

**SISTEM INFORMASI REKAM MEDIS BERBASIS APLIKASI *DESKTOP*
DAN *MACHINE LEARNING* UNTUK MEMPREDIKSI PENYAKIT
SERANGAN JANTUNG**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro



Disusun oleh:
Dwicky Darmawan
E.5051.1805565

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2021**

**SISTEM INFORMASI REKAM MEDIS BERBASIS APLIKASI *DESKTOP*
DAN *MACHINE LEARNING* UNTUK MEMPREDIKSI PENYAKIT
SERANGAN JANTUNG**

Oleh
Dwicky Darmawan

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Dwicky Darmawan
Universitas Pendidikan Indonesia
Desember 2021

Hak Cipta dilindungi Undang - Undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lain tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

DWICKY DARMAWAN

E.5051.1805565

**SISTEM INFORMASI REKAM MEDIS BERBASIS APLIKASI *DESKTOP*
DAN *MACHINE LEARNING* UNTUK MEMPREDIKSI PENYAKIT
SERANGAN JANTUNG**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I



Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D.

NIP. 19770908 200312 002

Dosen Pembimbing II



Silmi Ath Thirah Al Azima, S.T., M.T.

NIP. 920200419960203201

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. Yadi Mulyadi, M.T.

NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Sistem Informasi Rekam Medis Berbasis Aplikasi *Desktop* dan *Machine Learning* untuk Memprediksi Penyakit Serangan Jantung**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Desember 2021
Yang membuat pernyataan,

Dwicky Darmawan
NIM. 1805565

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa dipanjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* karena atas limpahan rezeki dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Sistem Informasi Rekam Medis Berbasis Aplikasi Desktop dan Machine Learning untuk Memprediksi Penyakit Serangan Jantung**”. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dalam proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dorongan, baik itu dalam bentuk bimbingan, konsultasi, diskusi, moral, semangat, dan bantuan informasi, maka laporan ini tidak akan terealisasi. Oleh karena itu dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dan membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua serta keluarga yang telah memberikan doa, motivasi, serta dukungan moral dan materiil.
2. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku ketua Program studi Teknik Elektro dan dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
4. Ibu Silmi Ath Thirah Al Azhima, S.T.,M.T.. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Tim penelitian, Ariq Rizqullah, Sinta Agustina, dan Arfah Athiroh yang telah memberikan dukungan dan dorongan untuk senantiasa semangat menyelesaikan pengerjaan skripsi.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah *Subhanahu wa Ta'ala* membalas semua kebaikan yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan.

Bandung, Desember 2021

Penulis

ABSTRAK

Jantung merupakan organ utama yang harus bekerja dengan benar dan teratur. Jika terjadi gangguan, maka akan menimbulkan penyakit salah satunya adalah serangan jantung. Penyakit ini merupakan salah satu dari 10 penyakit dengan resiko kematian yang tinggi. Hal itu disebabkan oleh faktor stress, tekanan darah, kerja berlebihan, gula darah dan lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi penyakit serangan jantung menggunakan sistem informasi dan algoritma machine learning sebagai langkah preventif dini. Metode yang digunakan yaitu *Iterative Waterfall* model yang bertujuan untuk memecahkan tantangan dalam pembuatan sistem informasi dan juga algoritma *Machine Learning*. Sistem informasi berhasil dibuat yang terintegrasi dengan database dan algoritma *Machine Learning*. *Hybrid model* merupakan gabungan dari *Random Forest* dan *Logistic Regression* dengan tingkat kesalahan sebesar 15,51%, akurasi sebesar 84,48% dan presisi sebesar 82,41% lebih baik dibandingkan dengan model *Random Forest* dan *Logistic Regression*.

Kata Kunci: Penyakit jantung; sistem informasi; *Hybrid Model*; *Random Forest*; *Logistic Regression*.

ABSTRACT

The heart is the main organ that must work properly and regularly. If there is a disturbance, it will cause disease, one of which is a heart attack, which is one of the 10 diseases with a high risk of death. This is caused by stress factors, blood pressure, excessive work, blood sugar and others. The purpose of this study is to predict heart attack disease using information system and machine learning as an early preventive measure. The method used is an iterative waterfall model which aims to solve the challenges in making information systems and Machine Learning algorithms. The information system has been successfully created that is integrated with databases and Machine Learning algorithms. The hybrid model is a combination of Random Forest and Logistic Regression with an error rate of 15.51%, an accuracy of 84.48% and a precision of 82.41% compared to the Random Forest and Logistic Regression models.

Keyword: *Heart Attack; Information System; Hybrid Model; Random Forest; Logistic Regression.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Sistem Informasi	7
2.1.1 Konsep Dasar Sistem	7
2.1.2 Konsep Dasar Informasi.....	7
2.1.3 Pengenalan Sistem Informasi.....	9
2.2 Penyakit Serangan Jantung	11
2.2.1 Pengertian penyakit serangan jantung.....	11
2.2.2 Gejala penyakit serangan jantung	12
2.2.3 Faktor resiko penyakit serangan jantung.....	13
2.2.4 Pencegahan penyakit serangan jantung.....	14
2.3 <i>Machine Learning</i>	14
2.3.1 Pengenalan <i>Machine Learning</i>	14
2.3.2 Jenis <i>Machine Learning</i>	17
2.3.3 <i>Logistic Regression</i>	20
2.3.4 <i>Decision Tree</i>	21
2.3.5 <i>Random Forest</i>	22
2.3.6 <i>Hybrid Model</i>	23

2.3.7	Metode <i>ensemble</i>	23
2.4	<i>Python</i>	25
2.4.1	<i>Library</i> Pendukung.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		31
3.1	Desain Penelitian.....	31
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	33
3.2.1	Alat Penelitian.....	33
3.2.2	Bahan Penelitian.....	33
3.3	Metode Penelitian.....	34
3.3.1	Metode Pengumpulan Data.....	34
3.3.2	Metode Pengembangan Sistem	34
BAB IV DESAIN DAN ANALISIS PENELITIAN		37
4.1	Pengumpulan Data	37
4.2	Pengembangan Sistem	39
4.2.1	<i>Requirement</i> (Kebutuhan).....	39
4.2.2	<i>System and Software Design</i> (Desain)	40
4.2.3	<i>Implementing and Unit Testing</i> (Pemrograman).....	41
4.2.4	<i>Integrating and System Testing</i> (Pengujian)	51
4.3	Hasil dan Pembahasan.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN.....		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Data penderita penyakit jantung di Indonesia tahun 2018.....	1
Gambar 2.1 Kondisi Serangan Jantung.....	12
Gambar 2.2 Supervised Learning.....	17
Gambar 2.3 Unsupervised Learning.....	18
Gambar 2.4 Semi-supervised learning.....	19
Gambar 2.5 Reinforcement Learning.....	19
Gambar 2.6 Ilustrasi fungsi logistik.....	20
Gambar 2.7 Terminologi Decision Tree.....	21
Gambar 2.8 Ilustrasi struktur Random Forest.....	23
Gambar 2.9 Metode Ensemble.....	24
Gambar 2.10 Stacking.....	25
Gambar 2.11 Logo Python.....	26
Gambar 2.12 Logo Scikit-learn.....	29
Gambar 2.13 Logo Pandas.....	29
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	31
Gambar 3.2 Iterative Waterfall Model.....	35
Gambar 4.1 Dataset heart disease UCI.....	37
Gambar 4.2 Flowchart Pemrograman GUI.....	41
Gambar 4.3 Cuplikan pemrograman dimensi layar.....	42
Gambar 4.4 Cuplikan pemrograman Label.....	42
Gambar 4.5 Cuplikan pemrograman entry form.....	42
Gambar 4.6 Cuplikan pemrograman tombol klik.....	43
Gambar 4.7 Cuplikan pemrograman tabel treeview.....	43
Gambar 4.8 Flowchart Pemrograman Machine Learning.....	44
Gambar 4.9 Impor Data Orange Data Mining.....	45
Gambar 4.10 Eksplorasi data Orange data mining.....	46
Gambar 4.11 Pemisahan data Orange data mining.....	47
Gambar 4.12 Standardisasi Data Orange data mining.....	48
Gambar 4.13 Pemilihan model Orange data mining.....	49
Gambar 4.14 Train dan Test data Orange data mining.....	50
Gambar 4.15 Prediksi Orange data mining.....	51

Gambar 4.16 cuplikan pemrograman integrasi sistem.....	52
Gambar 4.17 Tampilan sistem informasi.....	52
Gambar 4.18 Flowchart sistem.....	53
Gambar 4.19 Evaluasi Model Random Forest.....	55
Gambar 4.20 Evaluasi Model Logistic Regression.....	56
Gambar 4.21 Evaluasi Hybrid Model.....	57
Gambar 4.22 Message box warning.....	59
Gambar 4.23 Message box info.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Algoritma Machine Learning.	3
Tabel 2.1 Karakteristik Informasi.	7
Tabel 2.2 Komponen perangkat keras.....	9
Tabel 2.3 Klasifikasi benar dan salah.....	16
Tabel 2.4 Modul Tkinter.....	26
Tabel 2.5 Kelas Tkinter Widget.....	27
Tabel 4.1 Dataset heart disease UCI.....	38
Tabel 4.2 Kebutuhan sistem informasi.....	39
Tabel 4.3 Pengujian sistem.....	53
Tabel 4.4 Hasil evaluasi kinerja model.....	58

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Rayes, S. A., & Al-Meshkhas, M. (2020, October). Preparing legal electronic medical record case: A process analysis and improvement plan. *2020 19th International Symposium on Distributed Computing and Applications for Business Engineering and Science (DCABES)*.
<http://dx.doi.org/10.1109/dcabes50732.2020.00093>
- Alex P., M., & Shaji, S. P. (2019). Prediction and diagnosis of heart disease patients using data mining technique. *2019 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*.
<https://doi.org/10.1109/iccsp.2019.8697977>
- Amalia, N., Rustam, M. Z. A., Rosarini, A., Wijayanti, D. R., & Riestiyowati, M. A. (2021). The implementation of electronic medical record (EMR) in the development health care system in Indonesia. *International Journal of Advancement in Life Sciences Research*, 4(3).
<https://doi.org/10.31632/ijalsr.2021.v04i03.002>
- Anggraeni & Yunaeti, E. (2017). *Pengantar Sistem Informasi*. Penerbit Andi.
- Arif, R. (2020, March 8). The Basics of Decision Tree. Medium data driven investor. <https://medium.datadriveninvestor.com/the-basics-of-decision-trees-e5837cc2aba7>
- Ardabili, S., Mosavi, A., Varkonyi-Koczy, A. R. (2019). Advances in machine learning modelling reviewing hybrid and ensemble methods.
<https://doi.org/10.20944/preprints201908.0203.v1>
- Bourgeois, D. (2014). *Information Systems for Business and Beyond*. The Saylor Academy.
- Breiman, L. (2001). Random Forest.
- CDC. (2021). *About Heart Disease*.
https://www.cdc.gov/heartdisease/heart_attack.htm
- CHSS. (2014). *Heart Attack : A guide to your recovery*.
- Day, N. J. B., Carranza, K. A. L. R., Lin, L. M. S., Ponce, A. R., Reyes, W. R. O.,

- Bugtai, N. T., & Baldovino, R. G. (2018, November). Design of a web-based and electronic health record management system for medical teleconsultation. *2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)*. <http://dx.doi.org/10.1109/hnicem.2018.8666370>
- Ed-Daoudy, A., & Maalmi, K. (2019, December). Performance evaluation of machine learning based big data processing framework for prediction of heart disease. *2019 International Conference on Intelligent Systems and Advanced Computing Sciences (ISACS)*. <http://dx.doi.org/10.1109/isacs48493.2019.9068901>
- Ekiz, S., & Erdogmus, P. (2017). Comparative study of heart disease classification. *Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT)*. doi:10.1109/ebbt.2017.7956761
- Fang, J., Luncheon, C., Ayala, C., Odom, E., & Loustalor, F. (2019). Awareness of Heart Attack Symptoms and Response Among Adults – United States, 2008, 2014, and 2017. *2019 Morbidity and Mortality Weekly Report CDC*.
- Foundation, I. H. (2017). *Step by step through heart attack*.
- Gerstenblith, G. (2007). *Cardiovascular disease in the elderly*. Springer Science & Business Media.
- Gharajeh, M. S. (2019). Waterative Model: An integration of the waterfall and iterative software development paradigms. *Database System Journal*, 10, 75-81.
- Guruvayur, S. R., & Suchithra, R. (2017, May). A detailed study on machine learning techniques for data mining. *2017 International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI)*. <http://dx.doi.org/10.1109/icoei.2017.8300900>
- Hall, T., & Stacey, J-P. (2009). Python 3 for absolute beginners. Apress
- Halim, E., Thomas, G. N., Hidayat, D. R., & Gea, D. (2020, August). “Smart healthcare” a medical record system for effective health services. *2020 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*. <http://dx.doi.org/10.1109/icimtech50083.2020.9211176>

- Hossain, M. E., Khan, A., Moni, M. A., & Uddin, S. (2021). Use of electronic health data for disease prediction: A comprehensive literature review. *IEEE/ ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*, 18(2), 745 - 758.
- Hurwitz, J., & Kirsch, D. (2018). *Machine learning for dummies*. IBM.
- Jo, T. (2021). *Machine learning foundations: supervised, unsupervised, and advanced learning*. Springer.
- Joseph, B., A., W., Maigana, N., & E., A. (2020). Design and Implementation of a Secured Web based Medical Record Management System: A Case Study of Federal University Wukari (FUW) Clinic. *International Journal of Computer Applications*, 177(41), 27–33. <https://doi.org/10.5120/ijca2020919908>
- Kannan, R., & Vasanthi, V. (2018). Machine learning algorithms with ROC curve for predicting and diagnosing the heart disease. In *Soft Computing and Medical Bioinformatics* (pp. 63–72). Springer Singapore. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-0059-2_8
- Khandelwal, Y. (2021, August 13). Ensemble stacking for machine learning and deep learning. Analytics Vidhya. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/08/ensemble-stacking-for-machine-learning-and-deep-learning/>
- Katarya, R., & Srinivas, P. (2020). Predicting Heart Disease at Early Stages using Machine Learning: A Survey. *International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*. doi:10.1109/icesc48915.2020.91555
- Kavitha, M., Gnaneswar, G., Dinesh, R., Sai, Y. R., & Suraj, R. S. (2021, January 20). Heart Disease Prediction using Hybrid machine Learning Model. *2021 6th International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*. <http://dx.doi.org/10.1109/iciict50816.2021.9358597>
- Keya, M. S., Shamsojjaman, M., Hossain, F., Akter, F., Islam, F., & Emon, M. U. (2021, March 25). Measuring the Heart Attack Possibility using Different Types of Machine Learning Algorithms. *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS)*.

<http://dx.doi.org/10.1109/icaais50930.2021.9395846>

Kemenkes, “Laporan Nasional RKD 2018,” 2019. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

http://labdata.litbang.kemkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf .

Kubat, M. (2017). *An Introduction to machine learning*. (2nd ed.). Springer.

Ma, J. (2020). Machine learning in predicting diabetes in the early stage. *2020 2nd International conference on Machine Learning Big Data and Business Intelligence (MLBDBI)*.

Mall, R. (2014). *Fundamentals of software engineering*. PHI Learning private limited.

Mckinney, W., & Team, P. D. (2021). *Pandas:Powerful python data analysis toolkit*.

Mckinney, W. (2010). *Data Structures for Statistical Computing in Python*. *2010 Proceedings of the 9th Python in Science Conference*.

Mehata, S., Linus, L., & Vinayakvitthal, L. (2019, October). Real Time Data Plotting Tool using Open Source Platform like Raspberry Pi and Python. *2019 Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)*. <http://dx.doi.org/10.1109/gcat47503.2019.8978280>

Mohan, S., Thirumalai, C., & Sristava, G. (2019). Effective heart disease prediction using hybrid machine learning techniques. *IEEE Access*.

Nandi, A., & Ahmed, H. (2019). *Condition Monitoring with vibration signals*. Wiley-IEEE Press.

NHLBI. (n.d.). *Heart Attack*. <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/heart-attack>

Obasi, T., & Omair Shafiq, M. (2019, December). Towards comparing and using Machine Learning techniques for detecting and predicting Heart Attack and Diseases. *2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*. <http://dx.doi.org/10.1109/bigdata47090.2019.9005488>

Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perror, M., & Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-

2830.

- Python. (2007). Tkinter; Python interface to Tcl/Tk. <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>
- Riani, A., Susianto, Y., & Rahman, N. (2019). Implementasi Data Mining Untuk Memprediksi Penyakit Jantung Menggunakan Metode Naive Bayes. *Journal of Innovation Information Technology and Application (JINITA)*, 1(01), 25-34.
- Rocca, J. (2019, april 23). Ensemble methods: bagging, boosting, stacking. Towards data science. <https://towardsdatascience.com/ensemble-methods-bagging-boosting-and-stacking-c9214a10a205#:~:text=Stacking%20mainly%20differ%20from%20bagging,consider%20mainly%20homogeneous%20weak%20learners>.
- Sarkar, D., Bali, R., & Sharma, T. (2017). *Practical machine learning with python: A problem-solver's guide to building real-world intelligent systems*. Apress.
- Sarica, A., Cerasa, A., & Quattrone, A. (2017). Random Forest algorithm for the classification of neuroimaging data in alzheimer's disease: A systematic review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9.
- Sayeth, S., Fareez MMM., and Vinothraj T. Python Current Trend Applications- An Overview Popular Web Development Frameworks In Python. *International Journal of Advance Engineering and Research Development*, vol.6, no. 10, 2019.
- Singh, P., Singh, S. P., & Singh, D. S. (2019, December). An introduction and review on machine learning applications in medicine and healthcare. *2019 IEEE Conference on Information and Communication Technology*. <http://dx.doi.org/10.1109/cict48419.2019.9066250>
- Sony, R. K. (2020). UCI Heart Disease Data. <https://www.kaggle.com/redwankarimsony/heart-disease-data>
- Stair, R., & Reynolds, G. (2010). *Principle of Information Systems*. (9th ed.). Penerbit CENGAGE Learning.
- Stancin, I., & Jovic, A. (2019, May). An overview and comparison of free Python libraries for data mining and big data analysis. *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics*

and *Microelectronics* (MIPRO).
<http://dx.doi.org/10.23919/mipro.2019.8757088>

- Tsai, C., Hu, Y., Hung, C., & Hsu, Y. (2013). A comparative study of hybrid machine learning techniques for customer lifetime value prediction. *Kybernetes*, 42(3), 357–370. doi:10.1108/03684921311323626
- Tsai, C.-F., & Chen, M.-L. (2010). Credit rating by hybrid machine learning techniques. *Applied Soft Computing*, 10(2), 374–380. doi:10.1016/j.asoc.2009.08.003
- Theobald, O. (2017). *Machine learning for absolute beginners*. (2nd ed.).
- Tongkaw, S., & Tongkaw, A. (2016, October). A comparison of database performance of MariaDB and MySQL with OLTP workload. *2016 IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*. <http://dx.doi.org/10.1109/icos.2016.7881999>
- Tougui, I., Jilbab, A., & El Mhamdi, J. (2020). Heart disease classification using data mining tools and machine learning techniques. *Health and Technology*, 10(5), 1137–1144. <https://doi.org/10.1007/s12553-020-00438-1>
- Vo, C., Cao, T., Doan, N., Tu, S., Nguyen, A., Nguyen, B., & Ho, B. (2018). Electronic medical record visualization for patient progress tracking. *International Symposium on Affective Science and Engineering, ISASE2018(0)*, 1–6. <https://doi.org/10.5057/isase.2018-c000018>
- WHO, W. H. O. (2020, December 9). The top 10 causes of death. *World Health Organization: WHO*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- Wu, C. H., Chiu, R. K., Yeh, H. M., & Wang, D. W. (2017). Implementation of a cloud-based electronic medical record exchange system in compliance with the integrating with the integrating HealthcareEnterprise’s cross-enterprise Document Sharing Integration Profile. *International Journal of Medical Informatics*, 107, 30-39.
- Zemmouchi-Ghomari, L. (2021). *Basic Concepts of Information Systems*. Intechopen.
- Zhou, Z. (2012). *Ensemble Methods foundations and algorithms*. Taylor and Francis Group, LLC.

Zhu, H., & Hou, M. (2018, September). Research on an electronic medical record system based on the internet. *2018 2nd International Conference on Data Science and Business Analytics (ICDSBA)*.
<http://dx.doi.org/10.1109/icdsba.2018.00106>