

KLASIFIKASI KONDISI DETAK JANTUNG BERDASARKAN HASIL ELEKTROKARDIOGRAM (EKG) MENGGUNAKAN METODE FUZZY K-NEAREST NEIGHBOR (FK-NN)

Lintang Resita Mayangsari¹, Imam Cholissodin², Rizal Setya Perdana²

¹Mahasiswa, ²Dosen Pembimbing

Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang 65145, Indonesia

Email : lintang.smart69@gmail.com¹, imamcs@ub.ac.id², rizalespe@ub.ac.id²

ABSTRAK

Jantung merupakan salah satu organ penting manusia yang berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh. Jika jantung mengalami gangguan, maka penyaluran darah ke organ-organ penting lainnya juga akan mengalami gangguan. Kematian di tanah air mencapai 7,6 juta per tahun disebabkan oleh penyakit jantung koroner, dimana sebanyak 325 kasus diantaranya meninggal dunia sebelum tiba di rumah sakit. Diperlukan pemeriksaan EKG untuk mengetahui adanya kelainan irama detak jantung. Saat ini tidak semua tenaga medis bisa melakukan pembacaan hasil rekaman elektrokardiogram. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang dapat mendeteksi kondisi detak jantung berdasarkan hasil rekaman EKG. Sistem yang dibangun bertujuan untuk membantu tenaga medis dalam melakukan klasifikasi kelainan pada irama detak jantung, sehingga penanganan secara dini terhadap kelainan irama detak jantung dapat segera dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor*, dimana terdapat 3 proses utama yang dilakukan, yaitu proses normalisasi setiap atribut untuk menyetarakan nilai range data, proses *K-Nearest Neighbor* untuk menentukan ketetanggaan dan proses fuzzy yang digunakan untuk memberikan nilai derajat keanggotaan setiap *instance*. Terdapat 4 kategori klasifikasi kelainan irama detak jantung yaitu normal, *atrial fibrillation*, *pvc bigeminy* dan *ventricular tachycardia*. Hasil klasifikasi yang dihasilkan memiliki akurasi sebesar 81,25% menggunakan jarak *Manhattan* dengan nilai $k = 45$ dan nilai $m=2$.

Kata Kunci : *Fuzzy K-Nearest Neighbor*, Klasifikasi, Detak Jantung, Elektrokardiogram

ABSTRACT

Heart is one of the vital human organs which serves to pump blood throughout the body. If the heart is impaired, then the distribution of blood to the vital organs of the others will also be disturbed. Death in the country reached 7.6 million per year are caused by coronary heart disease, where as many as 325 cases of them died before arriving at hospital. ECG examination is required to determine abnormalities in heart rhythms. Result of electrocardiogram examination can detect abnormalities in heart rhythms. Nowadays not all medical personnel could do the reading electrocardiogram recordings. Therefore, it needs a system that can detect the condition of the heart rate based on the results of the ECG recording. The purpose of making this system to help medical personnel within the classification of abnormalities in heart rhythms, so that early treatment of the abnormal heartbeat can be done immediately. This study using *Fuzzy K-Nearest Neighbor*, where there are three main processes which is conducted, they are the attributes normalization process to equalize the value of the data range, the *K-Nearest Neighbor* to determine adjacency and fuzzy process that is used to provide the value of the degree of membership. There are four categories of arrhythmia classification, namely normal heart rhythms, *atrial fibrillation*, *ventricular tachycardia* and *pvc bigeminy*. The classification results obtained have an accuracy of 81.25% using the *Manhattan* distance with the value of $k = 45$ and $m=2$.

Keywords: *Fuzzy K-Nearest Neighbor*, Classification, Heart Rate, Electrocardiogram

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jantung merupakan organ penting yang berfungsi memompa darah ke seluruh bagian tubuh. Jika terjadi gangguan pada organ tersebut, maka akan fatal akibatnya, misalnya darah tidak

bisa dialirkan secara baik sehingga fungsi organ-organ tubuh lainnya ikut terganggu. Menurut dr. Rifnaldi SpJp, beliau adalah dokter ahli penyakit jantung pada Rumah Sakit Siloam Sriwijaya

Palembang, disebabkan oleh penyakit jantung koroner, kematian di tanah air mencapai 7.6 juta orang setiap tahunnya. Berdasarkan keterangan beliau, sebagian besar dari masyarakat yang terkena serangan jantung tersebut meninggal dunia sebelum tiba di rumah sakit yaitu sebanyak 325 ribu kasus (Dewi, 2013). Menurut Badan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), di tahun 2005 saja ada sekitar 30% kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung. Angka ini, didapat dari 58 juta kematian yang mana 17,5 juta-nya meninggal akibat penyakit jantung dan pembuluh darah. Masih menurut WHO, pada tahun 2014, kasus kematian terbanyak di Indonesia disebabkan salah satunya juga disebabkan oleh penyakit jantung (Indra, 2015).

Untuk melakukan pencegahan secara dini terhadap penyakit jantung, kita harus mengatur pola hidup dan rutin melakukan *check up* jantung ke rumah sakit. Salah satu metode *check up* jantung adalah dengan melakukan pemeriksaan EKG. Pemeriksaan Elektrokardiogram (EKG) ini adalah salah satu cara pemeriksaan kesehatan terhadap aktivitas elektrik listrik dari jantung. Hasil rekaman elektrokardiogram ini bertujuan untuk melihat aktivitas listrik jantung yang kemudian dapat digunakan sebagai acuan dalam mendeteksi kelainan irama detak jantung yang dapat menyebabkan serangan jantung mendadak (Starry, 2014). Hanya sedikit tenaga medis yang mampu membaca hasil rekaman elektrokardiogram, termasuk perawat yang masih belum dapat menginterpretasikan hasil rekaman EKG. (Suaramerdeka, 2015).

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai klasifikasi kondisi jantung menggunakan metode jaringan syaraf tiruan oleh Edwin, dkk, membahas mengenai kondisi detak jantung manusia berdasarkan rekaman hasil EKG telah dilakukan. Data hasil rekam elektrokardiogram diambil dari database MIT-BIH Arrhythmia dan akurasi yang didapatkan tidak stabil untuk kondisi data uji dan data latih yang berbeda (Edwin, 2011). Penelitian kedua mengenai penerapan metode *Fuzzy K-NN* untuk menentukan kualitas hasil rendemen tanaman tebu oleh Rahmi, dkk, menunjukkan bahwa *FK-NN* merupakan metode yang baik untuk memecahkan masalah klasifikasi, dimana pada penelitian ini akurasi tertinggi mencai 98% dengan penggunaan 175 data latih dan 80 data uji (Shofia, 2013).

Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa kondisi fisiologis dari jantung manusia dapat diketahui/dideteksi dari sinyal yang

dihasilkan pada saat melakukan pemeriksaan EKG. Sinyal EKG tersebut dapat digunakan untuk membuat klasifikasi kondisi detak jantung manusia. Dari pemaparan-pemaparan di atas, penulis ingin membuat penelitian mengenai klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan hasil elektrokardiogram (EKG) menggunakan metode klasifikasi yaitu *Fuzzy K-Nearest Neighbor* untuk membantu tenaga medis dalam menganalisis sinyal EKG. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat dilakukan pencegahan dan penanganan secara dini terhadap kelainan irama detak jantung yang dapat memicu penyakit jantung, sehingga dapat menurunkan risiko kematian akibat penyakit jantung di berbagai wilayah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* untuk klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan hasil elektrokardiogram?
2. Berapa tingkat akurasi metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* untuk klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan hasil elektrokardiogram?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dijadikan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter data detak jantung yang digunakan berupa data rekam elektrokardiogram jantung berdasarkan dua sadapan, yaitu sadapan MLII dan V1.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari database MIT-BIH Arrhythmia.
3. Keseluruhan data yang digunakan sebanyak 140 data yang dapat digunakan sebagai data latih maupun data uji.
4. Output klasifikasi hanya terbatas pada 4 kategori/kelas yaitu Normal, *Atrial Fibrillation*, *PVC Bigeminy* dan *Ventricular Tachycardia*.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* untuk klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan hasil elektrokardiogram.
2. Menentukan tingkat akurasi metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* untuk klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan elektrokardiogram.

1.5 Manfaat

Manfaat yang ingin dirasakan dari pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Peneliti dapat mengaplikasikan ilmu yang telah didapatkan selama bangku perkuliahan serta dapat mengasah kemampuan dalam membangun sistem klasifikasi yang berhubungan dengan dunia kesehatan.
2. Masyarakat mendapatkan penanganan lebih cepat jika mengalami kelainan irama detak jantung.
3. Membantu tenaga medis untuk memberikan gambaran kondisi jantung secara cepat dan dapat digunakan sebagai masukan lebih lanjut untuk mendiagnosis penyakit jantung sehingga penanganan dini kepada kelainan irama detak jantung dapat segera dilakukan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektrokardiogram (EKG)

Elektrokardiogram adalah representasi hasil rekaman aktivitas listrik pada jantung. Sinyal Elektrokardiogram (EKG) direkam menggunakan perangkat elektrokardiograf. Tindakan pemeriksaan irama detak jantung/elektrokardiogram disebut dengan elektrokardiografi. Representasi pemeriksaan EKG membantu dokter mengetahui jika ada kelainan pada kondisi jantung manusia, misalnya irama atau detak jantung terlalu lambat atau bahkan terlalu cepat. Denyut jantung manusia dinilai dalam keadaan normal jika ritme detak/denyut jantung beraturan, biasanya antara 60 - 100 detakan/denyutan per menit. Denyut jantung dinilai tidak normal (abnormal) jika detak/denyut jantung terlalu cepat (lebih dari 100 denyut per menit), lebih lambat (kurang dari 60 denyut per menit) serta ritme dari denyut jantung tersebut tidak beraturan (Olvista, 2012).

2.2 Jantung dan Aritmia

Jantung adalah organ manusia yang paling penting karena organ ini bertanggung jawab memompa darah ke seluruh tubuh. Jantung terletak di dalam rongga dada agak sebelah kiri, di antara paru-paru kiri dan paru-paru kanan. Jantung orang dewasa beratnya berkisar antara 300-350 gram pada laki-laki dan sekitar 250-300 gram pada wanita. Panjang jantung sekitar 6 inci dan lebarnya sekitar 4 inci (Yanti, 2015).

Aritmia adalah gangguan detak jantung dimana detak jantung tidak sesuai dengan irama normal jantung normal. Saat beristirahat, jantung manusia dalam keadaan normal berdetak/berdenyut sebanyak 60 sampai 100 kali per menit. Aritmia menyebabkan detak jantung berjalan tidak normal (abnormal) atau tidak teratur dimana irama denyut jantung bisa lebih cepat atau lebih lambat. Aritmia dapat terjadi karena sinyal-sinyal listrik yang

bertanggung jawab mengontrol denyut/detak jantung mengalami hambatan atau tertunda. (Edwin, 2011).

2.2.1 Normal

Setiap individu memiliki jumlah detak jantung per menit yang berbeda-beda dipengaruhi oleh umur, ukuran tubuh, kondisi jantung, aktivitas konsumsi obat bahkan emosi serta suhu udara. Berikut ini jumlah detak jantung normal permenit saat istirahat:

- Usia 1 bulan: 70-190
- Usia 1 – 11 bulan: 80-160
- Usia 1 – 2 tahun: 80-130
- Usia 3 – 4 tahun: 80-120
- Usia 5 – 6 tahun: 75-115
- Usia 7 – 9 tahun: 70-110
- Dewasa (di atas 10 tahun): 60 – 100 detak jantung per menit.
- Atlet: 40 denyut per menit.

2.2.2 Atrial Fibrillation

Atrial fibrillation adalah detak/denyut jantung yang cepat disebabkan oleh impuls listrik yang tidak beraturan pada bagian atrium jantung. Sinyal-sinyal ini mengakibatkan kontraksi atrium cepat, lemah dan tidak terkoordinasi. Gejala *atrial fibrillation* meliputi sesak nafas, jantung berdebar-debar dan lemas. Gangguan atrial fibrillation datang dan menghilang secara tidak menentu. Meskipun *atrial fibrillation* tidak begitu mengancam jiwa, namun pada kondisi yang serius gangguan ini membutuhkan perawatan darurat. *Atrial fibrillation* dapat menyebabkan komplikasi, gumpalan darah di hati yang mungkin akan beredar ke organ lain dan menyebabkan aliran darah tersumbat (Mayoclinic, 2015).

2.2.3 PVC Bigeminy

Ventricular bigeminy mencerminkan irama jantung yang tidak normal, gangguan ini tidak terlalu berbahaya jika dibandingkan dengan penyakit jantung lainnya. Kondisi ini menggambarkan dimana jantung secara bergantian satunya normal kemudian satunya lagi prematur. Jantung mengandung sel yang mampu memulai aktivitas listrik yang dibutuhkan agar mampu mengkoordinasi kontraksi jantung. Sel-sel ini terdapat di seluruh bagian jantung, node sinus adalah tempat dimana impuls listrik ini dimulai. Istilah ritme sinus normal menggambarkan bagaimana detak jantung manusia yang normal, dimana impuls listrik berasal dari sinus node (SA node), berjalan melalui atrium dan *atrioventricular node* (AV node) dan berakhir pada ventrikel. Detakan prematur terjadi ketika atrium atau ventrikel memulai impuls listrik mereka sendiri sebelum menerima impuls dari node sinus. Istilah bigeminy biasanya digunakan untuk penggambaran ketikan detak sinus normal berselang seling dengan detak prematur ventrikel (Healthcenter, 2016).

2.2.4 Ventricular Tachycardia

Ventricular tachycardia adalah irama detak/denyut jantung yang cepat yang berasal dari sinyal listrik jantung yang tidak normal pada bagian ventrikel jantung. Denyut jantung yang cepat ini menyebabkan ventrikel tidak mampu mengisi dan berkontraksi secara efisien untuk memompa darah yang cukup untuk tubuh. *Ventricular tachycardia* seringkali merupakan keadaan darurat dunia kesehatan yang fatal yaitu bisa menyebabkan kematian (Mayoclinic, 2015)

2.3 Logika Fuzzy

Logika fuzzy dicetuskan oleh seorang profesor yang berasal dari Universitas California USA, yaitu Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. *Logika fuzzy* itu sendiri merupakan pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa (linguistic variable) yang direpresentasikan dalam suatu fungsi keanggotaan (membership function). Logika fuzzy memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar dan salah, oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama pada teori logika fuzzy tersebut, logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan pada rentang 0 hingga 1 (Bhakti dkk, 2013).

2.4 K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah suatu metode klasifikasi yang masuk dalam supervised learning. Supervised learning bertujuan untuk menemukan pola baru dalam data dengan menghubungkan pola data yang sudah ada sebelumnya dengan data yang baru. Dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*, maka data uji akan diklasifikasikan berdasarkan *K* terdekat dengan titik uji dengan pembelajaran data yang sudah diklasifikasikan sebelumnya (data latih). Klasifikasi menggunakan voting terbanyak diantara klasifikasi dari *k* obyek tetangga terdekat. Dekat atau jauhnya tetangga dapat dihitung menggunakan jarak *Euclidean*. Metode *K-NN* memiliki beberapa kelebihan yaitu tangguh terhadap training data yang memiliki banyak noise dan efektif apabila data latihnya besar (Cged, 2012).

Tahapan atau proses yang dilakukan pada metode *K-Nearest Neighbor*, yaitu (Raviq, 2014)(Faris, 2015):

1. Normalisasi data, metode normalisasi data yang digunakan pada penelitian ini adalah *Min Max Normalization*.

$$V' = \frac{(V(x) - \min(x))}{\text{Range}(x)}$$

Keterangan:

V' = Hasil normalisasi yang nilainya berkisar antara 0 dan 1

$V(x)$ = Nilai atribut yang akan dinormalisasikan

$\text{Max}(x)$ = Nilai maksimum dari suatu atribut / parameter

$\text{Min}(x)$ = Nilai minimum dari suatu atribut / parameter

$\text{Range}(x)$ = Nilai dari $(\text{max}(x) - \text{min}(x))$

2. Menentukan masukan/nilai *K* (jumlah tetangga terdekat).
3. Menghitung jarak kedekatan antara data uji dengan data latih menggunakan rumus *Euclidean Distance* sebagai berikut:

$$d_i = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_{2i} - x_{1i})^2}$$

Keterangan :

d_i = Jarak kedekatan

p = Jumlah atribut data

x_1 = Data latih

x_2 = Data uji

4. Urutkan nilai jarak (sorting dari nilai jarak terkecil hingga terbesar)
5. Tentukan jarak terdekat sampai urutan *K*
6. Klasifikasi *K-Nearest Neighbor*
7. Penentuan klasifikasi berdasarkan kelas mayoritas.

2.5 Fuzzy K-Nearest Neighbor (FK-NN)

FK-NN merupakan metode gabungan dari metode logika fuzzy dengan metode *K-Nearest Neighbor*. *Fuzzy K-Nearest Neighbor* memiliki dua keunggulan utama daripada algoritma *k-nearest neighbor*. Pertama, algoritma ini mampu mempertimbangkan sifat ambigu dari tetangga jika ada. Algoritma ini telah dirancang sedemikian rupa agar tetangga yang ambigu tidak memainkan peranan penting dalam klasifikasi saat ini. Keunggulan kedua yaitu sebuah instance akan memiliki derajat nilai keanggotaan pada setiap kelas sehingga akan lebih memberikan kekuatan atau kepercayaan suatu instance berada pada suatu kelas (Jowik, 2013).

Tahapan *Fuzzy K-Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut (Eko, 2012):

1. Normalisasi data, metode normalisasi data yang digunakan pada penelitian ini adalah *Min Max Normalization*.
2. Untuk data uji x dicari *K* tetangga terdekat menggunakan persamaan berikut

$$d(x_i, x_j) = \left(\sum_{l=1}^N |x_{il} - x_{jl}|^p \right)^{\frac{1}{p}}$$

Keterangan:

N = jumlah fitur data

p = penentu jarak

- jika $p = 1$ jarak yang digunakan adalah *Manhattan*
 - jika $p = 2$ jarak yang digunakan adalah *Euclidean*
 - jika $p = \infty$ jarak yang digunakan adalah *Chebyshev*
3. Menghitung nilai keanggotaan dengan persamaan berikut untuk setiap i , dimana $1 \leq i \leq C$.

$$u(x, c_i) = \frac{\sum_{k=1}^K u(x_k, c_i) * d(x, x_k)^{\frac{-2}{(m-1)}}}{\sum_{k=1}^K d(x, x_k)^{\frac{-2}{(m-1)}}}$$

Keterangan:

$u(x, c_i)$ = nilai keanggotaan data x ke kelas c_i

K = jumlah tetangga terdekat

$u(x_k, c_i)$ = nilai keanggotaan data tetangga dalam K tetangga pada kelas c_i

$d(x, x_k)$ = jarak dari data x ke data x_k dalam K tetangga terdekat

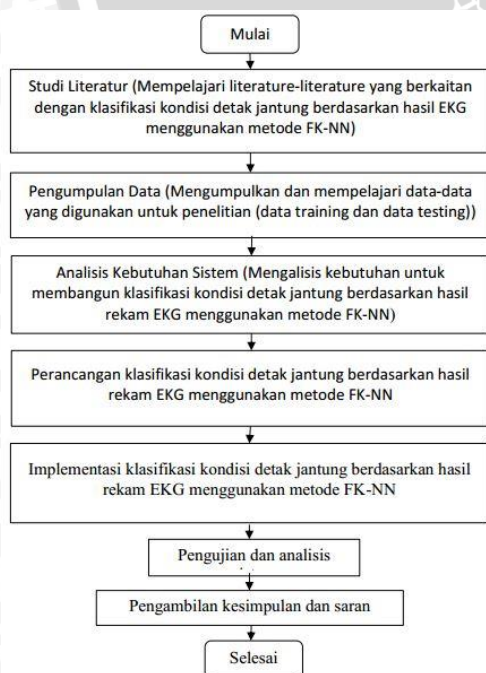
m = bobot pangkat

4. Mengambil nilai terbesar dari nilai keanggotaan untuk semua $1 \leq i \leq C$.
5. Memberi label kelas c ke data uji x .

3. METODOLOGI

3.1 Tahapan Metodologi Penelitian

Tahapan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian seperti berikut ini:



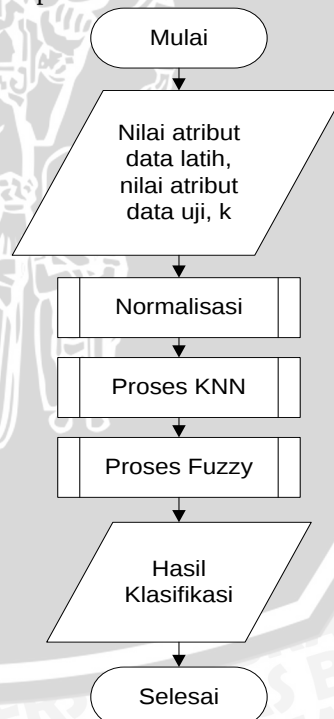
Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

3.2 Data Penelitian

1. Data gambar rekam EKG (MLII dan V1) berasal dari <http://www.physionet.org/lightwave/> untuk memberikan gambaran nyata hasil rekam EKG sebagai bahan validasi gangguan jantung kepada pakar.
2. Data pengambilan atribut /parameter input dari <http://www.physionet.org/physiobank/database/html/mitdbdir/records.htm> untuk menentukan kelas/aritmia pada setiap data rekam EKG (MLII dan V1).
3. Data nilai-nilai masing-masing atribut/parameter input diambil dari <http://www.physionet.org/cgi-bin/atm/ATM> untuk menentukan kondisi detak jantung berdasarkan hasil rekam EKG.
4. Data validasi hasil rekam EKG didapatkan dari pakar berfungsi untuk mencocokkan hasil diagnosa hasil data rekam EKG dari MIT-BIH Arrhythmia Database kepada pakar untuk mendapatkan hasil yang akurat.

4. PERANCANGAN

Alir perancangan sistem untuk klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan hasil elektrokardiogram menggunakan metode FK-NN ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem

Berikut penjelasan diagram alir pada Gambar 2:

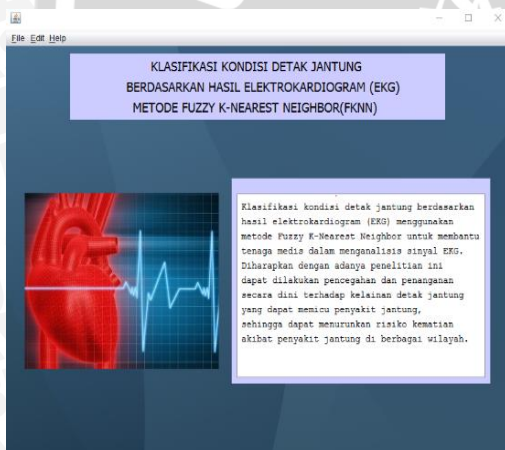
1. Data Load data latih dan data uji untuk memperoleh nilai-nilai setiap atribut data latih maupun data uji serta inputkan nilai K .

2. Normalisasi data adalah proses menskalakan nilai-nilai atribut yang terdapat pada keseluruhan data (data latih dan data uji) menjadi lebih sempit ruang lingkungnya yaitu antara 0 sampai dengan 1. Metode normalisasi data yang digunakan pada penelitian ini adalah Min-Max normalization.
3. Proses K-Nearest Neighbor meliputi perhitungan euclidean distance dan sorting. Perhitungan euclidean distance untuk menentukan jarak antara data uji dengan data latih, selanjutnya hasil dari euclidean distance disorting dari nilai terkecil ke terbesar untuk menentukan jarak ketetanggaan terdekat.
4. Proses Fuzzy berfungsi untuk mendapatkan nilai keanggotaan sebagai hasil akhir klasifikasi.

5. IMPLEMENTASI

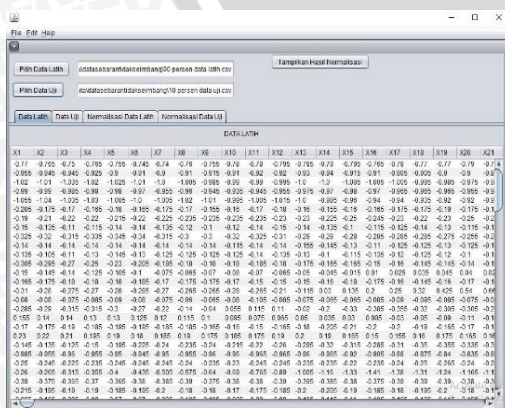
Pada implementasi *user interface*, sistem akan dibuat 3 halaman utama yaitu halaman beranda (home), halaman data dan halaman klasifikasi serta akurasi.

5.1 Implementasi Halaman Beranda



Gambar 3. Implementasi Halaman Beranda

5.2 Implementasi Halaman Load Data



Gambar 4. Implementasi Halaman Load Data

5.3 Implementasi Halaman Normalisasi Data

Gambar 5. Implementasi Halaman Normalisasi Data

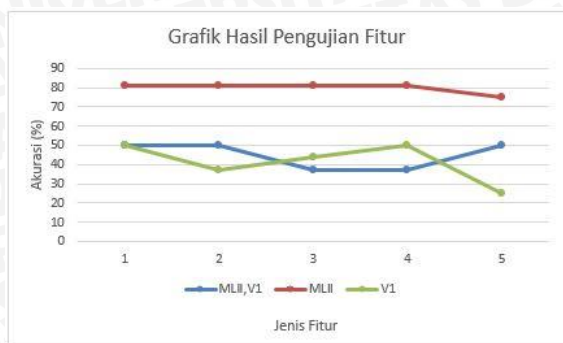
5.4 Implementasi Halaman Klasifikasi dan Hasil

Gambar 6. Implementasi Halaman Klasifikasi dan Hasil

6. PENGUJIAN DAN ANALISIS

6.1 Pengujian dan Analisis Terhadap Variasi Fitur

Pada pengujian ini akan menggunakan 3 jenis fitur, yaitu fitur MLII dan V1 (7202), fitur MLII (3601) dan fitur V1 (3601). Perbedaan dari ketiga fitur di atas adalah bahwa fitur MLII dan V1 merupakan fitur yang didapatkan melalui sadapan jantung pada bagian kanal MLII dan V1 dengan total durasi waktu 20 detik yaitu sebanyak 7202 fitur. Sedangkan, fitur MLII dan fitur V1 merupakan fitur MLII dan V1 yang dilakukan pengurangan durasinya, masing-masing menjadi 10 detik yaitu sebanyak 3601 fitur untuk setiap kanalnya. Tujuan dari pengujian variasi fitur adalah untuk mendapatkan fitur terbaik yang akan digunakan untuk penelitian dan pengujian selanjutnya. Dilakukan 5 percobaan untuk masing-masing jenis fitur, menggunakan nilai $k=124$, nilai $m=2$, 124 data latih dan 16 data uji untuk mendapatkan hasil fitur terbaik yang akan digunakan untuk pengujian selanjutnya. Berikut grafik hasil pengujian variasi fitur ditunjukkan pada Gambar 7.

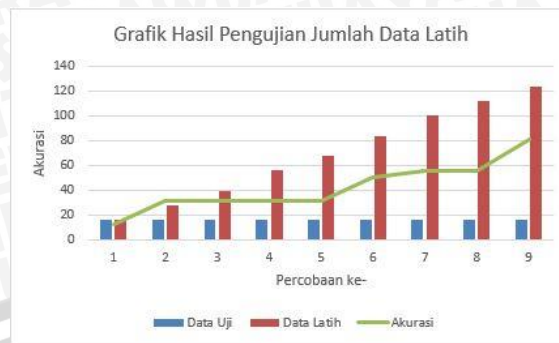


Gambar 7. Grafik Pengujian Variasi Fitur

Berdasarkan grafik di atas dapat kita simpulkan bahwa variasi fitur dapat mempengaruhi tingkat akurasi suatu sistem. Fitur MLII dan V1 sebesar 7202 fitur memiliki akurasi yang rendah dikarenakan dalam sadapan MLII dan V1, total waktu/durasi yang digunakan untuk pengujian sepanjang 20 detik, padahal kelainan irama detak jantung hanya berlangsung selama beberapa detik saja. Maka, ada beberapa detik yang bukan merupakan pola unik kelainan irama detak jantung, namun masuk ke dalam fitur pengujian, sehingga menyebabkan pengklasifikasian tidak optimal yang kemudian membuat akurasi menjadi rendah. Sedangkan fitur V1 sebesar 3601 fitur (durasi 10 detik) memiliki akurasi yang rendah dikarenakan pada sadapan V1 hanya sedikit sekali pola unik kelainan irama detak jantung yang dapat ditemukan, sehingga data pembelajaran yang digunakan untuk pengujian tidak optimal dan menyebabkan pengklasifikasian tidak optimal. Berdasarkan grafik hasil pengujian variasi fitur, akurasi terbesar dimiliki oleh fitur MLII sebesar 3601 fitur (durasi 10 detik) dikarenakan fitur MLII diambil dari sadapan MLII sebesar 10 detik, dimana pola unik kelainan irama detak jantung pada data penelitian sebagian besar terdapat pada sadapan MLII. Rata-rata akurasi tertinggi pada pengujian fitur berada pada fitur MLII yaitu sebesar 80%.

6.2 Pengujian dan Analisis Terhadap Jumlah Data Latih

Pada pengujian ini jumlah data latih yang digunakan berbeda beda. Jumlah data latih yang digunakan antara lain 16, 28, 40, 56, 68, 84, 100, 112 dan 124. Sedangkan jumlah data uji yang digunakan adalah 16 data dengan isi data yang tetap. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah data latih terhadap akurasi sistem. Berikut grafik hasil pengujian jumlah data latih ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pengujian Jumlah Data Latih

Berdasarkan grafik hasil pengujian jumlah data latih dapat kita analisis atau simpulkan bahwa variasi/jumlah data latih dapat mempengaruhi tingkat akurasi suatu sistem. Dimana, semakin besar jumlah data latih yang digunakan, maka akan menghasilkan akurasi yang semakin tinggi pula. Begitu juga sebaliknya, semakin sedikit data latih yang digunakan, maka akan menghasilkan nilai akurasi yang semakin rendah juga. Hal ini disebabkan karena proses pembelajaran sistem menjadi lebih banyak/lebih beragam dalam menemukan pola kelainan irama detak jantung tertentu. Berdasarkan grafik hasil pengujian jumlah data latih, akurasi terbesar ditunjukkan pada saat jumlah data latih sebanyak 124 dan 16 yaitu menghasilkan akurasi sebesar 81.25%.

6.3 Pengujian dan Analisis Terhadap Sebaran Kelas

Pada pengujian jumlah sebaran kelas terdapat dua jenis sebaran yaitu sebaran kelas seimbang dan sebaran kelas tidak seimbang. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah sebaran kelas terhadap akurasi sistem. Pada pengujian jumlah sebaran kelas digunakan 5 skenario, yaitu sekenario 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40% dan 50%:50%. Pada masing-masing skenario dilakukan 3 kali percobaan. Berikut hasil grafik pengujian sebaran kelas ditunjukkan pada Gambar 9.

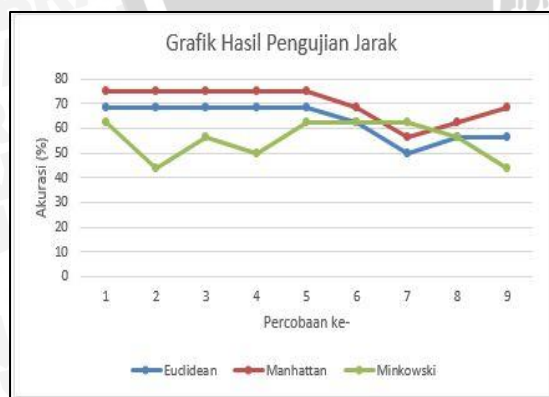


Gambar 9. Grafik Pengujian Sebaran Kelas

Berdasarkan grafik hasil pengujian sebaran jumlah kelas seimbang dan tidak seimbang dapat dilihat hasilnya bahwa sebaran jumlah kelas seimbang memiliki rata-rata akurasi lebih tinggi dibandingkan sebaran jumlah kelas tidak seimbang. Hal ini disebabkan pada data sebaran jumlah kelas tidak seimbang, jumlah kelas acak/random, dimana ada kelas tertentu yang mendominasi suatu data latih maupun data uji sehingga menghasilkan hasil klasifikasi tidak tepat yang mempengaruhi nilai akurasi menjadi rendah juga. Ratio data latih 90%:10% pada kelas sebaran seimbang menghasilkan akurasi terbaik dikarenakan jumlah data latih sebesar 124 dan data uji 16, dimana perbandingan ratio data latih yang lebih banyak dibandingkan data uji, membuat proses pembelajaran sistem menjadi lebih banyak/lebih beragam dalam menemukan pola kelainan irama detak jantung tertentu mempengaruhi nilai akurasi sistem. Rata-rata akurasi tertinggi berada pada kelas sebaran seimbang, skenario data latih dan data uji 90%:10% (124 data latih dan 16 data uji) yaitu sebesar 81.25%.

6.4 Pengujian dan Analisis Terhadap Jarak

Pada pengujian jarak digunakan 3 variasi atau jenis jarak yaitu jarak Euclidean, jarak Manhattan dan jarak Minkowski. Pengujian jarak dilakukan untuk mengetahui penggunaan jarak terbaik pada klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan hasil elektrokardiogram (EKG) menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor (FK-NN)*. Pada pengujian ini digunakan 124 data latih, 16 data uji, nilai $k=120$ dan nilai $m=2$. Berikut hasil grafik pengujian jarak pada dengan ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Jarak

Berdasarkan hasil grafik di atas persentase akurasi penggunaan jarak *Manhattan* lebih tinggi dibandingkan jarak *Euclidean* maupun *Minkowski*, hal ini disebabkan dikarenakan dataset yang digunakan memiliki dimensi yang besar yaitu 3601.

Jarak *Euclidean* menghitung jarak antara data uji dengan data latih dengan cara menarik garis diagonal antara titik pada data uji dan data latih, sedangkan jarak *Manhattan* menarik garis antara data uji dan data latih dari sumbu pusatnya (0,0). Dimana, jika jarak ditarik dengan menggunakan garis diagonal secara langsung akan terjadi kemiripan hasil jarak data satu dengan data lainnya. Jarak *Manhattan* lebih tepat dan optimal saat digunakan pada data berdimensi besar menghasilkan rata-rata tertinggi yaitu sebesar 70.138% dibandingkan jarak *Euclidean* sebesar 63.194% dan jarak *Minkowski* sebesar 55.556%.

6.5 Pengujian dan Analisis Terhadap Nilai K

Pada pengujian nilai k , data yang digunakan adalah data dengan ratio data latih dan data uji serta jarak terbaik pada kelas sebaran seimbang, yaitu ratio data latih 90%:10% sebanyak 124 data latih dan 16 data uji dan jarak yang digunakan adalah jarak *Manhattan*. Nilai k yang dimasukkan adalah nilai k mulai dari nilai $k=1$ sampai dengan $k=124$ dengan nilai $m=2$. Berikut hasil grafik pengujian nilai k pada dengan ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian Nilai K

Berdasarkan hasil grafik di atas disimpulkan bahwa semakin bertambahnya nilai k maka akan menghasilkan nilai akurasi yang semakin tinggi tetapi akurasi akan mengalami naik turun pada nilai k tertentu, namun naik turun nilai akurasi tidak stabil. Akurasi nilai k tidak stabil dipengaruhi oleh sebaran data pada suatu kelas yang tidak beraturan (sebaran data tetangga pada suatu kelas yang sama dapat tersebar secara jauh maupun dekat), sehingga pemilihan nilai k yang diambil akan mempengaruhi jumlah tetangga beserta sebaran dekat atau jauhnya suatu data uji terhadap data latih. Berdasarkan grafik di atas, akurasi tertinggi didapatkan dengan menggunakan 124 data latih dan 16 data uji, serta penggunaan jarak manhattan, nilai $m=2$, nilai k optimal berada pada nilai $k=8$, $k=11$, $k=16$ sampai 50 yaitu sebesar 81.25%.

7. PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan hasil elektrokardiogram menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor*, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor (FK-NN)* dapat diimplementasikan pada klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan hasil elektrokardiogram (EKG). Terdapat 3 proses utama yang dilakukan, yaitu proses normalisasi atribut untuk menyetarakan nilai range data, proses *K-Nearest Neighbor* untuk menentukan ketetanggaan dan proses *fuzzy* yang digunakan untuk memberikan nilai derajat keanggotaan. Proses *fuzzy* inilah yang digunakan untuk menjadi penentu kelas target yang baru.
2. Metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor (FK-NN)* menghasilkan tingkat akurasi yang cukup stabil dalam klasifikasi kondisi detak jantung berdasarkan hasil elektrokardiogram (EKG), dimana pada beberapa mekanisme pengujian menghasilkan tingkat akurasi sebagai berikut:
 - a. Fitur terbaik adalah fitur pada sadapan MLII (durasi 10 detik) yaitu sebanyak 3601 fitur, dikarenakan pola unik kondisi detak jantung dan kelainan irama detak jantung pada data penelitian sebagian besar terdapat pada sadapan MLII, akurasi tertinggi yang dihasilkan adalah 80%.
 - b. Semakin besar jumlah data latih yang digunakan, maka akan menghasilkan akurasi yang semakin tinggi pula. Hal tersebut dikarenakan pada data latih yang semakin besar membuat pembelajaran sistem lebih beragam, sehingga pengenalan pola terhadap kelas tertentu jadi lebih baik. Berdasarkan pengujian jumlah data latih didapatkan akurasi terbaik yaitu sebesar 81.25%.
 - c. Sebaran kelas seimbang lebih baik digunakan daripada sebaran kelas tidak seimbang, dikarenakan pada sebaran kelas tidak seimbang terdapat kelas yang mendominasi. Rata-rata akurasi tertinggi berada pada kelas sebaran seimbang, skenario data latih dan data uji 90%:10%, yaitu sebesar 81.25%.
 - d. Penggunaan jarak Manhattan lebih unggul dibandingkan jarak Euclidean maupun Minkowski dikarenakan jarak Manhattan memiliki kelebihan saat digunakan pada data berdimensi besar (data pada penelitian ini memiliki dimensi sebesar 3601). Berdasarkan pengujian jarak diperoleh akurasi tertinggi pada jarak Manhattan sebesar 70.138%.

- e. Nilai k menentukan banyaknya tetangga terdekat yang akan dipilih dan berpengaruh terhadap tingkat akurasi. Nilai k optimal berada pada nilai $k = 8$, $k = 11$, $k = 16$ sampai 50 pada penggunaan 124 data latih dan 16 data uji serta penggunaan jarak *Manhattan* yaitu sebesar 81.25%.

7.2 Saran

Klasifikasi ini masih memiliki beberapa kekurangan. Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem klasifikasi ini yaitu:

1. Mengoptimalkan proses ekstraksi fitur dengan penggunaan algoritma optimasi fitur.
2. Pada penelitian selanjutnya sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan lebih banyak data latih sehingga dapat menghasilkan akurasi sistem yang lebih baik.
3. Sistem ini hanya spesifik untuk mengklasifikasikan 4 kondisi detak jantung, sedangkan masih terdapat banyak kondisi/gangguan irama detak jantung lainnya sehingga dapat ditambahkan jenis-jenis gangguan irama detak jantung yang lainnya.

8. DAFTAR PUSTAKA

- Bhakti, dkk. 2013. *Pengaruh Perubahan Set Point pada Pengendali Fuzzy Logic untuk Pengendalian Suhu Mini Boiler*. Universitas Sriwijaya. Jurnal Rekayasa Elektrika. Vol. 10, No. 4.
- Edwin, dkk. 2011. *Klasifikasi Kondisi Jantung menggunakan JST berdasarkan Pemodelan Sinyal Electrocardiography*. Universitas Kristen Maranatha. Electrical Engineering Journal. Vol. 2, No. 1, pp. 1-12.
- Fitrianto, Faris, dkk. 2015. *Implementasi Algoritma Fuzzy K-Nearest Neighbor (FK-NN) Pada Deteksi Potensi Bencana Alam Tsunami*. S1. Universitas Brawijaya Malang.
- G. Lahadi, Raviq. 2014. *Algoritma KNN (K-Nearest Neighbor)*. [ONLINE] Tersedia di: <<https://prezi.com/d1zjqptxf5fh/algoritma-knn-k-nearest-neighbor/>> [Diakses pada 5 Februari 2016]
- H. Rampengan, dr.Starry, SpJP(K). 2014. *Pentingnya Medical Cek Up Jantung*. [ONLINE] Tersedia di: <<http://manadopostonline.com/read/2014/11/03/Pentingnya-Medical-Cek-Up-Jantung/6918>> [Diakses pada 5 Februari 2016]
- HealthCentral. 2016. *What is "Bigeminy" and how is it treated?* [ONLINE] Tersedia di <<http://www.healthcentral.com/heart-disease/ask-doctor-44706-70.html>> [Diakses pada 11 Februari 2016]
- Jowik, A. 2013. *A Learning scheme for A Fuzzy K-*

- NN Rule. Pattern Recognition Letters, vol 1, pp. 287-289
- Kristy, Yanti. 2015. *Struktur Jantung Manusia*. [ONLINE] Tersedia di: <<http://www.sridianti.com/struktur-jantung-manusia.html>> [Diakses 31 Januari 2016]
- Lesmana, Indra. 2015. *Indonesia & Penyakit Jantung*. [ONLINE] Tersedia di: <<http://www.blog-netizen.com/indonesia-penyakit-jantung/>> [Diakses pada 5 Februari 2016]
- Mardian, Dewi. 2013. *Angka Kematian Penderita Jantung Masih Tinggi*. [ONLINE] Tersedia di: <<http://www.republika.co.id/berita/nasional/umum/13/09/25/mto65h-angka-kematian-penderita-jantung-masih-tinggi>> [Diakses pada 5 Februari 2016]
- MayoClinic. 2015. *Atrial Fibrillation*. [ONLINE] Tersedia di: <<http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/atrial-fibrillation/home/ovc-20164923>> [Diakses pada 11 Februari 2016]
- MayoClinic. 2015. *Ventricular Tachycardia*. [ONLINE] Tersedia di: <<http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/ventriculartachycardia/basics/definition/con-20036846>> [Diakses pada 11 Februari 2016]
- Olvista, Tim. 2012. *Apa Itu Pemeriksaan EKG (Elektrokardiogram)?* [ONLINE] Tersedia di: <<http://olvista.com/kesehatan/apa-itu-pemeriksaan-ekg-elektrokardiogram/>> [Diakses 31 Januari 2016]
- Prasetyo, Eko. 2012. *Fuzzy K-Nearest Neighbor In Every Class Untuk Klasifikasi Data*. Universitas Pembangunan Nasional. Seminar Nasional Teknik Informatika Veteran Jawa Timur.
- Shofia, Rahmi Amiratus, dkk. 2013. *Penerapan Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor (FK-NN) untuk Menentukan Kualitas Hasil Rendemen Tanaman Tebu*. S1. Universitas Brawijaya Malang.
- Suaramerdeka. 2015. *Perawat Dituntut Bisa Membaca Hasil Rekam EKG*. [ONLINE] Tersedia di: <<http://berita.suaramerdeka.com/smcetak/perawat-dituntut-bisa-membaca-hasil-rekam-ekg/>> [Diakses 31 Januari 2016]