

PREDIKSI TINGKAT RISIKO PENYAKIT JANTUNG KORONER (PJK) MENGGUNAKAN METODE FUZZY K - NEAREST NEIGHBOR (FK-NN)

Maslikha Puspasari¹, Candra Dewi², Muh. Arif Rahman³

Program Studi Informatika/Illmu Komputer Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer

Universitas Brawijaya

Jalan Veteran no 8, Malang 65145, Indonesia

E-mail: lichaniezt@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit Jantung Koroner (PJK) merupakan salah satu penyakit yang menjadi salah satu penyebab kematian tertinggi di berbagai negara, tidak luput negara Indonesia juga termasuk di dalamnya. Dengan meningkatnya angka kematian di berbagai negara ini, maka alat diagnosis dan terapi terus dikembangkan, guna menanggulangi dan mengurangi meningkatnya angka kematian yang disebabkan oleh PJK. Salah satu metode penanggulangan yang dapat digunakan adalah teknik data mining. Pada penelitian ini digunakan metode gabungan Data Mining dengan Logika Fuzzy, yaitu *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FK-NN). Dimana metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* dapat melakukan prediksi Penyakit Jantung Koroner sesuai dengan faktor-faktor yang ada. Dimana pada penelitian ini faktor PJK yang digunakan yaitu umur, HDL, trigliserida, LDL, kolesterol dan sistolik. FK-NN melakukan prediksi dengan mencari nilai tetangga terdekat kemudian menggunakan basis nilai keanggotaan data uji dari setiap kelas dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar sebagai hasil akhir prediksi. Pengujian metode ini digunakan pada data latih PJK dengan jumlah berbeda. Dimana pada data latih dengan jumlah 40, 50, 60 dan 70 didapat akurasi tertinggi sebesar 66,67% pada data latih 60 dan 70. Semakin banyak data latih yang digunakan, maka kemungkinan semakin banyaknya jarak *record* yang mendekati kelas data prediksi.

Kata Kunci: Penyakit Jantung Koroner (PJK), Data Mining, Logika Fuzzy, *K-Nearest Neighbor* (K-NN), *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FK-NN)

1. Pendahuluan

Penyakit Jantung Koroner (PJK) atau penyakit *kardiovaskular* merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi di berbagai negara, tidak luput juga negara Indonesia juga termasuk di dalamnya. Penyakit Jantung Koroner juga telah ditetapkan oleh World Health Organization (WHO), termasuk dalam 10 macam penyakit mematikan yang dapat menyebabkan manusia kehilangan nyawa [1]. Dengan meningkatnya angka kematian diberbagai negara ini, maka alat diagnosis dan terapi terus dikembangkan, guna menanggulangi dan mengurangi meningkatnya angka kematian.

Penyebab PJK secara pasti belum diketahui, meskipun demikian secara umum dikenal berbagai faktor yang berperan penting terhadap timbulnya PJK yang disebut sebagai faktor risiko PJK. Dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya Penyakit Jantung Koroner sehingga usaha pencegahan harus dilakukan sedini mungkin [2].

Pada penelitian ini akan digunakan metode logika fuzzy dengan gabungan metode pada data mining untuk mengklasifikasikan data. Pada data mining, terdapat beberapa metode untuk klasifikasi diantaranya yaitu metode *K-Nearest Neighbor*, ID3, C45, Bayesian dan beberapa metode lainnya. Dimana

dalam klasifikasi, terdapat target variabel kategori [3].

Metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) melakukan klasifikasi kepada data baru yang masih belum diketahui masuk kedalam kelas mana, dengan menggunakan beberapa data dengan sejumlah k yang letaknya terdekat dengan data baru tersebut [4].

Metode K-NN ini dapat di gabungkan dengan beberapa metode lain, salah satu variasi dari penggunaan metode K-NN ini adalah *Fuzzy K-NN* dimana metode ini menggabungkan teknik fuzzy dengan teknik data mining [6]. Algoritma fuzzy K-NN ini memberikan nilai keanggotaan kelas pada *vektor* sampel dan bukan menempatkan *vektor* pada kelas tertentu. Keuntungannya adalah nilai-nilai keanggotaan *vektor* seharusnya memberikan tingkat jaminan pada hasil klasifikasi. Dasar dari algoritma ini adalah untuk menetapkan nilai keanggotaan sebagai fungsi jarak *vektor* dari K-NN dan keanggotaan tetangga mereka di kelas-kelas yang memungkinkan. Dimana *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FK-NN) melakukan prediksi dengan mencari nilai tetangga terdekat kemudian menggunakan basis nilai keanggotaan data uji dari setiap kelas dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar sebagai hasil akhir prediksi.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini diberi judul "Prediksi Tingkat Risiko Penyakit Jantung

Koroner (PJK) Menggunakan Metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FK-NN)". Dimana data yang digunakan untuk prediksi tingkat risiko dari dataset Penyakit Jantung Koroner (PJK) yaitu umur, kadar LDL, kadar HDL, kolestrol total, trigliserida dan tekanan darah sistolik.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penyakit Jantung Koroner (PJK)

2.1.1. Pengertian Penyakit Jantung Koroner (PJK)

Penyakit Jantung Koroner (PJK) merupakan penyakit jantung yang disebabkan karena adanya penyempitan arteri koronia akibat proses atau spasme atau kombinasi keduanya [5]. Bilamana penyempitan ini menjadi parah maka dapat terjadi serangan jantung [7].

2.1.2. Faktor Risiko Penyakit Jantung Koroner (PJK)

Pendeteksian PJK dapat menggunakan beberapa faktor risiko penyebab PJK, seperti umur, jenis kelamin, pekerjaan, kadar LDL, kadar kolesterol total, kadar HDL, kadar trigliserida, tekanan darah sistolik dan tekanan darah diastolik [14]. Namun, dalam bab ini akan dibahas mengenai faktor-faktor risiko PJK yang menjadi batasan permasalahan pada penelitian ini. Faktor-faktor risiko penyakit Jantung Koroner tersebut meliputi:

1. Usia

Umur termasuk faktor risiko PJK karena menyebabkan perubahan di dalam jantung dan pembuluh darah. Seiring dengan pertambahan umur, kadar kolesterol seseorang akan meningkat. Secara umum, semakin tua umur, risiko PJK semakin meningkat pula [2].

2. Low Density Lipoprotein (LDL)

LDL (*Low Density Lippoprotein*) adalah jenis lipoprotein yang mengangkut kolesterol dan trigliserida dari hati ke jaringan perifer. Kadar LDL dinyatakan dengan satuan mg/dl. Peningkatan kadar LDL berbanding lurus dengan peningkatan risiko PJK.

Semakin tinggi kadar LDL, risiko PJK semakin meningkat pula [2]. Klasifikasi kadar LDL ditunjukkan pada tabel 1 [8]:

Tabel 1 Klasifikasi Kadar LDL

Klasifikasi	Kadar Kolestorel
Normal	< 100
Mendekati Normal	100 – 129
Borderline high	130 – 159
Tinggi	160 – 189
Sangat tinggi	≥ 190

3. Kolesterol total

Kolesterol total merupakan susunan dari banyak

zat, termasuk trigliserida, LDL kolesterol dan HDL kolesterol. Kolesterol yang ada di dalam zat makanan akan meningkatkan kadar kolesterol dalam darah.

Peningkatan kadar kolesterol total berbanding lurus dengan peningkatan risiko PJK. Semakin tinggi kolesterol total, risiko PJK semakin meningkat pula [2]. Klasifikasi kadar kolesterol ditunjukkan pada tabel 2 [8].

Tabel 2 Klasifikasi Kadar Kolesterol

Klasifikasi	Kadar Kolestorel
Normal	< 200
Borderline (waspada)	200 – 239
Tinggi	≥ 240

4. High Density Lipoprotein (HDL)

HDL (*High Density Lipoprotein*) merupakan jenis kolesterol yang bersifat baik atau menguntungkan, karena mengangkut kolesterol dari pembuluh darah kembali ke hati untuk dibuang sehingga mencegah penebalan dinding pembuluh darah atau mencegah terjadinya proses *aterosklerosis*. Peningkatan kadar HDL berbanding terbalik dengan peningkatan risiko PJK. Semakin tinggi kadar HDL, semakin rendah tingkat risiko PJK [2]. Klasifikasi kadar HDL ditunjukkan pada tabel 3 [8].

Tabel 2 Klasifikasi Kadar HDL

Klasifikasi	Kadar Kolestorel
Rendah	< 40
Tinggi	≥ 40

5. Trigliserida

Trigliserida merupakan komponen yang normal dari darah, baik datang dari diet atau dihasilkan oleh tubuh. Sebagian besar lemak yang dimakan berbentuk *trigliserida*. Lemak berasal dari buah-buahan seperti kelapa, durian dan alpukat tidak mengandung kolesterol, tetapi kadar trigliseridanya tinggi [7]. Klasifikasi kadar trigliserida ditunjukkan pada tabel 4 [8]:

Tabel 3 Klasifikasi Kadar Trigliserida

Klasifikasi	Kadar Kolestorel
Normal	< 150
Borderline high	150 – 199
Tinggi	200 – 499
Sangat tinggi	≥ 500

6. Tekanan darah sistolik

Tekanan darah sistolik adalah tekanan saat jantung berdenyut atau berdetak. Untuk diagnosa risiko PJK, tekanan darah sistolik menunjukkan risiko yang lebih

tinggi terjangkit penyakit jantung koroner daripada tekanan darah diastolik. Semakin tinggi kolesterol total, risiko PJK semakin meningkat pula [2]. Klasifikasi tekanan darah sistolik dijelaskan pada tabel 5 [8]:

Tabel 4 Klasifikasi sistolik

Klasifikasi	Kadar Kolesterol
Normal	< 130
Normal tinggi	130 – 139
Hipertensi	
1. Ringan	140 – 159
2. Sedang	160 – 179
3. Berat	180 – 209
4. Sangat Berat	≥ 210

2.1.3. Kelas Risiko Penyakit Jantung Koroner (PJK)

Risiko penyakit jantung koroner (PJK) terbagi dalam 5 kelas yaitu tingkat risiko PJK sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Rentang nilai risiko PJK untuk setiap kelas diadaptasi dari penelitian Wahyuni (2011) [9].

Tabel 5 Rentang nilai kelas risiko PJK

No	Rentang nilai risiko (z)	Kelas risiko PJK
1	Kurang dari 10	Sangat rendah
2	10 – 20	Rendah
3	20 – 30	Sedang
4	30 – 40	Tinggi
5	Lebih dari 40	Sangat tinggi

2.2. Logika Fuzzy

2.2.1. Pengertian Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai atau derajat keanggotaan atau *membership function* sebagai ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut [10].

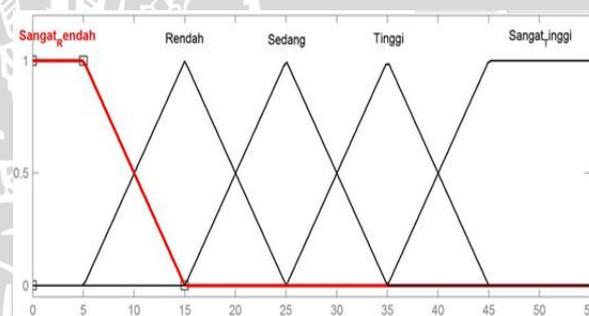
2.2.2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melakukan pendekatan fungsi [10]. Derajat keanggotaan menunjukkan nilai keanggotaan suatu objek pada suatu himpunan yang nilainya

berkisar antara 0 sampai 1 [11].

Tingkat risiko penyakit jantung koroner diketahui fungsi keanggotaan x sebagai berikut [9]:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{SANGAT RENDAH}}(x) &= \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 5 \\ \frac{5-x}{10}, & 5 \leq x < 15 \\ 0, & x \geq 15 \end{cases} \\ \mu_{\text{RENDAH}}(x) &= \begin{cases} 0, & x \leq 5, x \geq 25 \\ \frac{x-5}{10}, & 5 \leq x < 15 \\ \frac{25-x}{10}, & 15 \leq x < 25 \end{cases} \\ \mu_{\text{SEDANG}}(x) &= \begin{cases} 0, & x \leq 15, x \geq 35 \\ \frac{x-15}{10}, & 15 \leq x < 25 \\ \frac{35-x}{10}, & 25 \leq x < 35 \end{cases} \\ \mu_{\text{TINGGI}}(x) &= \begin{cases} 0, & x \leq 25, x \geq 45 \\ \frac{x-25}{10}, & 25 \leq x < 35 \\ \frac{45-x}{10}, & 35 \leq x < 45 \end{cases} \\ \mu_{\text{SANGAT TINGGI}}(x) &= \begin{cases} 0, & x \leq 35 \\ \frac{x-35}{10}, & 35 \leq x < 45 \\ 1, & x \geq 45 \end{cases} \quad (1) \end{aligned}$$



Gambar 1 Fungsi Keanggotaan Tingkat Risiko

2.3. Fuzzy K-Nearest Neighbor Classifier

2.3.1. Pengertian Fuzzy K-Nearest Neighbor (FK-NN)

Fuzzy K-Nearest Neighbor merupakan metode klasifikasi yang menggabungkan teknik fuzzy klasifikasi dengan *k-Nearest Neighbor classifier*. Algoritma Fuzzy K-Nearest Neighbor memberikan nilai keanggotaan kelas pada vektor sampel dan bukan menempatkan vektor pada kelas tertentu. Dalam prosesnya jarak antar vektor dihitung dengan menggunakan fungsi jarak *Euclidean distance*. Setelah jaraknya diketahui maka selanjutnya adalah mengetahui k tetangga yang berdekatan, proses ini biasa juga disebut dengan KNN (*K-Nearest Neighbour*). Setelah itu kita hitung nilai keanggotaan fuzzy vektor tersebut, oleh sebab itu metode ini dinamakan FK-NN. Teori himpunan fuzzy mengeneralisasi teori K-NN klasik dengan mendefinisikan nilai keanggotaan sebuah data pada masing-masing kelas [12].

Berikut ini adalah algoritma fuzzy K-NN [15]:



```

BEGIN
  Input x, of unknown classification
  Set K, 1 ≤ K ≤ n
  Initialize i = 1
  DO UNTIL (K-nearest neighbors to x found)
    Compute distance from x to xi
    IF (i ≤ K) THEN
      Include xi in the set of K-nearest neighbor
    ELSE IF (xi closer to x than any previous nearest neighbor) THEN
      Delete the farthest of the K-nearest neighbors
      Include x, in the set of K-nearest neighbors
    END IF
  END DO UNTIL
  Set i = 1
  DO UNTIL (x assigned membership in all classes)
    Compute ui(x) using (2.10)
    Increment i
  END DO UNTIL
END
    
```

2.4. Akurasi Hasil Pengujian

Akurasi merupakan seberapa dekat suatu angka hasil pengukuran terhadap angka. Dalam penelitian ini akurasi tingkat risiko PJK dihitung dari jumlah prediksi yang benar dibagi dengan jumlah data uji. Tingkat akurasi diperoleh dengan perhitungan sesuai dengan persamaan (2) [13].

$$\text{Tingkat akurasi} = \frac{\sum \text{data uji benar}}{\sum \text{total data uji}} \quad (2)$$

$$\text{Akurasi (\%)} = \frac{\sum \text{data uji benar}}{\sum \text{total data uji}} \times 100\% \quad (3)$$

3. Perancangan

Sistem yang dibuat merupakan perangkat lunak yang mengimplementasikan algoritma *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FK-NN) untuk prediksi tingkat risiko penyakit jantung koroner. Dimana pada sistem ini akan diketahui tingkat risiko penyakit jantung koroner yang diderita pasien. Hasil yang diperoleh dapat disimpulkan, yaitu semakin tinggi nilai risikonya, maka semakin tinggi pula tingkat risiko seseorang terkena penyakit jantung koroner dan begitu pula sebaliknya.

Data faktor risiko jantung koroner yang didapatkan semuanya sudah berupa data numerik, sehingga bisa langsung dilanjutkan untuk proses pembelajaran dengan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor*.

Dataset ini terdiri dari 6 atribut (termasuk atribut kelas). Atribut-atribut tersebut meliputi:

1. Usia: usia penderita pada saat pemeriksaan
2. LDL: *Low Density Lipoprotein*
3. Kolesterol total
4. HDL: *High Density Lipoprotein*
5. Trigliserida

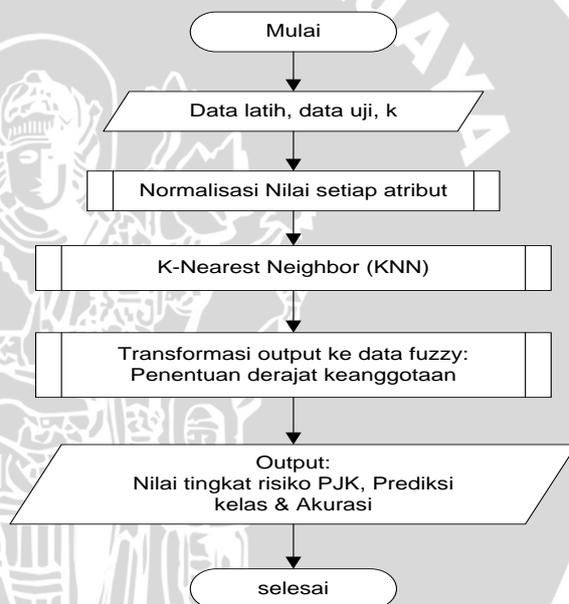
6. Tekanan darah sistolik

Dataset Tingkat Risiko Penyakit Jantung Koroner (PJK) ini terdiri dari 100 record dan tidak terdapat *missing value*. Atribut-atribut dalam *dataset* mempunyai nilai rentang yang berbeda. Dari 100 record tersebut, terdapat rincian sebagai berikut:

1. Sangat rendah sebanyak 2 record
2. Rendah sebanyak 15 record
3. Normal sebanyak 49 record
4. Tinggi sebanyak 31 record
5. Sangat tinggi sebanyak 3 record

Perangkat lunak ini akan menguji keakuratan hasil prediksi tingkat risiko penyakit jantung koroner terhadap data sebenarnya. Selain itu, parameter uji juga berkaitan dengan nilai *k* (tetangga) yang berpengaruh terhadap tingkat akurasi.

Proses prediksi sistem FK-NN digambarkan dalam diagram alir seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Proses Pengujian Sistem

Tahap prediksi sistem FK-NN untuk prediksi tingkat risiko PJK, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Menginputkan data faktor risiko PJK (umur, kadar LDL, kadar kolesterol, kadar HDL, kadar trigliserida dan tekanan darah sistolik) dan input nilai *k*. Pada proses prediksi hanya satu data saja yang akan diuji.
2. Melakukan perhitungan normalisasi untuk nilai setiap atribut.
3. Melakukan perhitungan k-NN.
4. Transformasi output data ke dalam data *fuzzy*.
5. Didapatkanlah hasil prediksi kelas PJK dan nilai tingkat risiko.



Langkah-langkah perhitungan untuk algoritma *K-Nearest Neighbor Classification* adalah sebagai berikut:

- a. Dilakukan normalisasi untuk setiap atribut, dimana untuk menghitung hasil normalisasi terlebih dahulu di cari nilai minimum dan maksimum setiap atribu.

$$V' = \frac{(V - \min [j])}{\text{range } [j]}$$

- b. Kemudian, di cari terlebih dahulu jarak terdekat "*Euclidean distance*" dari data uji dengan data pelatihan. Berikut ini adalah contoh, perhitungan nilai jarak terdekat dari *record* pertama data latih dengan record uji.

$$d(x_1, x_2) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (a_r(x_1) - a_r(x_2))^2}$$

- c. Selanjutnya dari data yang telah ditemukan nilai *Euclidean distance* dilakukan pencarian nilai *weight* (w).

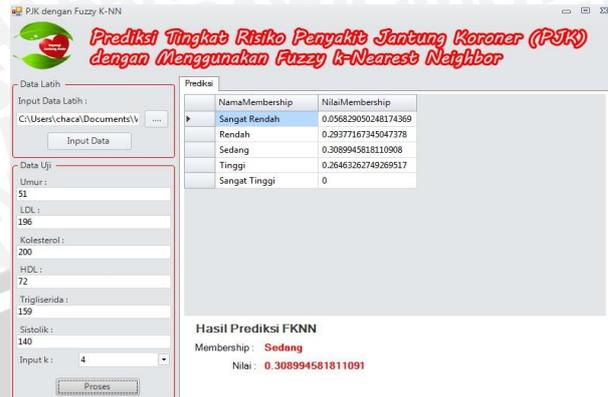
$$\text{Weight} = \frac{1}{\sqrt{d(x_1, x_2)^2}}$$

- d. Selanjutnya akan di cari nilai *weighted k*. Dimana data akan di urutkan dari yang terbesar sampai yang terkecil. Kemudian di ambil nilai terbesar sejumlah k.
- e. Kemudian, dilakukan perhitungan *membership function* sesuai dengan target kondisi awal data latih. Dimana nilai target tersebut di sesuaikan dengan setiap *linguistic membership* yang ada.
- f. Setelah semua target memiliki nilai *membership*, nilai tersebut di kalikan dengan nilai data sesuai dengan *membership*nya dan dibagi dengan nilai total semua data sejumlah k.

- g. Dari *membership* setiap *linguistic* tersebut akan dicari nilai yang paling besar. Dan nilai yang terbesar itu yang merupakan kelas prediksi data.

4. Implementasi

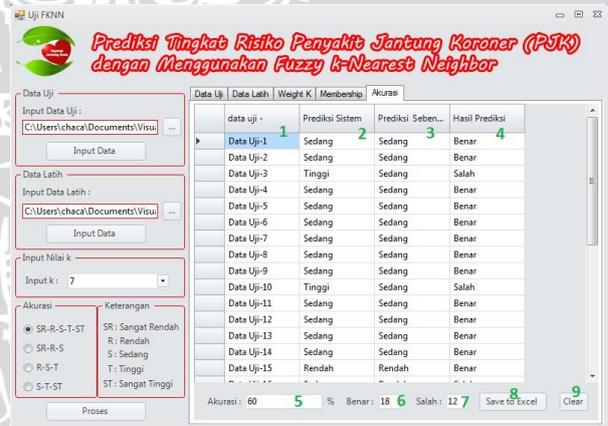
Pada proses prediksi, data uji yang dimasukkan merupakan data tunggal. Dimana data yang akan diuji dimasukkan pada *textbox* yang telah tersedia untuk 6 atribut yang ada. Selain 6 atribut, juga dimasukkan nilai k pada *checkbox*. Kemudian dilakukan proses prediksi dengan menekan tombol proses. Hasil yang akan diperoleh merupakan hasil prediksi dari FK-NN. Prediksi dengan input data tunggal ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Antarmuka Proses prediksi

Prediksi dengan input data tunggal digunakan untuk memprediksi data baru yang masih belum diketahui tingkat risiko PJK-nya. Pada *tab* prediksi akan ditampilkan hasil akhir sistem prediksi, dengan menampilkan prediksi kelas dan nilai dari *membership* data baru.

Sedangkan untuk form pengujian, pada *tab* Akurasi akan ditampilkan hasil prediksi sistem dan prediksi sebenarnya. Dimana dari kedua hasil tersebut dapat dicari nilai akurasinya. Gambar dari *tab* akurasi ditunjukkan pada gambar 7.

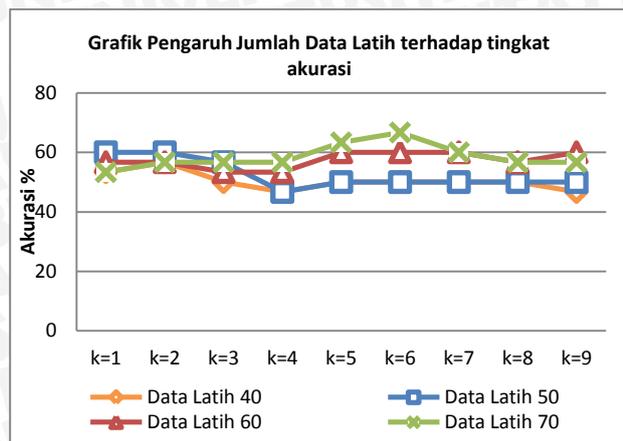


Gambar 7 Antarmuka Pengujian

5. Hasil dan Pembahasan

Untuk hasil uji coba berikutnya, seperti yang terlihat pada tabel 4.5 pada empat jumlah data latih yang berbeda yaitu 40, 50, 60 dan 70 data latih. Dimana nilai akurasi terendah pada 50 data latih dan nilai akurasi tertinggi pada 70 data latih. Grafik nilai ini ditunjukkan pada gambar 8.





Gambar 8 Grafik Pengaruh Jumlah Data Latih

Pada gambar 8 ditunjukkan bahwa data latih 70 dengan warna hijau lebih memiliki nilai akurasi yang tinggi dibanding dengan data latih 40, 50, 60 dan 70. Dari grafik ini dapat diketahui bahwa, semakin banyak data latih akan didapatkan nilai akurasi yang semakin tinggi juga. Karena dengan semakin banyaknya data latih, semakin banyaknya data yang memungkinkan mendukung keanggotaan kelas prediksi. Jika pada data 40, kemungkinan kelas prediksi yang sesuai dengan data uji hanya berdasarkan keanggotaan kelas terdekat dari 40 data tersebut. Namun dengan bertambahnya data latih, hingga data latih 70 tersebut kemungkinan kelas prediksi dari keanggotaan kelas terdekat dari 70 data latih tersebut. Dari grafik juga diketahui bahwa akurasi pada data tingkat risiko PJK mencapai nilai akurasi optimal pada $k=6$ dengan nilai akurasi pada rentang 70% dan 60%.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang prediksi tingkat risiko penyakit jantung koroner (PJK) dengan menggunakan *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FK-NN), dapat disimpulkan bahwa:

- Metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FK-NN) telah berhasil digunakan untuk prediksi tingkat risiko penyakit jantung koroner (pjk). Dengan menggunakan atribut umur, kadar LDL, kolesterol, kadar HDL, trigliserida dan sistolik.
- Nilai k yang digunakan mulai dari $k=1$, $k=2$, sampai dengan $k=9$. Dimana untuk implementasi sistem PJK ini tingkat akurasi tertinggi didapatkan pada nilai $k=6$ sampai dengan $k=8$ pada data latih 70 dengan prosentase nilai 66,67%. Nilai k kurang dari 6 maupun nilai k lebih dari 6 menunjukkan bahwa hasil akurasi kurang baik, karena sudah mencapai nilai optimalnya. Dapat diketahui bahwa nilai k yang terlalu kecil menyebabkan klasifikasi terlalu terpengaruh kepada kelas keanggotaan

terdekat saja. Sedangkan pemilihan nilai k yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan akurasi rendah karena semakin banyak data yang tidak relevan (*noise*), sehingga untuk mendapatkan hasil akhir sistem, hanya akan diambil keanggotaan vektor dengan nilai yang terbesar saja.

- Atribut dengan sedikit nilai beberapa atribut atau yang disebut dengan atribut minoritas, akan mempengaruhi akurasi dikarenakan nilai terlalu dipengaruhi oleh atribut mayoritas yang menyebabkan prediksi sistem tidak sesuai dengan prediksi sebenarnya.
- Tingkat akurasi tertinggi yang dapat dihasilkan oleh sistem adalah sebesar 66,67% pada data latih 70 dan data latih 60. Penambahan data latih mempengaruhi peningkatan akurasi sistem, karena dengan semakin banyaknya data latih, maka kemungkinan semakin banyaknya jarak *record* yang mendekati kelas data prediksi adalah semakin tinggi. Dimana jumlah data latih yang digunakan untuk proses pengujian adalah 40, 50, 60 dan 70 data latih.

7. Saran

Beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut yang dapat diberikan oleh penulis adalah:

- Melakukan prediksi tingkat risiko PJK dengan data latih yang lebih banyak dan penyebaran *linguistic* kelas *membership* yang merata untuk mengetahui apakah sistem memiliki akurasi yang lebih baik atau tidak.
- Pada penelitian selanjutnya dapat dicari nilai k yang optimal untuk mengetahui nilai k pada sistem yang memiliki akurasi yang paling baik.
- Digunakannya metode pencarian jarak selain *Euclidean Distance* seperti metode *cityblock*, *cosine similarity* dan *correlation* untuk mengetahui tingkat akurasi yang dihasilkan sistem.

8. Daftar pustaka

- Direktorat Bina Farmasi. 2006. *Pharmaceutical Care* untuk Pasien Penyakit Jantung Koroner: Fokus sindrom akut. Jakarta
- Anwar, T. Bahri. 2004. *Faktor Risiko Penyakit Jantung Koroner*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara
- Kusrini dan Luthfi, Emha Tufiq. 2009. *Algoritma Data Mining*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- J.Nilsson, Nill. "Introduction To Machine Learning". 1996. Stanford University: Stanford, CA 94305
- Abdul, Majid. 2007. *Penyakit Jantung Koroner: Patofisiologi, Pencegahan dan Pengobatan Terkini*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara

- [6] Zhang, Juan, Yi Niu, Huabei Nie. 2009. "Web Document Classification Based on Fuzzy KNN Algorithm". International Conference on Computational Intelligence and Security.
- [7] Soeharto, Imam. 2010. *Penyakit Jantung Koroner (PJK): Sebab, Mekanisme dan Gejala*. <http://fkunhas.com/penyakit-jantung-koroner-pjk-sebabmekanisme-dan-gejala-20100716347.html>. Tanggal akses: 1 Maret 2012.
- [8] Tjokroprawiro, Askandar. 2001. *Diabetes Melitus: capita Selecta 2001-B (Clinical Experiences and Recent Advances)*. Yogyakarta Diabetes Update. Yogya-karta
- [9] Wahyuni, Kristin. 2011. *Diagnosis Penyakit Jantung Koroner (PJK) Berdasarkan Faktor Risiko Menggunakan Metode FES*. Penelitian. Malang.
- [10] Sri, Kusumadewi, Purnomo, Hari. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Jakarta. Penerbit Graha Ilmu
- [11] Cox E. 2005. *Fuzzy Modeling and Genetic Algorithms for Data Mining dan Exploration*. USA: Morgan Kaufman Publishers
- [12] Prasetyo, Eko. 2012. *Fuzzy K-Nearest Neighbor In Every Class Untuk Klasifikasi Data*. Seminar Nasional Teknik Informatika (SANTIKA 2012). Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
- [13] Nugraha, Dany dan Ramdhany. 2006. *Diagnosis Gangguan Sistem Urinari pada Anjing dan Kucing menggunakan VFI 5*. IPB. Bandung
- [14] Effendy, Nazrul, Subagja, dan Amir Faisal. 2008. *Prediksi Penyakit Jantung Koroner (PJK) Berdasarkan Faktor Risiko Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. Yogyakarta.
- [15] Keller, M. James, Michael R Gray, James A. Givens. 1985. *A Fuzzy K-Nearest Neighbor*. IEEE Transactions On Sistem, Man And Cybernetics, Vol. SMC-15 NO 4

