

**PENERAPAN METODE ENSEMBLE UNTUK KLASIFIKASI KANKER  
SERVIKS MENGGUNAKAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR  
MACHINE, MULTILAYER PERCEPTRON DAN K-NEAREST NEIGHBOR**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di  
Jurusan Matematika pada Fakultas MIPA**

**Oleh :**

**TITANIA JEANNI CHARISA  
08011381722096**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN METODE *ENSEMBLE* UNTUK KLASIFIKASI KANKER  
SERVIKS MENGGUNAKAN ALGORITMA *SUPPORT VECTOR*  
*MACHINE, MULTILAYER PERCEPTRON, DAN K-NEAREST NEIGHBOR*

## SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Matematika

Oleh

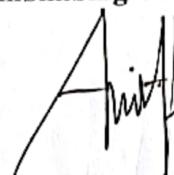
TITANIA JEANNI CHARISA  
NIM. 08011381722096

Pembimbing Pembantu



Endang Sri Kresnawati, M.Si  
NIP. 19720428 200012 2 002

Indralaya, November 2021  
Pembimbing Utama



Anita Desiani, M.Kom  
NIP. 19771211 200312 2 002



## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

### **Motto**

**“ Mulailah sesuatu dengan niat yang baik, Insyallah Allah SWT akan membantu disetiap jalan yang dilewati. Jangan pernah lupa akan rasa syukur untuk segala sesuatu mau baik ataupun buruk”**

**Skripsi ini kupersembahkan kepada :**

- 1. Allah AWT**
- 2. Kedua Orangtuaku**
- 3. Keluarga Besarku**
- 4. Semua Dosen dan Guruku**
- 5. Sahabatku**
- 6. Almamaterku**

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Segala puji bagi allah swt atas limpahan rahmat dan karunianya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Metode *Ensemble* Untuk Klasifikasi Kanker Serviks Menggunakan Algoritma *Support Vector Machine*, *Multilayer Perceptron* Dan *K-Nearest Neighbor*“ dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana pada jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, Bapak **Hermawan, S.T** dan Ibu **Marena S.Pd** atas seluruh dedikasi, motivasi, semangat serta doa yang selalu dipanjatkan untuk penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu **Anita Desiani, M.Kom** dan Ibu **Endang Sri Kresnawati, M.Si** selaku dosen pembimbing yang telah memberi waktu, bimbingan, saran, serta pengetahuan yang sangat berarti bagi penulis. Terselesaikannya skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak **Hermansyah, Ph.D** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Ibu **Dr. Dian Cahyawati, S.Si, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak **Alfensi Faruk, S.Si, M.Sc** dan Ibu **Des Alwine Zayanti, S.Si, M.Si** selaku pembimbing akademik yang membimbing dan mengarahkan urusan akademik penulis selama perkuliahan.
5. Ibu **Dr. Yulia Resti, M.Si** dan Ibu **Dra. Ning Eliyati, M.Pd** sebagai Dosen Pembahas Skripsi yang telah memberikan waktu serta saran yang bermanfaat kepada penulis.

6. Ibu **Sisca Oktarina, M.Sc** dan Bapak **Drs. Robinson Sitepu, M.Si** sebagai ketua dan sekretaris yang membantu pada pelaksanaan seminar dan sidang sarjana.
7. **Seluruh Dosen** di jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama menempuh pendidikan.
8. Adikku **Anugrah Nabil Al-Rafi** serta keluarga besar ku yang kucintai, terima kasih untuk dukungan yang diberikan.
9. Pak **Irwan** dan Ibu **Hamidah** yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
10. Teman–teman fisabilillah, KBMI, PMW dan Unique Hijab Florist, **Bella, Lenni, Rieren, Lenni, Mazida, Apledaria, Dite, dan Diah** terima kasih untuk kebersamaan, semangat serta suka duka bersama selama kuliah dan kegiatan kewirausahaan yang dirintis bersama-sama.
11. Teman–teman di bangku perkuliahan, **Jijah, Oliv, Rizma, Ega M dan Enyta** serta teman-teman Matematika angkatan 2017 lainnya. Terima kasih atas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.
12. Teman-teman PMW Matematika, **Bowo dan Udin** serta teman-teman dan adik-adik PMW matematika lainnya. Terima kasih untuk kebersamaannya dalam semua kegiatan PMW Unsri.
13. Semua Pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapat balasan dari Allah SWT.

Penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

***Wassalamualaikum Wr. Wb.***

Inderalaya, 28 September 2021

Penulis

**APPLICATION ENSEMBLE METHOD FOR CLASSIFICATION OF  
CERVIC CANCER USING SUPPORT VECTOR MACHINE,  
MULTILAYER PERCEPTRON AND K-NEAREST NEIGHBOR  
ALGORITHM**

**By:**

**Titania Jeanni Charisa  
08011381722096**

**ABSTRACT**

Cervical cancer is a development of abnormal cells in the cervix (mouth of the womb) caused by the Human Papilloma Virus. The Ensemble method has the ability to overcome the shortcomings of each Single Classification Algorithm by combining a Single Classification Algorithm. This study applies the Ensemble Method by combining the Single Classification Algorithm SVM (*Support Vector Machine*), MLP (*Multilayer Perceptron*), and K-NN (*K-Nearest Neighbor*) to find out how the performance of the Ensemble Method on the Classification of Cervical Cancer in the Herlev dataset for 2 class problems and 7. The results of this study indicate that the application of the Ensemble Method by combining a single Classification Algorithm proved to be effective for Classification of Pap Smear cells in 2 classes, but not good in 7. Classification with the Ensemble Method resulted in the best accuracy for Classification of Normal and Abnormal cells, namely 94.32%, and the results of the Sensitivity and Specificity values are very good, namely 91.8% and 93.45%, while for the 7 class classification it is still not good with the results of Accuracy, Sensitivity, and Specificity below 70%, which is 57%, 61.14% and 62%.

Keywords : SVM, MLP, K-NN, Cervical Cancer, Ensemble Method

**PENERAPAN METODE ENSEMBLE UNTUK KLASIFIKASI KANKER  
SERVIKS MENGGUNAKAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR  
MACHINE, MULTILAYER PERCEPTRON DAN K-NEAREST NEIGHBOR**

**Oleh:**

**Titania Jeanni Charisa  
08011381722096**

**ABSTRAK**

Penyakit Kanker Serviks adalah suatu perkembangan sel-sel tidak wajar yang ada pada Serviks (mulut rahim) yang disebabkan oleh *Human Pappiloma Virus*. Metode *Ensemble* memiliki kemampuan dalam mengatasi kekurangan setiap algoritma klasifikasi tunggal dengan cara menggabungkan algoritma-algoritma klasifikasi tunggal. Penelitian ini menerapkan Metode *Ensemble* dengan menggabungkan algoritma klasifikasi tunggal SVM (*Support Vector Machine*), MLP (*Multilayer Perceptron*), dan K-NN (*K-Naerest Neighbour*) untuk mengetahui bagaimana kinerja dari Metode *Ensemble* terhadap klasifikasi Kanker Serviks pada dataset Herlev untuk permasalahan 2 kelas dan 7 kelas. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Metode *Ensemble* dengan penggabungan algoritma klasifikasi tunggal terbukti efektif untuk klasifikasi sel *Pap Smear* Kanker Serviks pada 2 kelas, namun kurang baik pada 7 kelas. Klasifikasi dengan Metode *Ensemble* menghasilkan Akurasi terbaik untuk Klasifikasi sel Normal dan Abnormal yaitu 94,32%, serta hasil nilai Sensitivitas dan Spesifisitas yang sangat bagus yaitu sebesar 91,8% dan 93,45%, sedangkan klasifikasi 7 kelas masih kurang baik dengan hasil Akurasi, Sensitivitas, dan Spesifisitas dibawah 70% yaitu sebesar 57%, 61,14% dan 62%.

Kata kunci : SVM, MLP, K-NN, Kanker Serviks, dan Metode *Ensemble*

## DAFTAR ISI

### **HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN .....** ..... **ii**

**HALAMAN PERSEMBAHAN .....** ..... **iii**

**KATA PENGANTAR.....** ..... **iv**

**ABSTRACT .....** ..... **vi**

**ABSTRAK .....** ..... **vii**

**BAB I PENDAHULUAN.....** ..... **1**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	5

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....** ..... **6**

2.1 Kanker Serviks.....	6
2.2 Klasifikasi.....	7
2.3 Metode Ensemble .....	8
2.4 Algoritma SVM ( <i>Support Vector Machine</i> ) .....	8
2.4.1 Klasifikasi SVM linier .....	9
2.5 Algoritma K-NN ( <i>K-Nearest Neighbour</i> ) .....	14
2.6 Jaringan Saraf Tiruan MLP ( <i>Multilayer Perceptron</i> ).....	15
2.7 Normalisasi .....	19
2.8 <i>Confusion Matrix</i> .....	20

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....** ..... **22**

3.1 Tempat .....	22
3.2 Waktu .....	22
3.3 Alat .....	22
3.4 Metode Penelitian.....	22
3.4.1 Pengumpulan Data .....	22
3.4.2 Pre-prosessing data.....	24

3.4.3 Proses latih .....	25
3.4.4 Proses Uji.....	28
3.5 Analisis Hasil dan Kesimpulan .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Deskripsi Data.....	30
4.2 <i>Pre-prossesing</i> data.....	31
4.3 Proses Latih.....	32
4.3.1 Algoritma SVM ( <i>Support Vector Machine</i> ) .....	33
4.3.2 Algoritma K-NN ( <i>K-Nearest Neighbor</i> ) .....	39
4.3.3 Algoritma MLP ( <i>Multilayer Perceptron</i> ).....	44
4.4 Metode <i>Ensemble</i> .....	55
4.5 Analisis Hasil.....	59
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 SVM Biner Metode <i>One Against One</i> .....	12
Tabel 2.2 <i>Confusion Matrix</i> untuk dua kelas .....	20
Tabel 2.3 Kategori Nilai Akurasi .....	22
Tabel 3.1 Distribusi dari 917 Sel.....	23
Tabel 3.2 Keterangan 21 Atribut.....	23
Tabel 4.1 Dataset Kanker Serviks 7 kelas.....	30
Tabel 4.2 Hasil Normalisasi.....	32
Tabel 4.3 Data untuk contoh perhitungan manual .....	33
Tabel 4.4 <i>Confusion Matrix</i> dengan Algoritma SVM Pada 2 Kelas.....	35
Tabel 4.5 <i>Confusion Matrix</i> Dengan Algoritma SVM Pada 7 Kelas .....	37
Tabel 4.6 Hasil Sensitivitas dan Spesifisitas pada 7 Kelas .....	38
Tabel 4.7 Hasil Jarak Eclidean.....	40
Tabel 4.8 <i>Confusion Matrix</i> Dengan Algoritma K-NN Pada 2 Kelas .....	40
Tabel 4.9 <i>Confusion Matrix</i> Dengan Algoritma K-NN Pada 7 Kelas .....	42
Tabel 4.10 Hasil Sensitivitas dan Spesifisitas Pada 7 Kelas .....	43
Tabel 4.11 Bobot Input Pelatihan Contoh Perhitungan Manual .....	44
Tabel 4.12 Bobot Input Pengujian Contoh Perhitungan Manual .....	49
Tabel 4.13 Bobot Output Pengujian Contoh Perhitungan Manual .....	50
Tabel 4.14 <i>Confusion Matrix</i> Dengan Algoritma MLP Pada 2 Kelas .....	51
Tabel 4.15 <i>Confusion Matrix</i> Dengan Algoritma MLP Pada 7 Kelas .....	53
Tabel 4.16 Hasil Sensitivitas dan Spesifisitas Pada 7 Kelas .....	54

Tabel 4.17 Contoh Hasil Prediksi Metode <i>Ensemble</i> .....	55
Tabel 4.18 <i>Confusion Matrix</i> Dengan Metode ensemble Pada 2 Kelas.....	55
Tabel 4.19 <i>Confusion Matrix</i> Dengan Metode Ensemble Pada 7 Kelas .....	57
Tabel 4.20 Hasil Sensitivitas dan Spesifisitas Pada 7 kelas.....	58
Tabel 4.21 Hasil Perbandingan Kinerja 2 Kelas .....	59
Tabel 4.22 Perbandingan Kinerja 7 Kelas .....	61
Tabel 4.23 Perbandingan Hasil <i>Confusion Matrix</i> .....	62

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Contoh Foto Citra Sel Pap Smear .....	7
Gambar 2.2 Konsep <i>Hyperlane</i> pada SVM linier .....	9
Gambar 2.3 Contoh Klasifikasi <i>Multiclass</i> Metode <i>One Against One</i> .....	13

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kanker Serviks adalah suatu perkembangan sel-sel tidak wajar yang ada pada Serviks (mulut rahim) yang disebabkan oleh *Human Papilloma Virus* (Arbyn *et al.*, 2020). Pada tahun 2019, angka kematian yang disebabkan oleh Kanker Serviks di Indonesia yakni 32.469 jiwa menciptakan nilai rata-rata kematian akibat Kanker Serviks sebesar 24,5%. Angka rata-rata ini lebih besar dibandingkan dengan angka rata-rata di Asia Tenggara (ICO, 2019). *Pap Smear* adalah pemeriksaan usapan mulut rahim untuk melihat sel-sel mulut rahim dibawah mikroskop (Hyeon *et al.*, 2017). Sel *Pap Smear* mengandung sel nukleus dan sel sitoplasma, dimana sel ini dapat mendekripsi Kanker Serviks (William *et al.*, 2019).

Beberapa algoritma klasifikasi yang sering digunakan yaitu K-NN (*K-Naerest Neighbor*), MLP (*Multilayer Perceptron*), dan SVM (*Support Vector Machine*). Setiap algoritma klasifikasi memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Kelebihan Algoritma SVM yaitu, mampu mengidentifikasi *hyperplane* terpisah yang memaksimalkan jarak antara dua kelas yang berbeda, memiliki kemampuan untuk mengklasifikasikan suatu *pattern* yang tidak termasuk data yang dipakai dalam proses pelatihan, dan memiliki performa yang sangat baik untuk data yang memiliki dua kelas (Surya *et al*, 2019; Yadav and Thareja, 2019; Chen *et al.*, 2020). Kelebihan Algoritma MLP yaitu, sangat cocok untuk tipe data numerik, dan dapat mengatasi masalah yang tidak linier

(Hemalatha and Rani, 2016; Hussain *et al.*, 2020). Kelebihan Algoritma K-NN yaitu, teknik klasifikasi yang memiliki perhitungan sederhana, Akurasi relatif cukup baik untuk data yang tidak memiliki label banyak dan sangat cocok untuk permasalahan yang tidak linier (Zhang *et al.*, 2018; Taunk *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2020).

Kekurangan dari masing-masing algoritma klasifikasi antara lain SVM yaitu, kurang baik untuk jumlah data yang besar dan menurut kinerjanya hasilnya menurun untuk masalah klasifikasi lebih dari dua kelas (Zhang, Shu and Zhou, 2018; Tang *et al.*, 2019). Kekurangan algoritma MLP adalah untuk jumlah data yang besar atau sangat banyak akan membutuhkan waktu yang sangat lama dalam proses latih dan setiap penambahan layer akan mempengaruhi kompleksitas dan lamanya proses pembobotan (Pham *et al.*, 2017; Joshuva *et al.*, 2020). Kekurangan Algoritma K-NN sendiri yaitu, tidak dapat menangani *missing value*, kurang bagus untuk data yang memiliki atribut yang banyak dan perlunya pemilihan parameter  $k$  yang tepat untuk mendapatkan hasil Akurasi yang baik (Campos *et al.*, 2016; Ardiyansyah, Rahayuningsih and Maulana, 2018; Lee and Styczynski, 2018).

Metode *Ensemble* adalah salah satu metode yang disarankan dalam mengatasi permasalahan dari klasifikasi tunggal dengan peng gabungan algoritma-algoritma klasifikasi tunggal tersebut untuk menghasilkan prediksi yang dapat meningkatkan Akurasi lebih baik (Ferrari and Bacciu, 2021). Metode *Ensemble* memiliki beberapa teknik yaitu *Majority Voting*, *Weighted Averaging* dan *Ranking* (Yang and Browne, 2004). Kelebihan *Majority Voting* yaitu mudah diimplementasikan pada metode-metode klasifikasi tunggal, cara kerjanya yang sederhana yaitu dengan memilih

kelas mayoritas dari setiap prediksi kelas pada masing-masing algoritma, banyak digunakan oleh beberapa peneliti dan memiliki hasil yang baik (Tama and B, 2016; Satmoko, Sukarno and Jadied, 2018).

Beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan Metode *Ensemble Majority Voting* diantaranya yaitu, Assiri and Nazir (2020) menggunakan Metode *Ensemble* dengan Algoritma SVM, K-NN, Naïve Bayes, dan *Random Forest* untuk mengklasifikasikan tumor payudara dengan *Ensemble* Akurasi naik sekitar 3,805% menjadi 99,42%. Bora *et al.* (2017) melakukan *Ensemble* dengan Algoritma LSSVM, MLP, *Random Forest*, SVM, dan K-NN untuk Klasifikasi Kanker Serviks 3 kelas dimana menunjukkan hasil Akurasi yang naik sebesar 9,52% dari rata-rata Akurasi sebelumnya sebesar 84,2%. Penelitian lainnya Bahadur *et al* (2021) melakukan pengklasifikasian Covid-19 dengan *Ensemble* menggabungkan Algoritma SVM, *Decision Tree*, K-NN, *Naïve Bayes*, *Artificial Neural Network* dimana hasilnya menunjukkan dengan *Ensemble Majority Voting* Akurasi naik sebesar 3,93% menjadi 98,062%.

Berdasarkan kelebihan dari Metode *Ensemble Majority Voting* maka dalam tugas akhir ini akan menerapkan Metode *Ensemble* untuk Klasifikasi Kanker Serviks menggunakan Algoritma SVM (*Support Vector Machine*), MLP (*Multilayer Perceptron*), dan K-NN (*K-Naerest Neighbor*) dengan mengukur hasil kinerja berdasakan Akurasi, Sensitivitas, dan Spesifisitas .

## 1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana menerapkan Metode *Ensemble* pada ketiga algoritma klasifikasi SVM, MLP, dan K-NN dengan mengukur hasil Akurasi, Sensitivitas, dan Spesifisitas.

## 1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian yang dilakukan hanya untuk klasifikasi Kanker Serviks dengan data sel *Pap Smear* yang sudah diekstrak kedalam bentuk file.csv.
2. Pembahasan analisis kinerja dari Metode *Ensemble* dengan penggabungan algoritma klasifikasi SVM, MLP dan K-NN hanya akan mengukur kinerja berdasarkan Akurasi, Sensitivitas, dan Spesifisitas.
3. Pada Metode *Ensemble* menggunakan teknik *Majority Voting* berdasarkan pemilihan label kelas.
4. Pada dataset Kanker Serviks Herlev menggunakan 2 label kelas dan 7 label kelas.
5. Pada algoritma klasifikasi tunggal SVM menggunakan metode (*One Against One*), MLP menggunakan 3 layer (*Input, Hidden, Output*) dan K-NN menggunakan ( $k = 1$ ).

## 1.3 Tujuan

Menerapkan Metode *Ensemble* untuk klasifikasi Kanker Serviks dengan menggunakan algoritma klasifikasi SVM, MLP, dan K-NN sehingga menghasilkan kinerja klasifikasi yang akurat pada klasifikasi sel *Pap Smear* Kanker Serviks.

## 1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan klasifikasi Kanker Serviks menggunakan Metode *Ensemble* untuk meningkatkan kinerja klasifikasi.
2. Membantu optimasi pekerjaan para praktisi medis dalam mengklasifikasi Kanker Serviks dari sel *Pap Smear* agar lebih kompleks dan akurat sehingga dapat meminimalisasi kesalahan dalam pengambilan kesimpulan dari hasil tes sel *Pap Smear* Kanker Serviks.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abe, S. 2010. Support Vector Machines for Pattern Classification 2nd Edition. London: Springer-Verlag.
- Amole, A. and Osalusi, B. S. 2018. Textural Analysis Of Pap Smears Images For K-NN And SVM Based Cervical Cancer Classification System. *Science, Technology and Engineering Systems*, 3(4) : 218–223. doi: 10.25046/aj030420.
- Ana, D. and Wati, R. 2011. *Sistem Kendali Cerdas*. Yogyakarta: Graham Ilmu.
- Arbyn, M. et al. 2020. Estimates Of Incidence And Mortality Of Cervical Cancer In 2018: A Worldwide Analysis. *The Lancet Global Health*, 8(2) : 191–203. doi: 10.1016/S2214-109X(19)30482-6.
- Ardiyansyah, Rahayuningsih, P. A. and Maulana, R. 2018. Analisis Perbandingan Algoritma Klasifikasi Data Mining Untuk Dataset Blogger Dengan Rapid Miner. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, VI(1) : 20–28.
- Aryuni, M. 2013. Penerapan Ensemble Feature Selection Dan Klasterisasi Fitur Pada Klasifikasi Dokumen Teks. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 4(1), page 333. doi: 10.21512/comtech.v4i1.2745.
- Assiri, A. S. and Nazir, S. 2020. Breast Tumor Classification Using an Ensemble Machine Learning Method. *Journal of Imaging*, 6(39). doi: 10.3390/jimaging6060039.
- Ayuni, N. W. D. 2014. Multilayer Perceptron Sebagai Pemodelan Angka Harapan Hidup Perempuan Dan Laki-Laki Berdasarkan Gross Domestic Product. *Seminar Nasional Matematika*. Bali: Universitas Udayana.
- Bahadur, T. et al. 2021. Coronavirus Disease ( COVID-19 ) Detection In Chest X-Ray Images Using Majority Voting Based Classifier Ensemble. *Expert Systems With Applications*, 165(May 2020), page 113909. doi: 10.1016/j.eswa.2020.113909.
- Bora, K., Chowdhury, M. and Mahanta, L. B. 2017. Automated Classification Of Pap Smear Images To Detect Cervical Dysplasia. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 138 : 31–47. doi: 10.1016/j.cmpb.2016.10.001.
- Cai, T. 2018. Breast Cancer Diagnosis Using Imbalanced Learning And Ensemble Method. *Applied and Computational Mathematics*, 7(3), page 146. doi: 10.11648/j.acm.20180703.20.
- Campos, G. O. et al. 2016. On The Evaluation Of Unsupervised Outlier Detection: Measures, Datasets, And An Empirical Study. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 30(4) : 891–927. doi: 10.1007/s10618-015-0444-8.
- Chandra, S. R. N. and Barokatun, N. M. 2020. Services Cancer Detection System Using K-Nearest Neighbours ( K-Nn ) Method And Naïve Bayes Classifier,

- IJISCS (International Journal of Information System and Computer Science)*, 4(1) : 2–5.
- Chen, S. et al. 2020. A Novel Selective Naïve Bayes Algorithm', *Knowledge-Based Systems*, 192(Xxxx), page 105361. doi: 10.1016/j.knosys.2019.105361.
- Choubey, R. K. et al. 2017. An Approach For Hyperspectral Image Classification By Optimizing SVM Using Self. *Journal of Computational Science*. doi: 10.1016/j.jocs.2017.07.016.
- Demirtas, B. and Acikgoz, I. 2013. Promoting Attendance At Cervical Cancer Screening: Understanding The Relationship With Turkish Womens Health Beliefs, *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 14(1) : 333–340. doi: 10.7314/APJCP.2013.14.1.333.
- Ferrari, E. and Bacciu, D. 2021. Addressing Fairness, Bias And Class Imbalance In Machine Learning: The FBI-Loss, 12(5) : 113-127.
- Han, J., Kamber, M. and Pei, J. 2011. *Third Edition : Data Mining Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publisher.
- Hemalatha, K., and Rani Engineering,. 2016. Improvement Of Multi Layer Perceptron Classification On Cervical Pap Smear Data With Feature Extraction, 2(1) : 20419–20424. doi: 10.15680/IJIRSET.2016.0512024.
- Hussain, E. et al. 2020. Liquid Based-Cytology Pap Smear Dataset For Automated Multi-Class Diagnosis Of Pre-Cancerous And Cervical Cancer Lesions, *Data in Brief*, 30. doi: 10.1016/j.dib.2020.105589.
- Hyeon, J. et al. 2017. Diagnosing Cervical Cell Images Using Pre-Trained Convolutional Neural Network As Feature Extractor. in *2017 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp)*, pages 390–393. doi: 10.1109/BIGCOMP.2017.7881741.
- ICO. 2019. *Human Papillomavirus and Related Diseases Report*. Diakses: [www.hpvcentre.com](http://www.hpvcentre.com).
- Jantzen, J. et al. 2005. Pap-Smear Benchmark Data For Pattern Classification. *Proc. Nisis 2005, Albufeira, Portugal*, (January 2005), pages 1–9.
- Jantzen, J. and Dounias, D. 2006. Analysis Of Pap-Smear Image Data. *Proc. Nisis2006, Nature Inspired Smart Information System, 2nd Annual Symposium, Tenerife, 2006*.
- Joshuva, A. et al. 2020. An Insight On VMD For Diagnosing Wind Turbine Blade Faults Using C4 . 5 As Feature Selection And Discriminating Through Multilayer Perceptron. *Alexandria Engineering Journal*. doi: 10.1016/j.aej.2020.06.041.
- Jung, Y. 2018. Multiple Predicting K-Fold Cross-Validation For Model Selection. *Jounal of nonparametric statistics*, 30(1) : 197–215. doi: 10.1080/10485252.2017.1404598.

- Kesehatan, K., Penanggulangan, K. and Nasional, K. 2019. *Panduan Penatalaksanaan Kanker Serviks*.
- Kristiana, R. H., Widayastiti, N. S. and L, E. K. S. 2018. Uji Sensitivitas Dan Spesifisitas Mentzer Index, Red Distribution Width Index Dan Green And King Index Terhadap Diagnosis Talasemia Beta Minor Dan Anemia Defisiensi Besi, *Diponegoro Medical Journal (Jurnal Kedokteran Diponegoro)*, 7(2) : 787–800.
- Kurnaesih, E., Lindasari, S. . and Asrina, A. 2018. Gambaran Karakteristik Penderita Kanker Serviks Berdasarkan Faktor Resiko Di RSU Sumedang, *Proseding Seminar Nasional Sinergisitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1(April), pages 23–29.
- Lee, J. Y. and Styczynski, M. P. 2018. NS-Knn: A Modified K-Nearest Neighbors Approach For Imputing Metabolomics Data, *Metabolomics*, 14(12), page 153. doi: 10.1007/s11306-018-1451-8.
- Malli, P. K. and Nandyal, S. 2017. Machine Learning Technique For Detection Of Cervical Cancer Using K-NN And Artificial Neural Network, 6(4).
- Mentari, M., Sari, E. K. R. and Mutrofin, S. 2014. Klasifikasi Menggunakan Kombinasi Multilayer Perceptron Dan Aligment Particle Swarm Optimization. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komputasi (SENASTIK)*, pages 10–11. doi: 10.13140/2.1.3932.9281.
- Mishra, S. et al. 2016. Regularized Discriminant Analysis For Multi-Sensor Decision Fusion And Damage Detection With Lamb Waves. *Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems 2016*, 9803(850), page 98032. doi: 10.1117/12.2217959.
- Nugroho, A. S., Witarto, A. B., & Handoko, D. 2013. Support Vector Machines: Teori dan Aplikasinya dalam Bioinformatika. Indonesian Scientific Meeting in Central Japan.
- Pham, B. T. et al. 2017. Landslide Susceptibility Assessment In The Uttarakhand Area (India) Using GIS: A Comparison Study Of Prediction Capability Of Naïve Bayes, Multilayer Perceptron Neural Networks, And Functional Trees Methods. *Theoretical and Applied Climatology*, 128(1) : 255–273. doi: 10.1007/s00704-015-1702-9.
- Pusat Data dan Informasi Kementerian. 2015. Situasi Penyakit Kanker. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9) : 1689–1699.
- Rani, L. N. 2016. Klasifikasi Nasabah Menggunakan Algoritma C4 . 5 Sebagai Dasar Pemberian Kredit. *Jurnal Ekonomi*. 2(3) : 123-145.
- Ronai, C. et al. 2016. Coronary Artery Aneurysm Measurement And Z Score Variability In Kawasaki Disease. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 29(2):150–157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2015.08.013>.

- Satmoko, D. B., Sukarno, P. and Jadied, E. M. 2018. Peningkatan Akurasi Pendekripsi Serangan DDoS Menggunakan Multiclassifier Ensemble Learning dan Chi-Square Pendahuluan Studi Terkait. 5(3) : 7977–7985.
- Surya, P. P. M., Seetha, L. V. and Subbulakshmi, B. 2019. Analysis of user emotions and opinion using Multinomial Naive Bayes Classifier. *Proceedings of the 3rd International Conference on Electronics and Communication and Aerospace Technology, ICECA 2019*, pages 410–415. doi: 10.1109/ICECA.2019.8822096.
- Tama, B. A. and B, K. H. R. 2016. Performance Analysis of Multiple Classifier, pages 339–347. doi: 10.1007/978-3-319-31875-2.
- Tang, T. et al. 2019. Very Large-Scale Data Classification Based On K-Means Clustering And Multi-Kernel SVM, *Soft Computing*, 23(11) : 3793–3801. doi: 10.1007/s00500-018-3041-0.
- Taunk, K. et al. 2019. A Brief Review Of Nearest Neighbor Algorithm For Learning And Classification, *2019 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICCS)*, pages 1255–1260. doi: 10.1109/ICCS45141.2019.9065747.
- Wang, C. et al. 2020. Exploratory Study On Classification Of Lung Cancer Subtypes Through A Combined K-Nearest Neighbor Classifier In Breathomics. *Scientific Reports*, 10(1), page 5880. doi: 10.1038/s41598-020-62803-4.
- Wiguna, W. and Riana, D. 2020. Diagnosis Of Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) Surveillance Using C4.5 Algorithm. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 16(1) : 71–80. doi: 10.33480/pilar.v16i1.1293.
- William, W. et al. 2019. A Pap-Smear Analysis Tool (PAT) For Detection Of Cervical Cancer From Pap-Smear Images. *BioMedical Engineering Online*, 18(1) : 1–22. doi: 10.1186/s12938-019-0634-5.
- Yadav, K. and Thareja, R. 2019. Comparing The Performance Of Naive Bayes And Decision Tree Classification Using R. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 11(12) : 11–19. doi: 10.5815/ijisa.2019.12.02.
- Yang, S. and Browne, A. 2004. Neural Network Ensembles: Combining Multiple Models For Enhanced Performance Using A Multistage Approach, 21(5) : 279–288.
- Yusoff, I. A., Isa, N. A. M., Othman, N. H., Sulaiman, S. N., & Jusman, Y. 2010. Performance of Neural Network Architectures: Cascaded MLP Versus Extreme Learning Machine on Cervical Cell Image Classification. In Information Sciences Signal Processing and their Applications (ISSPA), 2010 10th International Conference, pages 308-311.
- Zhang, P., Shu, S. and Zhou, M. 2018. An Online Fault Detection Model And Strategies Based On SVM-Grid In Clouds. *IEEE/CAA Journal of Automatica*

- Sinica*, 5(2) : 445–456. doi: 10.1109/JAS.2017.7510817.
- Zhang, Z. *et al.* 2018. Automated Feature Learning For Nonlinear Process Monitoring – An Approach Using Stacked Denoising Autoencoder And K-Nearest Neighbor Rule, *Journal of Process Control*, 64 : 49–61. doi: 10.1016/j.jprocont.2018.02.004.
- Zuama, R. A. and Sobari, I. A. 2020. Neural Network Optimization With Particle Swarm Optimization And Bagging Methods On Classification Of Single Pap Smear Image Cells, *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 16(1) : 129–134. doi: 10.33480/pilar.v16i1.1308.