-1
4.2 Fase Insepsi	IV-1
4.2.1 Pemodelan Bisnis	IV-1
4.2.2 Kebutuhan Sistem	IV-2
4.2.3 Analisis dan Desain.....	IV-3

4.3 Fase Elaborasi	IV-9
4.3.1 Pemodelan Bisnis	IV-9
4.3.2 Kebutuhan Sistem	IV-9
4.3.3 Diagram.....	IV-10
4.4 Fase Konstruksi	IV-14
4.4.1 Kebutuhan	IV-14
4.4.2 Implementasi	IV-14
4.5 Fase Transisi.....	IV-16
4.5.1 Pemodelan Bisnis	IV-17
4.5.2 Kebutuhan Sistem	IV-17
4.5.3 Rencana Pengujian	IV-17
4.5.4 Implementasi	IV-19
4.6 Kesimpulan.....	IV-24
BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN.....	V-1
5.1 Pendahuluan	V-1
5.2 Data Hasil Percobaan Penelitian	V-1
5.2.1 Konfigurasi Percobaan.....	V-1
5.2.2 Data Hasil Konfigurasi.....	V-1
5.3 Analisis Hasil Penelitian	V-9
5.4 Kesimpulan.....	V-10
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	VI-1
6.1 Kesimpulan.....	VI-1
6.2 Saran.....	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN	xvii

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel II-1. <i>Multiclass Confusion Matrix</i>	II-6
Tabel III-1. Sampel Data OASIS-2: <i>Longitudinal MRI Data in Nondemented and Demented Older Adults</i>	III-3
Tabel III-2. Sampel Data OASIS-1: <i>Cross-sectional MRI Data in Young, Middle Aged, Nondemented and Demented Older Adults</i>	III-4
Tabel III-3. Rancangan Tabel Confusion Matrix Hasil Klasifikasi.....	III-9
Tabel III-4. Rancangan Tabel Classification Report	III-11
Tabel IV-1. Tabel Kebutuhan Fungsional.....	IV-2
Tabel IV-2. Kebutuhan Non-Fungsional.....	IV-2
Tabel IV-3. Definisi Aktor Use Case	IV-5
Tabel IV- 4. Definisi Use Case	IV-5
Tabel IV-5. Skenario Use Case Memuat Data	IV-6
Tabel IV- 6. Skenario Use Case Klasifikasi Penyakit Alzheimer.....	IV-7
Tabel IV-7. Implementasi Kelas	IV-15
Tabel IV-8. Rencana Pengujian Use Case Memuat Data.....	IV-18
Tabel IV-9. Rencana Pengujian Use Case Klasifikasi	IV-18
Tabel IV-10. Pengujian Use Case Memuat Data	IV-20
Tabel IV-11. Pengujian Use Case Klasifikasi	IV-23
Tabel V-1. Hasil Klasifikasi Konfigurasi Percobaan	V-2
Tabel V-2. Confusion Matrix Hasil Konfigurasi Percobaan	V-8
Tabel V-3. Performansi Klasifikasi Hasil Konfigurasi Percobaan.....	V-8
Tabel V-4. Classification Report.....	V-9

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar II-1. Flowchart Boosting (Friedman, 2001)	II-4
Gambar II-2. Arsitektur RUP (Kruchten, 2013)	II-8
Gambar III-1. Tahapan Penelitian Pengujian.....	III-10
Gambar IV-1. Diagram Use Case.....	IV-5
Gambar IV-2. Activity Diagram Memuat Data.....	IV-10
Gambar IV- 3. Activity Diagram Klasifikasi	IV-11
Gambar IV- 4. Sequence Diagram Memuat Data	IV-11
Gambar IV-5. Sequence Diagram Klasifikasi	IV-12
Gambar IV-6. Rancangan Antar Muka Aplikasi.....	IV-13
Gambar IV-7. Diagram Kelas	IV-14
Gambar IV-8. Implementasi Antar Muka Perangkat Lunak	IV-16

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bagian berikut berisikan pemaparan gagasan utama yang melandasi rencana penulisan skripsi seperti latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah/ruang lingkup, serta sistematika penulisan.

1.2 Latar Belakang Masalah

Penyakit alzheimer adalah penyakit neurologis kronis progresif yang merusak memori dan fungsi memori penting lainnya dan menyebabkan kehilangan memori jangka pendek dan paranoia yang secara keliru dikaitkan dengan stres atau penuaan. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia, pada tahun 2021 penyakit alzheimer dan demensia lainnya adalah penyebab kematian ketujuh utama di dunia dan ada lebih dari 55 juta orang di seluruh dunia yang telah didiagnosis dan sekitar 10 juta kasus baru setiap tahun. Meskipun dianggap memengaruhi populasi yang lebih tua (di atas 65 tahun), 9% kasus juga terjadi pada populasi yang lebih muda (di bawah 65 tahun).

Penyakit alzheimer disebabkan oleh kerusakan pada sel-sel saraf dan koneksi di otak. Meskipun penyakit alzheimer dan demensia lainnya tergolong tidak dapat diobati, beberapa gejala seperti infeksi, gangguan metabolisme, tumor otak, anoksia, dan lain-lain dianggap dapat disembuhkan dengan pengobatan yang tepat (Clarke & Swanson, 2019). Oleh karena itu, sistem yang cepat dan sederhana yang mampu mengidentifikasi keberadaan penyakit alzheimer dan tingkat

keparahannya dengan memanfaatkan data klinis dan demografis seseorang dapat menjadi efektif dalam memberikan diagnosis yang cepat.

Penelitian terdahulu terkait dengan penyakit alzheimer menggunakan pendekatan pembelajaran mesin melakukan klasifikasi demensia pada set data OASIS-2 ke dalam 3 kelas (*demented, non demented, converted*) menggunakan *Supervised and Ensemble Learning Techniques*, model *Extreme Gradient Boosting* menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 97,87% (Shanmuga Skandh Vinayak E *et al.*, 2020).

Penelitian lainnya menggunakan teknik *Gradient Boosting* memiliki akurasi terbaik dalam melakukan klasifikasi biner penyakit alzheimer pada set data OASIS-1. Akurasi yang dihasilkan adalah sebesar 97,94% (Chandni Naidu *et al.*, 2019).

Penelitian lain juga mengatakan bahwa algoritma *Gradient Boosting* memiliki akurasi yang tinggi saat diaplikasikan untuk melakukan klasifikasi biner penyakit alzheimer pada set data OASIS-1. Akurasi yang dihasilkan dari algoritma *Gradient Boosting* adalah 97,22% (Abarna S *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya algoritma *Gradient Boosting* memiliki akurasi yang baik sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan klasifikasi penyakit alzheimer pada set data OASIS-1 dengan set data OASIS-2 sebagai data latihnya menggunakan algoritma *Gradient Boosting* ke dalam 4 kelas berdasarkan tingkat keparahan (*cognitively normal, has very mild alzheimer's disease, has mild alzheimer's disease, has moderate alzheimer's disease*).

1.3 Rumusan Masalah

Berdasar dari latar belakang masalah di atas, fokus permasalahan pada penelitian ini adalah klasifikasi penyakit alzheimer menggunakan algoritma *Gradient Boosting*, maka dirangkum rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan algoritma *Gradient Boosting* dalam mengklasifikasikan penyakit alzheimer?
2. Bagaimana nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* dari penerapan algoritma *Gradient Boosting* dalam mengklasifikasikan penyakit alzheimer?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Membangun perangkat lunak yang dapat mengklasifikasikan penyakit alzheimer menggunakan algoritma *Gradient Boosting*.
2. Mengetahui nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* dari algoritma *Gradient Boosting* dalam mengklasifikasikan penyakit alzheimer.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Dapat menentukan tingkat penyakit alzheimer dengan lebih cepat.
2. Dapat memberikan kontribusi terhadap riset di bidang pembelajaran mesin dan biomedis.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Data diambil dari situs *Open Access Series of Imaging Studies* (OASIS) yang merupakan data demografis yang membahas tentang hasil diagnosis MRI pada lansia dengan penyakit alzheimer.
2. Tingkat keparahan penyakit alzheimer yang di klasifikasi hanya 4 kelas disebabkan oleh keterbatasan data.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini sesuai dengan standar operasional prosedur Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, antara lain:

BAB I. PENDAHULUAN

Bagian pertama berisikan uraian gagasan utama pada penulisan skripsi seperti latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bagian kedua berisikan pembahasan mengenai dasar teori yang berkaitan dengan penelitian dan hasil dari penelitian lain yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ketiga berisikan pembahasan mengenai deskripsi data yang digunakan dalam penelitian, tahapan dan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian, serta metode pengembangan perangkat lunak dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bagian keempat berisikan pembahasan mengenai perancangan dan pengembangan perangkat lunak, dari pemodelan bisnis, analisis kebutuhan, analisis dan desain, pembuatan perangkat lunak, serta hasil dari pengujian perangkat lunak.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bagian kelima berisikan uraian dari hasil dan analisis penelitian, di mana hal tersebut mendasari kesimpulan yang ditarik dalam penelitian ini.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian terakhir berisikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan oleh penulis dan saran-saran yang diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi penelitian selanjutnya.

1.8 Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan di atas, dalam penelitian ini akan dilakukan penerapan algoritma *Gradient Boosting* pada klasifikasi penyakit alzheimer.

DAFTAR PUSTAKA

- Clarke, M., & Swanson, J. W. (2019, April 19). *Alzheimer's Disease Diagnosis & Treatment*. Diakses dari Mayo Clinic Web site: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/alzheimers-disease/diagnosis-treatment/drc-20350453>
- Clarke, M., & Swanson, J. W. (2019, April 19). *Alzheimer's Disease Symptoms & Causes*. Diakses dari Mayo Clinic Web site: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/alzheimers-disease/symptoms-causes/syc-20350447>
- Düntsch, I., & Gediga, G. (2019). Confusion Matrices and Rough Set Data Analysis. *Journal of Physics: Conference Series*.
- E, S. S., A, S., & A, N. K. (2020). Dementia Prediction on OASIS Dataset using Supervised and Ensemble Learning Techniques. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 244-254.
- Farida, Y., & N, U. (2018). Klasifikasi Mahasiswa Penerima Program Beasiswa Bidik Misi Menggunakan Naive Bayes. *Systemic: Information System and Informatics Journal*, 17-22.
- Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *The Annals of Statistics*, 1189-1232.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining Concepts and Techniques 3rd Edition*. Waltham: Morgan Kaufmann Publishers.
- Hastuti, K. (2012). Analisis Komparasi Algoritma Klasifikasi Data Mining Untuk Prediksi Mahasiswa Non Aktif. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan (Semantik)*, 241-249.
- Kang, H. (2019). Fraud Detection in Mobile Money Transactions Using Machine Learning.
- Kraus, C., Do, X. A., & Huck, N. (2016). Deep neural networks, gradient-boosted trees, random forests: Statistical arbitrage on the S&P 500. *FAU: Discussion Papers in Economics*.
- Krutchén, P. (2003). *The Rational Unified Process: An Introduction (3rd Edition)*. Boston: Addison-Wesley Professional.
- Marcus, D. S., Fotenos, A. F., Csernansky, J. G., Morris, J. C., & Buckner, R. L. (2010). Open Access Series of Imaging Studies: Longitudinal MRI Data in Nondemented and Demented Older Adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2677–2684.

- Naidu, C., Kumar, D., Maheswari, N., & Sivagami, M. (2019). Prediction of Alzheimer's Disease using Oasis Dataset. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 36-42.
- S, A., R A, P., A R, H. F., & T, K. (2020). Detection of Alzheimer's Disease Using Gradient Boosting Algoritihm. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2473-2480.
- Singh, L., Kaur, N., & Chetty, G. (2018). Customer Life Time Value Model Framework Using Gradient Boost Trees with RANSAC Response Regularization. *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 1-8.
- World Health Organization. (2021, September 2). *Dementia Fact Sheets*. Diakses dari World Health Organization Web site: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>
- Zhang, Y., & Haghani, A. (2015). A gradient boosting method to improve travel time prediction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 308-324.
- Zhou, B., Lu, M., & Wang, Y. (2016). Counting people using gradient boosted trees. *IEEE Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference*, 391-395.