

Sistem Klasifikasi Pada Penyakit Parkinson Dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor

Riyan Dwi Yulian Prakoso¹, Bambang Soejono Wiriaatmadja², Ferry Wahyu Wibowo¹

¹ Ilmu Komputer, Magister Teknik Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

² FMIPA, Matematika, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹riyan.prakoso@email.com, ²bambang.s@amikom.ac.id, ²ferry.w@amikom.ac.id

Abstrak—Parkinson adalah suatu penyakit pada orang yang dengan nilai angkat kematian yang tinggi, sekitar 2016 penyakit tersebut menyebabkan angkat kematian yang tinggi yaitu 9,3 juta angkat kematian didunia. Jumlah orang yang terkena penyakit parkinson sangat banyak, diindonesia sendiri jumlah 12.900 orang meninggal setiap tahunnya karena kasus parkinson. Angka kematian ini meningkat karena kurangnya informasi tentang gejala awal dan bahaya dari parkinson itu sendiri, karena kurangnya informasi tersebut maka dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memberikan informasi tentang penyakit parkinson dan cara penanggulangan seperti diagnose secara dini dan pengangannya. Sistem berbasis komputer yang dapat menyelesaikan masalah tersebut ada sistem klasifikasi, dimana sistem tersebut dapat memberikan informasi dan melakukan dianosa seperti yang dilakukan oleh klasifikasi, salah satu metode yang dapat diterapkan dalam sistem klasifikasi adalah K-Nearest Neighbor, metode ini sangat baik dalam melakukan klasifikasi berdasarkan kejadian sebelumnya. Hasil pengujian Confusion Matrix diperoleh hasil akurasi terbaik sebesar 80% pada jumlah 116 dataset.

Kata Kunci: Klasifikasi, Parkinson, K-Nearest Neighbor

1. PENDAHULUAN

Parkinson masih menjadi penyakit dengan angka kematian pada orang yang cukup tinggi, penyakit ini berdasarkan data dari WHO (World Health Organization) merupakan penyakit dengan angka kematian sebesar 42,5% didunia pada tahun 2018 dengan jumlah rata-rata kematian setiap tahunnya sebesar 9,3 orang [1]. parkinson sendiri adalah salah satu degenerative akibat dari sel pada mekanisme jaringan diparkinson melakukan pembelahan serta tumbuh menjadi ganas. Pertumbuhan tersebut adalah neoplasma yang memiliki sifat agresif dengan pertumbuhan yang bersifat abnormal dengan jumlah yang berlebihan, hal tersebut menyebabkan jaringan sel pada parkinson menjadi rusak [2].

Berdasarkan penelitian sebelumnya terdapat beberapa faktor risiko kejadian parkinson. Yuliyani (2016) menyatakan bahwa perempuan memiliki resiko terjangkit parkinson dimulai pada usia 20 hingga 63 tahun [3]. Chotimah (2014) menyebutkan bahwa obesitas (nilai MDVP: FLO tinggi) merupakan suatu factor pendorong sebagai sebab seseorang menderita tersebut. berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil nilai chi square $P = 0,03$ (P kurang dari 0,05) yang berarti H.o. tidak diterima serta H.a. menerima, dengan kesimpulan ada hubungan antara obesitas dan parkinson [4]. Damayanti dkk (2017) menyebutkan bahwa mekanisme parkinson melibatkan hormon adipokin (adiponektin, MDVP: Jitter, interleukin dan MDVP: Fo (Hz))[5]. Kristianto (2016) menyebutkan terdapat korelasi yang sangat tinggi antara kadar glukosa dengan jumlah zat limfonodi (tempat penyebaran pertama parkinson) terinfiltrasi sel pada pasien karsinoma duktal infiltrative (parkinson invasif) ($p=0,004$; $r=0,505$) [6]. Sedangkan pada penelitian Wargasetia (2016) membahas hubungan antara obesitas dan dari sisi mekanisme dan bukti-bukti empiric penelitian sebelumnya, hasil dari penelitian ini menyebutkan bahwa Obesitas meningkatkan risiko terkena parkinson yang berkaitan dengan mekanisme respons inflamasi, MDVP: Fo (Hz), MDVP: Jitter, MCP-1 (Monocyte Chemoattractant Protein-1), asam lemak bebas), peningkatan lipid, ekspresi berlebih MDVP: Jitter, resistensi MDVP: Fhi (Hz) (SHIMMER: APQ3-IR) dan adiponektin [7].

Berdasarkan hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa ada hubungan antara usia, MDVP: FLO, MDVP: Fhi (Hz), MDVP: Fo (Hz), MDVP: Jitter, adiponektin, glukosa, Shimmer: APQ3-ir, dan MCP-1 dengan parkinson di Indonesia. Hal ini sejalan dengan data Parkinson yang ada di RS Universitas kota Coimbra dimana ada beberapa variable yang digunakan diantaranya age, MDVP: FLO, MDVP: Fhi (Hz), MDVP: Fo (Hz), MDVP: Jitter, Shimmer (dB), glukosa, SHIMMER: APQ3-IR, dan MCP-1.

Penelitian yang telah membahas parkinson, diantaranya yang dilakukan oleh Wicaksana (2015) penerapan K-Nearest Neighbor serta K-Nearest Neighbor (K-NN) mengklasifikasikan wiconsin Parkinson untuk melihat perbandingan nilai akurasi kedua metode tersebut, hasil akurasi metode KNN melalui K-fold validation mencapai 96,2% serta metode K-Nearest Neighbor mencapai 97,5% dengan jumlah data bersih 683 data [8]. Fitriani (2014) meningkatkan K-Nearest Neighbor dalam menentukan tingkat kengerian parkinson menggunakan PSO, kesimpulan pada penelitian ini adalah bahwa model algoritma yang digunakan memiliki akurasi yang lebih baik dengan 96,86 % dibandingkan model K-Nearest Neighbor sendiri dengan hasil 95,85% [9].

Data sumber penelitian yang digunakan dalam pengujian akurasi diagnosis parkinson tersebut sebagian besar menggunakan data publik dari UCI Machine Learning Repository dataset Parkinson. Dataset parkinson di repository UCI terbagi menjadi 6, yaitu Parkinson, Parkinson Wisconsin (original) atau WBCD, Parkinson Winconsin (Prognostic) atau WPBC, Parkinson Winconsin (Diagnostic) atau WDBC dan Mammographic Mass dan Parkinson Coimbra [10]. Wahyuni (2016) menguji uji akurasi diagnosis parkinson menggunakan algoritma SMO, MLP, C4.5 dan K-Nearest Neighbor pada dataset WBCD dan menunjukkan bahwa SMO memperoleh akurasi diagnosis tertinggi sebesar 97.6574% [11].

Penelitian mengenai parkinson di Indonesia cukup banyak seperti ditunjukkan pada penelitian diatas, Namun belum ada yang menggunakan Parkinson Coimbra untuk melakukan klasifikasi diagnosis terkait Parkinson untuk memprediksi

seseorang kedalam kelompok tidak terjangkau yakni tidak menderita parkinson atau kedalam kelompok terjangkau yakni menderita parkinson

Metode K-Nearest Neighbor mempunyai kelebihan tingkat akurasi untuk mengatasi masalah pada data yang besar [12], pada penelitian ini akan mencari klasifikasi dengan penerapan pada data public yaitu dataset penyakit parkinson dengan jumlah 116 record yang terdiri dari 10 atribut, dimana 9 atribut sebagai parameter dan 1 atribut sebagai tujuan yang didapatkan dari UCI Machine Learning.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat akurasi, presisi serta recall pada penerapan metode K-Nearest Neighbor klasifikasi untuk melakukan prediksi diagnosa Parkinson Coimbra menggunakan 116 data yang berasal dari fakultas kedokteran Universitas Coimbra, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat akurasi tingkat akurasi, presisi dan recall algoritma K-Nearest Neighbor dalam melakukan prediksi diagnosa Parkinson.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian pada penelitian ini akan dijelaskan pada sub-bab yang berisikan 4 proses seperti akan berikut:

2.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan pada penelitian ini adalah melalui pendekatan kualitatif, dengan mengumpulkan data bukan dalam nilai angka-angka, namun data yang didapatkan melalui pencatatan di lapangan atau laporan resmi lainnya. Metode kualitatif adalah metode yang menentukan peneliti untuk melakukan pengumpulan data yang bersifat gabungan, hasil penelitian kualitatif ini lebih mengarah pada generalisasi.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan dalam peneliti melakukan penelitian Adapun metode pengumpulan data antara lain:

1. Data Publik

Metode ini dimaksudkan untuk mendapatkan data publik yaitu data Parkinson Coimbra dari RS Universitas Coimbra yang diambil dari UCI machine learning repository.

2. Studi Pustaka

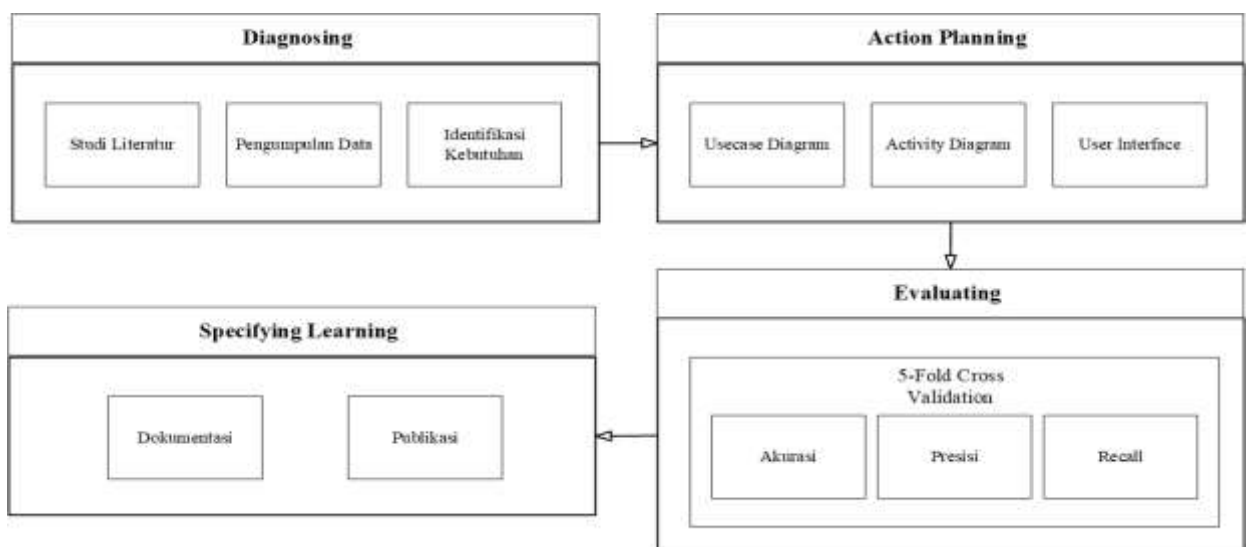
Melakukan penelusuran melalui dokumen-dokumen yang berhubungan baik dalam bentuk media cetak ataupun elektronik sebagai acuan dalam melakukan penelitian.

2.3 Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari UCI machine learning yang bersumber dari RS Universitas Coimbra, dari Manuel Gomes dkk dengan jumlah data sebanyak 116 data dengan 10 atribut berupa MDVP: Fhi (Hz), MDVP: Fo (Hz), MDVP: FLO, Shimmer (dB), SHIMMER: APQ3, SHIMMER: DDA , age, MDVP: RAP, MDVP: Jitter serta Clasification. Dimana 9 atribut sebagai parameter dan 1 atribut sebagai tujuan.

2.4 Alur Penelitian

Alur penelitian ini berisikan diagram tentang detail alur atau langkah secara terperinci dan lengkap dari proses awal hingga akhir pada penelitian. Alur pada penelitian pada sistem klasifikasi penyakit Parkinson dapat dilihat pada Gambar 1. di bawah ini.



Gambar 1. Metode Penelitian

Penjelasan mengenai metode penelitian pada Gambar 1. Adalah sebagai berikut:

1. *Diagnosing*

Pada *diagnosing* ini peneliti melakukan pengumpulan data melalui studi literatur pada media buku, jurnal ataupun artikel penelitian lain, selain itu peneliti juga mencari dataset melalui UCI machine learning untuk memperoleh informasi dataset dan penyakit cancer untuk kemudian dilakukan identifikasi kebutuhan data yang sesuai dengan sistem yang akan dibangun.

2. *Action Planning*

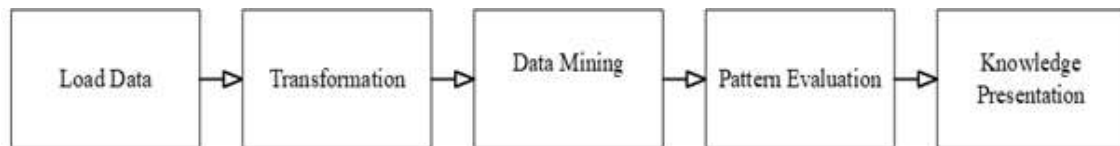
Pada *Action Planning* ini berisikan proses perancangan sistem yang akan dibangun. Perancangan tersebut berisikan pemodelan metode *K-Nearest Neighbor*, pemodelan proses dengan *usecase dan activity diagram* serta perancangan *User Interface* sebagai rancangan awal untuk dasar pembuatan sistem.

3. *Evaluating*

Pada *Evaluating* ini dilakukan pengujian sistem, dimana pengujian ini akan menilai seberapa besar tingkat akurasi, presisi dan recall melalui mekanisme validasi dengan 5-fold cross validation dari implementasi sistem dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk klasifikasi penyakit Parkinson.

4. *Specifying Learning*

Pada *Specifying Learning* ini dilakukan sebuah proses dokumentasi dan publikasi dari penelitian, dimana pada bagian ini berisikan hasil keseluruhan dari implementasi metode *K-Nearest Neighbor* untuk klasifikasi penyakit Parkinson.



Gambar 2. Alur Tahapan Data Mining (Klasifikasi)

Penjelasan secara singkat pada Gambar 2 alur tahapan data mining pada sistem klasifikasi penyakit Parkinson seperti berikut:

1. Load Data

Proses awal dari data mining klasifikasi untuk diagnosa penyakit Parkinson Coimbra, dimana admin dapat meng-inputkan file excel dengan format CSV sebagai media untuk memasukan data.

2. Data Transformation

Pada tahapan penelitian ini, merubah data atribut yang berbentuk decimal kedalam bentuk bilangan bulat. Atribut-atribut yang dilakukan transformasi pada tabel data mining adalah MDVP: Fhi (Hz), MDVP: Fo (Hz), MDVP: FLO, Shimmer (dB), SHIMMER: APQ3, SHIMMER: DDA , age, MDVP: RAP, MDVP: Jitter serta Clasification.

3. Teknik Klasifikasi Dengan Metode K-Nearest Neighbor

Teknik Klasifikasi Dengan Metode K-Nearest Neighbor menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor untuk klasifikasi Parkinson. Algoritma K-Nearest Neighbor merupakan teknik data mining untuk melakukan klasifikasi data.

4. Pattern Evaluation

Pattern Evaluation dilakukan uji pemodelan pola untuk mengetahui nilai kesesuaian dan kesalahan atau error pada pola yang ditemukan. Pola yang sudah ditemukan kemudian dipresentasikan kepada pengguna agar mudah dimengerti. Pada penelitian ini pengujian sistem dilakukan menggunakan confusion matrix untuk mengetahui nilai akurasi.

5. Representasi Pengetahuan (Knowledge Presentation)

Pada tahapan ini pola aturan algoritma K-Nearest Neighbor yang telah ditemukan kemudian dipresentasikan kepada pengguna agar mudah dipahami.

2.5 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan suatu alur proses untuk dalam menemukan suatu fungsi atau permodelan dalam melakukan penggambaran serta menentukan kelas untuk setiap data, konsep klasifikasi ini dapat digunakan untuk tujuan melakukan prediksi penentuan kelas pada setiap data. Pada klasifikasi terjadi 2 proses atau alur untuk menuju sebuah kesimpulan yaitu fase pembelajaran (training) dan kedua adalah proses klasifikasi itu sendiri atau biasa disebut pengujian (Testing), kedua proses tersebut akan berjalan sesuai dengan metode algoritma yang akan digunakan pada klasifikasi tersebut [4].

2.6 K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah suatu metode yang menggunakan algoritma klasifikasi dimana hasil dari query instance yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Tujuan dari algoritma ini adalah mengklasifikasikan obyek baru berdasarkan atribut dan training sample. Classifier tidak menggunakan model apapun untuk dicocokkan dan hanya berdasarkan pada memori. Diberikan titik query, akan ditemukan sejumlah k obyek atau (titik training) yang paling dekat dengan titik query. Klasifikasi menggunakan voting terbanyak diantara klasifikasi dari k obyek. algoritma KNN menggunakan klasifikasi ketetanggaan sebagai nilai prediksi dari query instance yang baru. Gambaran alur atau notasi pada metode algoritma K-Nearest Neighbor dapat dilihat sebagai berikut [6]:

$$E(x, y) = \sqrt{\sum_{i=0}^n (xi - yi)^2} \tag{1}$$

Algoritma KNN sangat sederhana. Algoritma ini bekerja berdasarkan jarak minimum dari data baru terhadap K tetangga terdekat yang telah ditetapkan. Setelah diperoleh K tetangga terdekat, prediksi kelas dari data baru akan ditentukan berdasarkan mayoritas K tetangga terdekat.

KNN dapat dibagi menjadi 2 jenis berdasarkan tetangga yang digunakan sebagai acuan perhitungan yaitu:

- 1-NN yaitu pengklasifikasikan dilakukan terhadap 1 data tetangga yang memiliki label terdekat
- K-NN yaitu pengklasifikasikan dilakukan terhadap k data tetangga yang memiliki label terdekat dengan K harus lebih besar 1 dan ganjil

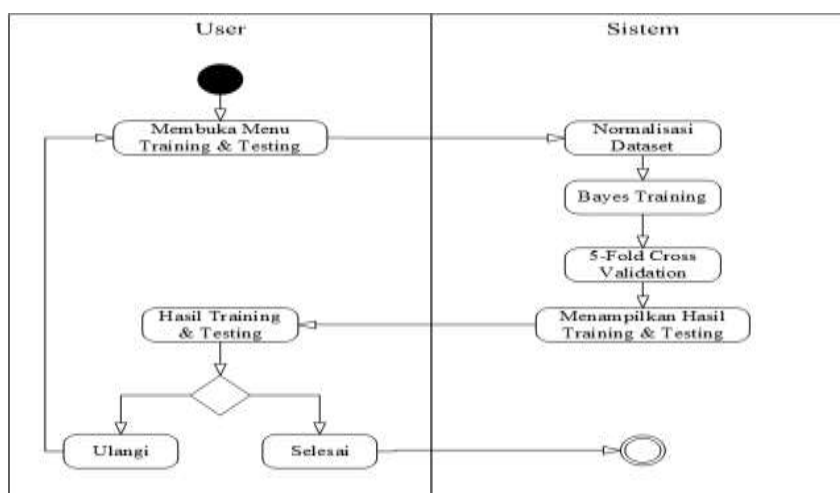
Algoritma KNN:

1. Tentukan parameter K = jumlah tetangga terdekat
2. Hitung jarak antara data baru dengan semua data training
3. Urutkan jarak tersebut dan tetapkan tetangga terdekat berdasarkan jarak minimum ke-K
4. Periksa kelas dari tetangga terdekat
5. Gunakan mayoritas sederhana dari kelas tetangga terdekat sebagai nilai prediksi data baru

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

Proses perancangan sistem akan dilakukan penggambaran alur klasifikasi dengan menggunakan *activity* diagram untuk menjelaskan alur pada tahap training dan testing pada sistem seperti pada Gambar 3. Setelah dilakukan perancangan alur selanjutnya adalah perancangan interface pada bagian klasifikasi penyakit seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Activity Diagram Training dan Testing

Activity Diagram Pada Gambar 3. Menjelaskan alur bagian training dan testing algoritma yang akan diimplementasikan dengan melalui penerapan K-Nearest Neighbor. Pada alur ini user atau pengguna membuka menu training dan testing dan kemudian sistem akan melakukan respon dengan melakukan normalisasi dataset yang telah dilakukan sebelumnya, untuk selanjutnya metode K-Nearest Neighbor akan melakukan training untuk didapatkan hasil yang akan divalidasi dengan menggunakan 5-Fold Cross Validation, untuk selanjutnya didapatkan hasil validasi berupa akurasi, presisi dan recall.



Gambar 4. Perancangan Interface Klasifikasi

Pada Gambar 4. menu ini pengguna harus menginputkan parameter seperti Age, MDVP: FLO, MDVP: RAP, Indulin, Shimmer: APQ3, MDVP: Jitter, Adiponektin, MDVP: Fo (Hz) dan MCP sebagai parameter gejala untuk memperoleh hasil klasifikasi atau diagnosa penyakit Parkinson.

3.2 Analisis Model Data (Normalisasi Data)

Analisis model Data dilakukan dengan melakukan tranformasi dataset dalam bentuk yang akan disesuaikan dengan model algoritma yang digunakan. contoh alur normalisasi data adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Parkinson Coimbra

N O	Age	MDVP: FLO	MDVP: RAP	MDVP: Fhi (Hz)	SHIMMER: APQ3	MDVP: Jitter	Shimmer (dB)	MDVP: Fo (Hz)	SHIMMER: DDA	Classification
1	78	25.3	60	3.508	0.519184	6.633	10.5673	4.6638	209.749	1
2	69	29.4	89	10.704	2.349885	45.272	8.2863	4.53	215.769	1
3	85	26.6	96	4.462	1.056602	7.85	7.9317	9.6135	232.006	1
4	76	27.1	110	26.211	7.111918	21.778	4.935635	8.49395	45.843	1
5	77	25.9	85	4.58	0.960273	13.74	9.75326	11.774	488.829	1
6	45	21.30395	102	13.852	3.485163	7.6476	21.05663	23.03408	552.444	2
7	45	20.83	74	4.56	0.832352	7.7529	8.237405	28.0323	382.955	2
8	49	20.95661	94	12.305	2.853119	11.2406	8.412175	23.1177	573.63	2
9	34	24.24242	92	21.699	4.924226	16.7353	21.82375	12.06534	481.949	2
10	42	21.35991	93	2.999	0.687971	19.0826	8.462915	17.37615	321.919	2
..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2
11	51	19.13265	93	4.364	1.001102	11.0816	5.80762	5.57055	90.6	2
6										

Berdasarkan data pada Tabel 1 akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor yang diimplementasikan sebagai metode untuk melakukan klasifikasi/prediksi probabilitas kelas yaitu terjangkau dan tidak terjangkau. Berikut akan dijelaskan mengenai metode K-Nearest Neighbor disertakan penyelesaian tahapan dalam klasifikasi antara lain :

Transformasi Data

Pencarian nilai max dan min (Contoh Atribut Age)

$$\text{Age max} = 85$$

$$\text{Age min} = 34$$

Pencarian nilai R / rentang

$$R = \text{Age max} - \text{Age min}$$

$$R = 85 - 34 = 51$$

Pencarian JK / jumlah kelas

$$JK = 1 + 3, 3. \log. N$$

$$JK = 1 + 3, 3. \log. 12$$

$$JK = 1 + 3, 3. (1,079)$$

$$JK = 1 + 3, 560.$$

$$JK = 4, 560 \text{ menjadi } 5$$

Pencarian nilai panjang kelas k

$$K = R/JK$$

$$K = 51/5$$

$$K = 10,2 = \text{menjadi } 11$$

Pencarian tabel distribusi frekuensi

Tabel 2. Contoh Nilai Normalisasi

Kelas	Kelas Interval	Normalisasi	
		Age	Hasil
1	33,5 – 43,5	78	5
2	43,5 – 53,5	69	4
3	53,5 – 63,5	85	5
4	63,5 – 73,5	76	5
5	73,5 – 84,5	77	5
		45	2
		45	2
		49	2
		34	1
		42	2
		68	4
		51	3

Tabel 3. Data Setelah Dilakukan Proses transformasi

N O	Ag e	MDVP : FLO	MDVP : RAP	MDVP : Fhi (Hz)	SHIMMER : APQ3	MDVP : Jitter	Shimme r (dB)	MDVP : Fo (Hz)	SHIMMER : DDA	Classificatio n
1	5	2	1	1	1	1	2	1	1	1
2	4	3	2	1	1	4	1	1	1	1
3	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1
4	5	3	2	3	2	2	1	1	1	1
5	5	2	1	1	1	1	2	1	2	1
6	2	2	2	2	1	1	3	2	2	2
7	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2
8	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2
9	1	2	2	2	1	1	3	1	2	2
10	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2
11	4	2	2	1	1	1	1	1	2	2
12	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2

3.3 Pengujian Sistem

Pengujian pada data mining klasifikasi diagnosa penyakit Parkinson Coimbra akan digunakan model confusion matrix untuk menguji keakuratan prediksi dari hasil yang telah diklasifikasi dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor. Terdapat 5 skenario pengujian yang akan dilakukan yaitu melalui pembagian 116 data kedalam 5 interval data yaitu 23, 46, 69, 92 dan 116 data dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem

No	Data	Akurasi	Presisi	Recall
1	23	85,76	86,86	88,06
2	46	87,42	89,77	89,96
3	69	88,13	89,65	90,49
4	92	90,25	91,34	90,68
5	116	90,89	93,02	93,57

Berdasarkan hasil tersebut maka dalam implementasi algoritma K-Nearest Neighbor untuk diagnosa penyakit Parkinson Coimbra diperoleh nilai tertinggi untuk akurasi sebesar 90,89%, nilai precision sebesar 93,89%, nilai recall 93,57% pada jumlah 116 dataset.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dihasilkan perangkat lunak (software) untuk melakukan diagnosa penyakit Parkinson Coimbra dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor.
2. Hasil dari proses klasifikasi data mining dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor pada 116 dataset diperoleh terjangkit Parkinson sebesar 64 data dan tidak terjangkit Parkinson sebesar 52 data.
3. Hasil akurasi metode K-Nearest Neighbor dilakukan pengujian validasi menggunakan 5-Fold Cross Validation dan mendapatkan nilai akurasi terbaik sebesar 90,89%, nilai precision sebesar 93,89%, nilai recall 93,57% pada jumlah 116 dataset.

REFERENCES

- [1] Kemenkes, R. (n.d.). Pusat Data Dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. Retrieved Desember 19, 2018, from <http://www.depkes.go.id>
- [2] Indrati, R. (2005, April). Faktor-faktor Risiko Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Parkinson Orang, Tesis.Semarang: Magister Epidemiologi Universitas Diponegoro Semarang.
- [3] Yuliyani, I. D. (2016, September). Faktor- Faktor Yang Berhubungan Dengan Parkinson Pada Orang, Skripsi.Semarang: Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Semarang.
- [4] Chotimah, K. (2014, Juli). Hubungan Obesitas Dengan Kejadian Parkinson Di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta Tahun 2010-2013, Skripsi. Yogyakarta: Bidan Pendidikan Stikes Aisyiyah Yogyakarta.
- [5] Damayanti, A. Y., Indarto, D., Wasita, B., & Ardianto, T. D. (2017, Oktober). Index Masa Tubuh, Asupan Vitamin D, dan Serum 25-hydroxyvitamin D Pada Pasien Parkinson, Jurnal Gizi Klinik Indonesia, Vol.14, No.2.