



Prediksi Penyakit Jantung Menggunakan Metode Deep Neural Network dengan Memanfaatkan Internet of Things

Irpanudin^{1✉}, Reka², Reni Nur Anggraeni³, Panji Pratama⁴, Alun Sujjada⁵, Anggun Fergina⁶

^{1,2,3,4,5,6} Universitas Nusa Putra

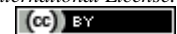
alun.sujjada@nusaputra.ac.id

Abstrak

Penyakit jantung adalah salah satu penyakit yang paling mematikan di dunia. Deteksi dini dan pencegahan adalah kunci untuk mengurangi jumlah kematian akibat penyakit jantung. Metode deep neural network (DNN) telah digunakan dalam berbagai aplikasi kesehatan, termasuk dalam prediksi penyakit jantung. Namun, untuk membuat prediksi yang akurat dan efektif, diperlukan data yang berkualitas dan terus-menerus. Salah satu solusi untuk mengumpulkan data yang berkualitas adalah dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) yang dapat mengumpulkan data secara terus-menerus dan real-time dari berbagai perangkat. Metode deep neural network untuk memprediksi penyakit jantung menggunakan data yang dikumpulkan melalui teknologi Internet of Things. Pengumpulan data dari salah satu parameter detak akan diproses dan dibagi menjadi set data pelatihan dan set data pengujian. Setelah melatih model DNN, selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap model tersebut dengan menggunakan set data pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode deep neural network dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things dapat memberikan hasil prediksi yang akurat dan efektif dalam memprediksi penyakit jantung. Dan akan divisualisasikan menggunakan Tableau.

Kata Kunci: Deep Neural Network, Internet Of Things, Penyakit Jantung, Prediksi, Tableau.

JIDT is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Berdasarkan Global Burden of Cardiovascular Disease yang diterbitkan oleh American Heart Association, penyakit kardiovaskular (termasuk penyakit jantung) adalah penyebab kematian nomor satu di seluruh dunia dan secara substansial berkontribusi terhadap kerugian kesehatan dan biaya sistem kesehatan yang berlebihan [1]. Pada tahun 2019, diperkirakan 523 juta orang hidup dengan penyakit kardiovaskular, dengan 17.9 juta kematian yang disebabkan oleh penyakit tersebut. Jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat di masa depan, terutama negara-negara berkembang dimana faktor risiko seperti kebiasaan merokok, kurangnya aktivitas fisik dan diet tidak sehat semakin meningkat. Tentunya langkah awal dalam menentukan seseorang terkena penyakit jantung dibutuhkan diagnosa yang sesuai dengan penyakit tersebut. Diagnosa penyakit merupakan hasil dari diagnosis penyakit yang mengarahkan untuk mengidentifikasi mengenai suatu jenis penyakit atau masalah kesehatan yang diderita oleh pasien [2].

Penyakit jantung merupakan suatu keadaan dimana jantung tidak dapat melaksanakan fungsinya dengan baik, sehingga kerja jantung sebagai pemompa darah dan oksigen ke seluruh tubuh terganggu [3]. Banyaknya tingkat kematian yang terjadi akibat penyakit jantung sehingga dibutuhkannya prediksi penyakit jantung untuk mengurangi angka kematian akibat penyakit tersebut. Sebab penyakit jantung memiliki karakteristik yang kompleks dan beragam. Oleh sebab itu, diperlukan metode prediksi yang dapat menangani komplekstitas data tersebut termasuk data medis pasien yang dijadikan seseorang memiliki penyakit jantung. Serta keterbatasan metode prediksi dalam menangani data yang kompleks dan tidak dapat mengekstraksi fitur secara otomatis. Oleh karena itu, metode prediksi baru seperti *Deep Neural Network* menjadi salah satu metode untuk memprediksi secara akurat.

Deep Neural Network (DNN) merupakan salah satu jenis model *machine learning* yang terdiri dari banyak lapisan yang saling terhubung, dimana setiap lapisan terdiri dari banyak unit komputasi yang disebut neuron. Dalam DNN, data masukan diproses secara berurutan melalui setiap lapisan dimana setiap lapisan melakukan transformasi pada data masukan dan menghasilkan representasi semantik yang semakin kompleks. Internet of Things (IoT) merupakan konsep dimana objek-objek fisik seperti sensor, perangkat elektronik, dan mesin dapat terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet [4]. Dalam penggunaannya IoT digunakan untuk mendapatkan data berupa detak jantung yang menjadi salah satu parameter yang digunakan dalam memprediksi seseorang terkena penyakit jantung.

Dengan memanfaatkan data medis yang dikumpulkan secara terus-menerus melalui IoT dan kemampuan prediksi DNN yang akurat. Oleh karena itu, dapat membantu tenaga medis dalam mendeteksi dini dan pencegahan penyakit

jantung, sehingga pasien dan tenaga medis dapat melakukan intervensi yang tepat waktu dan mencegah terjadinya komplikasi lebih lanjut. Namun harus dilakukan pemrosesan dan normalisasi data yang cukup lengkap dan representatif serta harus dilakukannya evaluasi dan validasi terhadap model yang dibangun menggunakan set latih dan set uji khususnya detak jantung yang terdapat dalam data medis pasien.

Data yang diperoleh sensor dapat diolah untuk memprediksi kemungkinan terjadinya penyakit jantung. Hasil prediksi tersebut dapat membantu dokter atau tenaga medis. Untuk menampilkan visualisasi tersebut dibutuhkan software yang dapat membantu untuk memvisualisasikannya yaitu Tableau. Tableau adalah platform visualisasi data baik dalam bentuk histogram, scatter plot, diagram, dan lain sebagainya [5]. ssDalam konteks ini, Tableau dapat digunakan untuk memvisualisasikan hasil prediksi dari data medis yang dikumpulkan di IoT yaitu prediksi penyakit jantung pada seseorang.

2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang dapat digunakan untuk prediksi penyakit jantung menggunakan Deep Neural Network (DNN) dalam bentuk *Data Science Life Cycle*. Metodologi ini akan mencakup serangkaian langkah-langkah yang diperlukan untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi model prediksi penyakit jantung yang efektif menggunakan DNN.

2.1. Pengumpulan Data

Set data yang digunakan diambil dari situs web Kaggle <https://www.kaggle.com/datasets/mirzahasnine/heart-disease-dataset>. Terdiri dari 3.649 pasien dengan 16 Variabel. Atribut yang digunakan mencakup usia, jenis kelamin, perokok atau tidak, tekanan darah istirahat, kolesterol serum, gula darah puasa, rata-rata rokok yang dihisap perhari, apakah pasien dalam pengobatan tekanan darah atau tidak, pasien sebelumnya terkena stroke atau tidak, pasien Hipertensi atau tidak, dan variabel lainnya[6].

	Gender	age	education	current	cigsPer	BPmeds	prevalentSt	prevalent	diabetes	totChol	sysBP	diaBP	BSR	heartRate	glucose	Heart...
1	Male	39	postgraduate	0	0	0	no	0	0	195	106	70	26.87	80	77	No
2	Female	46	primaryschool	0	0	0	no	0	0	289	121	81	28.73	95	76	No
3	Male	48	uneducated	1	20	0	no	0	0	245	127.5	90	25.34	75	79	No
4	Female	61	graduate	1	30	0	no	1	0	225	150	95	28.58	65	103	yes
5	Female	46	graduate	1	23	0	no	0	0	285	130	84	23.1	85	85	No
6	Female	43	primaryschool	0	0	0	no	1	0	228	180	110	30.3	77	99	No
7	Female	63	uneducated	0	0	0	no	0	0	205	138	71	33.11	80	85	yes
8	Female	45	primaryschool	1	20	0	no	0	0	313	180	71	21.88	79	78	No
9	Male	52	uneducated	0	0	0	no	1	0	280	141.5	89	26.36	76	79	No
10	Male	43	uneducated	1	30	0	no	1	0	225	162	107	23.61	83	88	No
11	Female	50	uneducated	0	0	0	no	0	0	254	133	76	22.91	75	76	No
12	Female	43	primaryschool	0	0	0	no	0	0	247	131	88	27.64	72	61	No
13	Male	46	uneducated	1	15	0	no	1	0	294	142	94	26.31	80	64	No
14	Female	41	graduate	0	0	1	no	1	0	332	124	88	31.31	65	84	No
15	Female	39	primaryschool	1	0	0	no	0	0	228	114	84	22.35	85	NA	No
16	Female	38	primaryschool	1	20	0	no	1	0	221	140	90	21.35	95	70	yes
17	Male	48	graduate	1	10	0	no	1	0	232	138	90	22.37	64	72	No
18	Female	46	primaryschool	1	20	0	no	0	0	291	112	78	23.38	80	89	yes
19	Female	38	primaryschool	1	5	0	no	0	0	195	122	84.5	23.24	75	78	No
20	Male	41	primaryschool	0	0	0	no	0	0	195	139	88	26.88	85	65	No
21	Female	42	primaryschool	1	30	0	no	0	0	190	198	79.5	21.59	72	85	No
22	Female	43	uneducated	0	0	0	no	0	0	185	123.5	77.5	29.89	70	NA	No
23	Female	52	uneducated	0	0	0	no	0	0	234	148	79	34.17	70	113	No
24	Female	52	graduate	1	20	0	no	0	0	215	132	82	25.11	71	75	No
25	Male	44	primaryschool	1	30	0	no	1	0	270	137.5	90	21.96	75	83	No

Gambar 1. Tampilan Data yang di Unduh

Dan berikut ada juga keterangan dari parameter yang digunakan:

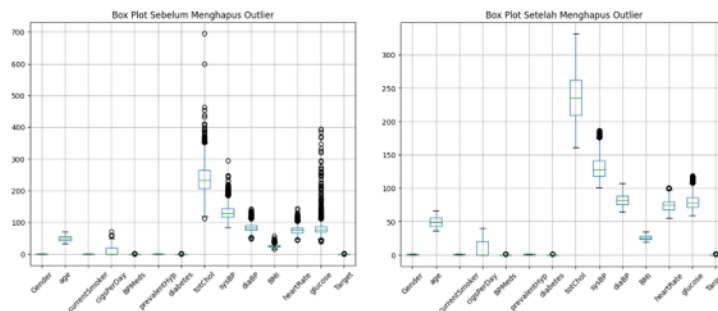
Tabel 1. Parameter yang digunakan

Variabel	Keterangan
gender	1 (laki-laki), 0 (perempuan)
age	Usia dari 32-70 tahun
currentSmoker	Perokok 1 (Ya), 0 (Tidak)
cigs_per_day	Jumlah rokok perhari = 0-70
bp_meds	Mengonsumsi obat tekanan darah atau tidak = 1 (Ya), 0 (Tidak)
prevalent_stroke	Pernah mengalami stroke atau tidak = 1 (Ya), 0 (Tidak)
prevalentHyp	Tekanan darah (TD) > = 140 mm Hg sistolik dan/atau > = 90 diastolik = 1 (Ya), 0 (Tidak)
diabetes	Penderita diabetes 1 (Ya), 0 (Tidak)
tot_chol	Total kolesterol = 113-464
sysBP	Tekanan darah sistolik = 84...220

diaBP	Tekanan darah diastolik = 48...140
BMI	Berat Badan ideal 18 – 40 (Kg/m ²)
heartRate	Detak jantung = 44...143
glucose	Gula darah = 40...394
Heart_stroke	1 (Ya), 0 (Tidak)

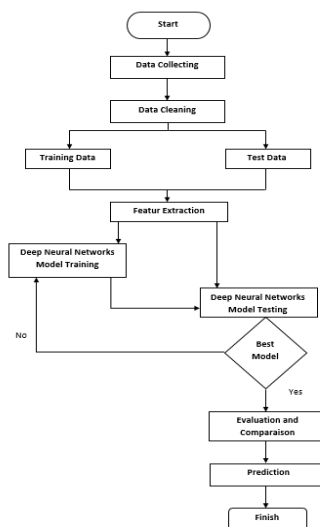
2.2. Preprocessing Data

Preprocessing data adalah proses membersihkan, mentransformasi, dan mempersiapkan data untuk analisis. Langkah *preprocessing* data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penanganan nilai yang hilang, penanganan *outlier*, *scaling* fitur, dan normalisasi data.[7]



Gambar 2. Outlier Sebelum dan Sesudah dibersihkan

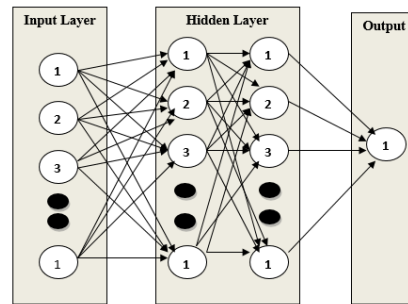
2.3. Deep Neural Network



Gambar 3. Flowchart Modeling DNN

Berdasarkan flowchart diatas untuk melakukan modeling pada DNN yaitu memisahkan fitur dan label, membagi data menjadi data latih dan data uji, melakukan penskalaan fitur, membangun model DNN, mengompilasi dan melatih model. [8]

2.3.1 Asitektur Deep Neural Network



Gambar 4. Arsitektur Deep Neural Network

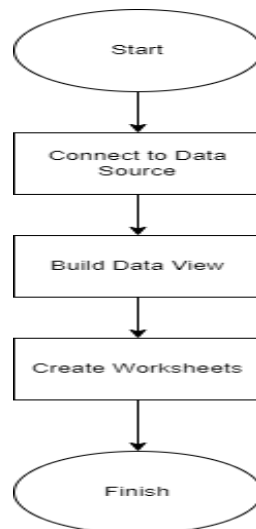
Pada arsitektur DNN, terdapat tiga jenis lapisan utama, yaitu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan keluaran (*output layer*). Setiap lapisan terdiri dari satu atau lebih unit pemrosesan yang disebut sebagai *neuron* atau *node*. *Neuron* dalam lapisan masukan menerima input data dan meneruskannya ke lapisan tersembunyi. Lapisan tersembunyi kemudian melakukan pemrosesan lebih lanjut terhadap input yang diterima dan meneruskannya ke lapisan berikutnya. Lapisan keluaran menghasilkan *output* akhir dari jaringan.[9]

2.4. Evaluasi Model

Evaluasi model merupakan tahap penting dalam pengembangan model *machine learning* atau *deep learning*. Tujuan evaluasi model adalah untuk mengukur kinerja model secara objektif dan memahami sejauh mana model dapat melakukan prediksi yang akurat dan dapat digeneralisasi pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.[10]

2.5. Tableau

Dalam *Tableau* berdasarkan data yang di dapat akan dibuat visualisasi yaitu penyakit jantung yang akan dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin, selanjutnya ada visualisasi dari penyakit jantung berdasarkan umur, dan juga ada visualisasi yang dikelompokkan dari detak jantung berdasarkan umur. Dalam hal tersebut, visualisasi akan terdapat berbagai macam bentuk mulai dari diagram batang, dan lainnya. Tentunya untuk melakukan hal tersebut, dibutuhkan tahapan ataupun *flowchart* agar terstruktur dengan baik[11], seperti gambar dibawah ini:



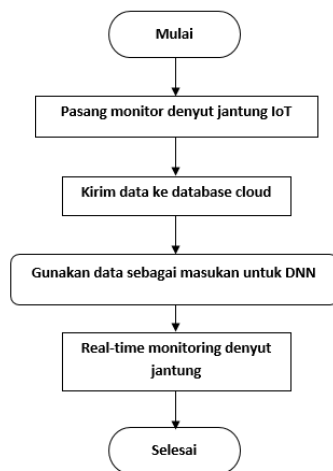
Gambar 5. Flowchart Tableau

Berdasarkan *flowchart* diatas hal pertama yang harus dilakukan yaitu menghubungkan data ke dalam *software* yaitu *Tableau* menggunakan data yang sudah bersih baik dalam bentuk file *CSV*, *Excel*, *database*, dan sumber data *online* karena *Tableau* mendukung berbagai sumber data. Dalam penelitian ini, menggunakan file *CSV* sebagai

sumber data. Setelah data terhubung, maka gunakan worksheet untuk menampilkan visualisasi data dengan berbagai jenis visualisasi yang disediakan oleh *Tableau* baik dalam bentuk histogram, diagram batang, map, *scatter plot* dan lain sebagainya. Selanjutnya simpan file tersebut ke dalam *Tableau Public* ataupun *Tableau server* sesuai dengan kebutuhan[5].

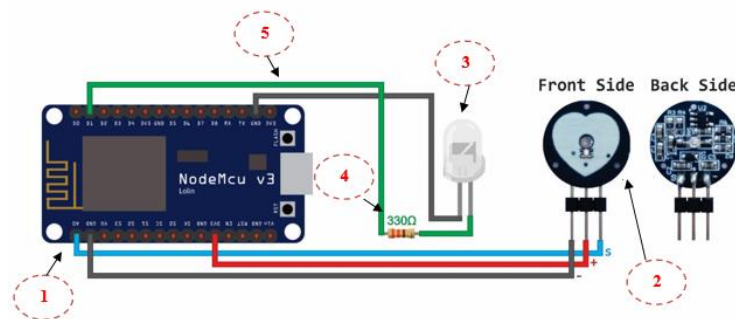
2.6. Internet of Things

Integrasi *IoT* merujuk pada penggabungan perangkat, sistem, dan infrastruktur yang berbeda menjadi satu kesatuan yang terhubung dan dapat saling berkomunikasi. Dalam konteks penggunaan pendeteksi denyut jantung berbasis *IoT*, integrasi *IoT* dapat dilakukan dengan menghubungkan perangkat pendeteksi denyut jantung ke jaringan *Internet* dan memanfaatkan kemampuan komunikasi yang dimilikinya.[12]



Gambar 6. Flowchart Internet of Things

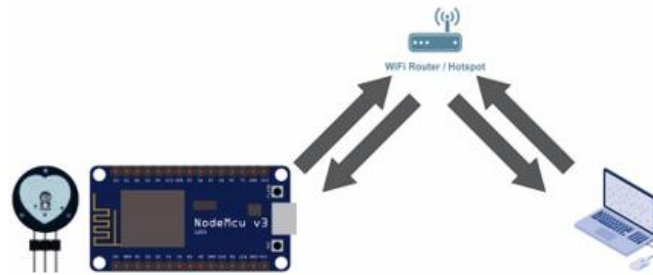
2.6.1. Installation



Gambar 7. Installation

Instalasi menggunakan alat-alat seperti *NodeMCU*, sensor jantung, lampu indikator, dan kabel *jumper male to male* akan memungkinkan Anda untuk mengintegrasikan *IoT* dalam pendeteksi denyut jantung.

2.6.2. Connection



Gambar 8. Network (Station Mode)

Pada penelitian ini, untuk mengintegrasikan perangkat *IoT* dalam pengukuran denyut jantung dengan website melalui penggunaan *API* lokal dan koneksi *Wi-Fi*. Tujuannya adalah untuk memungkinkan pengguna untuk memantau dan menganalisis data denyut jantung pasien secara *real-time* melalui *website* yang terhubung dengan perangkat *IoT*. [13]

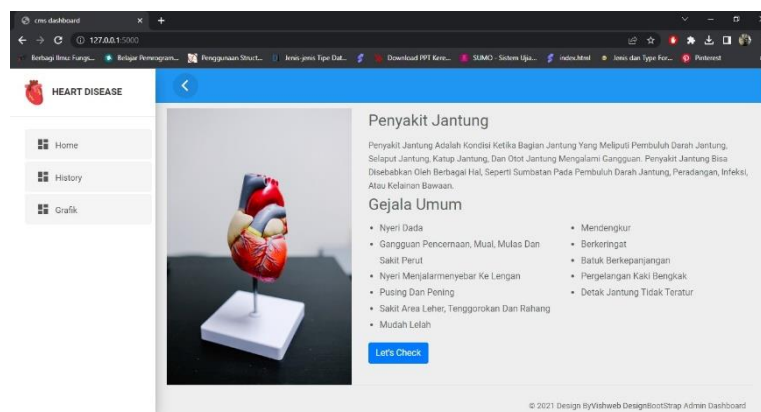
3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap implementasi sistem prediksi penyakit jantung menggunakan deep neural network dengan memanfaatkan Internet of Things (IoT), telah berhasil mengembangkan sebuah aplikasi berbasis website. Aplikasi ini dirancang untuk menerima input data pasien dan melakukan prediksi apakah pasien tersebut positif terkena penyakit jantung atau negatif.

3.1. Performama Aplikasi Website

Evaluasi dilakukan terhadap performa aplikasi website yang dikembangkan. Aspek-aspek yang dievaluasi meliputi kecepatan respons, kestabilan, dan kegunaan antarmuka pengguna. Performa yang baik dalam hal ini menunjukkan bahwa aplikasi mampu memberikan pengalaman pengguna yang lancar dan nyaman saat menginput data pasien dan menerima hasil prediksi.

3.2. Halaman Beranda



Gambar 9. Halaman Beranda

Pada halaman ini, terdapat informasi singkat tentang apa itu penyakit jantung dan gejala dari penyakit jantung tersebut. Lalu ada tombol dipaling bawah bertuliskan “Let’s Check” untuk menuju ke halama form data pasien yang ada di periksa.

3.3. Halaman Penginputan Data Pasien

Gambar 10. Halaman Penginputan

Halaman ini menyediakan formulir yang harus diisi oleh pengguna untuk menginput data pasien. Formulir tersebut berisi informasi seperti usia, jenis kelamin, tekanan darah, kadar kolesterol, detak jantung, dan faktor risiko lainnya. Pengguna diminta untuk mengisi dengan benar dan lengkap.

3.4 Halaman Hasil Prediksi

HEART DISEASE	2678	2679	2680	2681	2682	2683	2684	2685
None	None	None	None	None	None	None	Yosep	Asep
Laki-Laki	Laki-Laki	Laki-Laki	Laki-Laki	Laki-Laki	Laki-Laki	Perempuan	Laki-Laki	Laki-Laki
47	58	43	58	50	52	47	47	47
Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes
3	0	20	0	1	0	20	20	20
No	No	No	No	No	No	No	No	No
No	No	No	Yes	Yes	No	No	No	No
198.0	233.0	187.0	187.0	313.0	269.0	294.0	294.0	294.0
120.0	125.5	129.5	141.0	179.0	133.5	102.0	102.0	102.0
80.0	84.0	88.0	81.0	92.0	83.0	68.0	68.0	68.0
25.23	26.05	25.62	24.96	25.97	21.47	24.0	24.0	24.0
75.0	67.0	80.0	80.0	66.0	80.0	62.0	62.0	62.0

Gambar 11. Halaman Hasil Prediksi

Halaman ini akan menampilkan hasil prediksi yang didapatkan, yaitu apakah pasien dinyatakan positif terkena penyakit jantung atau negatif. Informasi tersebut ditampilkan dengan jelas kepada pengguna.

3.5 Halaman Update

Gambar 12. Halaman Update

Halaman ini memungkinkan pengguna untuk melakukan pembaruan atau perubahan data pasien yang telah diinput sebelumnya. Pengguna dapat mengakses halaman ini untuk mengedit atau menambahkan informasi baru yang relevan terkait kondisi pasien. Setelah pengguna melakukan perubahan, aplikasi akan memproses kembali data dan memberikan hasil prediksi yang diperbarui berdasarkan informasi terbaru.

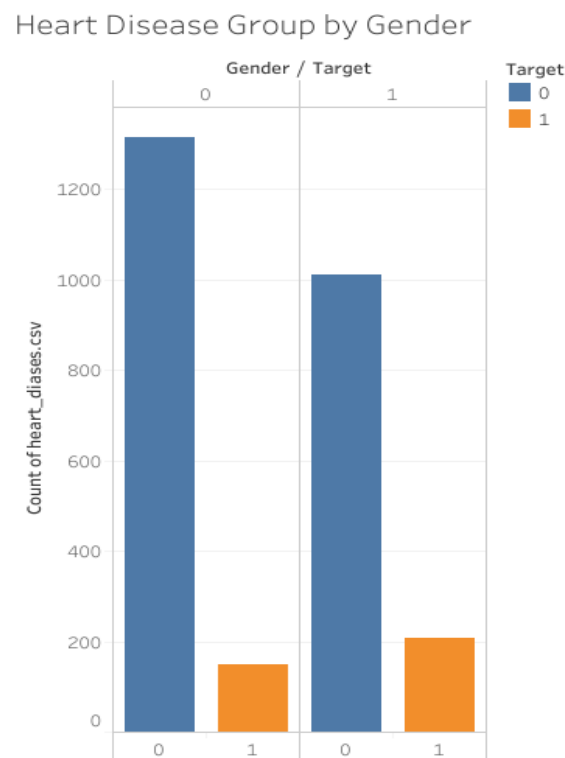
3.6 Halaman Visualisasi Grafik



Gambar 13. Halaman Visualisasi Grafik

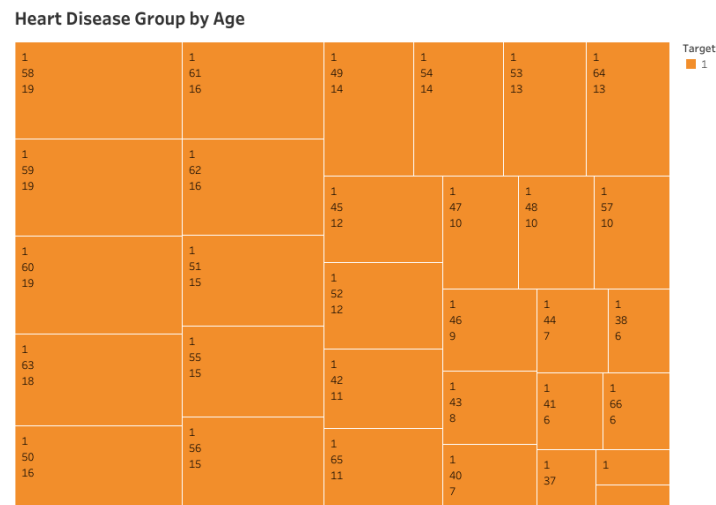
Halaman ini menyajikan visualisasi grafik yang memberikan gambaran yang lebih jelas dan komprehensif tentang hasil prediksi penyakit jantung berdasarkan data pasien. Grafik-grafik ini dapat mencakup berbagai aspek, seperti distribusi pasien positif dan negatif, gender dan juga usia.

3.7 Visualisasi Data Menggunakan Tableau



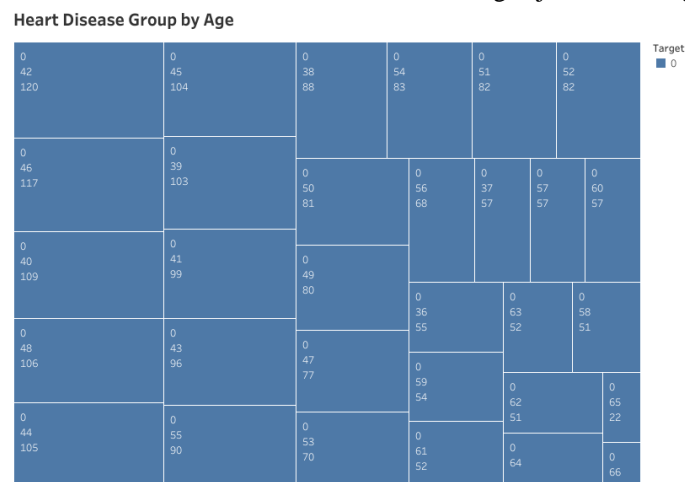
Gambar 14. Penyakit Jantung berdasarkan Jenis Kelamin

Berdasarkan diagram batang diatas, visualisasi penyakit jantung berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat bahwa perempuan memiliki tingkat negative paling tinggi dibandingkan laki-laki dengan jumlah 1316 orang, sedangkan laki-laki yang negative berjumlah 1011 orang. Akan tetapi, jika dilihat dari yang terkena positif dapat diketahui bahwa laki-laki yang paling banyak terkena penyakit jantung yaitu dengan jumlah 208 orang, sedangkan untuk perempuan yang terkena penyakit jantung hanya berjumlah 148 orang.



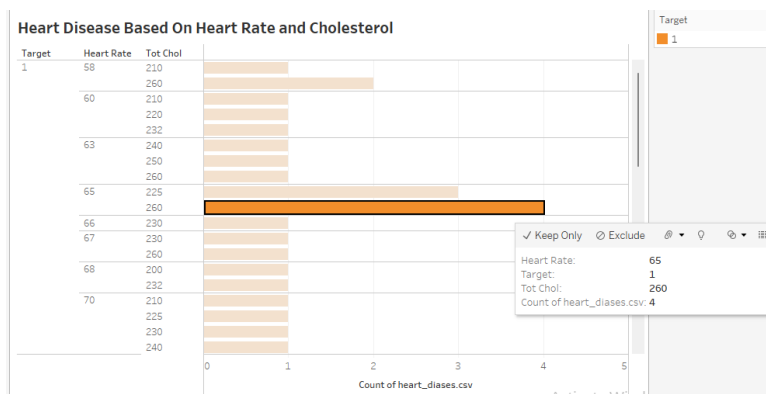
Gambar 15. Penyakit Jantung berdasarkan Umur

Berdasarkan visualisasi diatas bisa dilihat bahwa rata-rata umur 50 tahun keatas banyak terkena penyakit jantung diantaranya paling banyak di usia 60 tahun, 59 tahun, dan 60 tahun dengan jumlah masing-masing yaitu 19 orang.



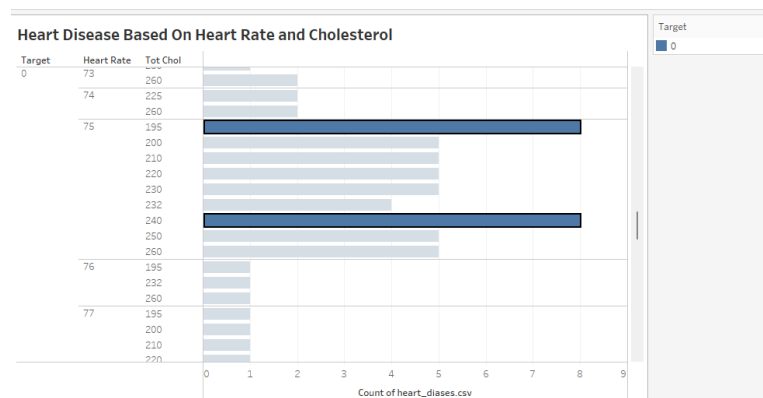
Gambar 16. Tidak Penyakit Jantung berdasarkan Umur

Sedangkan berdasarkan visualisasi diatas bisa diketahui bahwa usia 42 tahun banyak tidak terkena penyakit jantung dengan jumlah 120 orang sesuai dengan dataset yang ada.



Gambar 17. Penyakit Jantung Berdasarkan Detak Jantung dan Kolesterol

Berdasarkan visualisasi diatas bisa diketahui bahwa yang paling banyak terkena penyakit jantung yaitu dengan detak jantung 65 dpm dan total kolesterol yaitu 260 mg/dL dengan jumlah yang terkena dalam dataset yaitu sebanyak 4 orang.



Gambar 18. Tidak Penyakit Jantung Berdasarkan Detak Jantung dan Kolesterol

Berdasarkan visualisasi diatas bisa diketahui bahwa yang paling banyak tidak terkena penyakit jantung terdapat pada total kolesterol yaitu 232 mg/dL dan detak jantung 65 dpm dengan jumlah 8 orang. Serta dengan jumlah yang sama detak jantung 65 dpm serta dengan total kolesterol 195 mg/dL dengan jumlah 8 orang. Dan juga detak jantung 75 dpm dengan total kolesterol 240 mg/dL dengan jumlah 8 orang.

4. Kesimpulan

Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah bahwa model DNN memiliki potensi besar dalam memprediksi penyakit jantung berdasarkan data detak jantung yang diperoleh melalui perangkat IoT. Penggunaan perangkat IoT memungkinkan deteksi dini penyakit jantung dan pemantauan secara real-time. Implementasi model DNN dalam bentuk website memfasilitasi akses yang mudah bagi pengguna, sementara visualisasi data menggunakan Tableau memberikan wawasan yang lebih baik tentang data detak jantung dan pola terkait penyakit jantung.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Nusa Putra dan pihak-pihak lain yang telah membantu memberikan dukungan dan apresiasi serta kontribusi sehingga bisa diselesaikan dengan baik.

Daftar Rujukan

- [1] M. Vaduganathan, G. A. Mensah, J. V. Turco, V. Fuster, and G. A. Roth, "The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk: A Compass for Future Health," *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 80, no. 25. Elsevier Inc., pp. 2361–2371, Dec. 20, 2022. doi: 10.1016/j.jacc.2022.11.005.
- [2] H. Jurnal, I. Sapta Permana, and Y. Sumaryana, "SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT KULIT DENGAN METODE FORWARD CHAINING," *JUMANTAKA*, vol. 1, no. 1, 2018.

- [3] D. Yana *et al.*, “Penerapan Metode Teorema Bayes Pada Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Gangguan Sistem Kardiovaskular Pada Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik,” 2020.
- [4] F. Susanto, N. Komang Prasiani, and P. Darmawan, “IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI,” Online, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>
- [5] M. Ariandi and S. Rahma Puteri, “Analisis Visualisasi Data Kecamatan Kertapati menggunakan Tableau Public,” Bulan Oktober, 2022.
- [6] “JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)”.
- [7] *2019 4th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON)*. IEEE.
- [8] P. Ramprakash, R. Sarumathi, R. Mowriya, and S. Nithyavishnupriya, “Heart Disease Prediction Using Deep Neural Network,” in *Proceedings of the 5th International Conference on Inventive Computation Technologies, ICICT 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Feb. 2020, pp. 666–670. doi: 10.1109/ICICT48043.2020.9112443.
- [9] B. Rifai, “ALGORITMA NEURAL NETWORK UNTUK PREDIKSI PENYAKIT JANTUNG,” 2013. [Online]. Available: <http://www.bsi.ac.id>
- [10] F. Handayani *et al.*, “JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika) Komparasi Support Vector Machine, Logistic Regression Dan Artificial Neural Network dalam Prediksi Penyakit Jantung”.
- [11] R. S. S. Edgar Marvarol), “Penerapan Business Intelligence dan Visualisasi Informasi di CV. Mitra Makmur Dengan Menggunakan Dashboard Tableau”.
- [12] L. Hakim, “Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things Emotion based on Physiological Signals View project,” 2019, doi: 10.22441/incomtech.v9i2.70705.
- [13] S. Ratna, I. Kalimantan, M. A. Al, and B. Banjarmasin, “SISTEM MONITORING KESEHATAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT).”