

Pembacaan Waktu sebagai ekstraksi EKG pada Diagnosis Penyakit Jantung

Annafi' Franz¹, Izzati Muhimmah², Tito Yuwono³, Erlina Marfianti⁴

^{1,2}Magister Teknik Informatika, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

annafifranz@gmail.com¹, izzati@uii.ac.id²

³Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

tito@uii.ac.id³

⁴Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Abstraksi—Secara global penyakit jantung merupakan penyakit tidak menular penyebab kematian terbesar. Salah satu cara mengenali penyakit jantung adalah dengan mendiagnosis berdasarkan hasil dari elektrokardiogram (EKG) yang kemudian dianalisis oleh ahlinya. EKG merupakan gambaran dari aktivitas listrik jantung yang terdiri dari beberapa komponen. Pada penelitian ini diusulkan algoritma pembacaan waktu pada komponen EKG yang berupa durasi interval dan segmen waktu untuk mendapatkan nilainya. Nilai interval dan segmen yang didapat kemudian di proses oleh mesin inferensi *Modified K-Nearest Neighbor* (MKNN) untuk mendapatkan hasil diagnosis penyakit jantung. Nilai akurasi yang didapat dari menggunakan algoritma pembacaan waktu sebagai ekstraksinya dan MKNN sebagai mesin inferensinya adalah 90.22%.

Kata Kunci—EKG; Pembacaan Waktu; MKNN

I. PENDAHULUAN

Secara global penyakit jantung (kardiovaskuler) merupakan penyakit tidak menular penyebab kematian nomor satu setiap tahunnya [1]. Penyakit kardiovaskuler adalah penyakit yang disebabkan gangguan fungsi jantung dan pembuluh darah, seperti penyakit jantung koroner, penyakit gagal jantung atau payah jantung, hipertensi dan stroke [1].

Tingginya angka kematian akibat penyakit jantung menunjukkan perlunya perhatian lebih terhadap penyakit ini. Pemeriksaan jantung sedini mungkin sangat penting untuk mendeteksi kesehatan jantung. Semakin segera jantung diperiksa maka dapat segera mendeteksi keadaan jantung dan dapat segera diambil tindakan medis yang tepat. Tindakan medis yang segera dapat mencegah penyakit jantung menjadi lebih parah dengan begitu angka kematian akibat penyakit jantung bisa diturunkan.

Namun untuk melakukan pemeriksaan jantung sedini mungkin masih terkendala sarana dan dokter spesialis penyakit jantung yang jumlahnya masih kurang. Saat ini jumlah dokter spesialis penyakit jantung di Indonesia ada sekitar 850 [2], sedangkan jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2013 mencapai 255 juta lebih [3]. Hal ini berarti menunjukkan bahwa 1 dokter spesialis penyakit jantung menangani lebih dari

300.000 pasien. Jumlah tersebut menunjukkan masih jauh dari rasio ideal yang ditetapkan oleh Indikator Indonesia Sehat 2010 yakni 6 dokter spesialis untuk 100.000 penduduk [4].

Salah satu cara pemeriksaan jantung yaitu dengan EKG. Namun hasil pemeriksaan menggunakan EKG harus dianalisis oleh dokter yang berkompeten yakni dokter spesialis jantung. Dokter menganalisis pola EKG untuk menentukan jenis penyakit jantung yang diderita oleh pasien.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan sebelumnya maka diperlukan sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Jika dilihat dari sisi teknologi informasi dan kedokteran maka dapat dilahirkan sebuah solusi yakni membuat perangkat lunak sebagai alat bantu diagnosis penyakit jantung yang dapat digunakan oleh dokter umum. Hal ini tentu akan membantu mengatasi masalah jumlah dokter spesialis yang masih kurang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rajput & Khandelwalm [5], yakni klasifikasi EKG menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN), sedangkan fitur ekstraksinya memanfaatkan algoritma *discrete wavelet transform*. Penelitiannya tentang mengklasifikasikan EKG yang tidak normal yakni Arrhythmia yang terdiri dari delapan kategori.

Prasojo [6] membuat EKG untuk mendiagnosis penyakit jantung berdasarkan komponen EKG. Pada penelitian tersebut, algoritma KNN digunakan sebagai klasifikasi jenis penyakit jantung dengan masukan lima komponen waktu EKG. Pada algoritma KNN yang digunakan dimasukkan pula perhitungan perbandingan *Beat Per Minute* (BPM) dari data yang akan dievaluasi dengan data pelatihan pada basis pengetahuan yang bertujuan untuk mengurangi bias. Pada penelitian tersebut tercapai akurasi sebesar 87%.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Besrou, Lachiri & Ellouze [7] yaitu klasifikasi denyut EKG menggunakan *Support Vector Machine* (SVM). Fitur EKG yang digunakan ada sepuluh

yakni Pp, Pn, Ima, Imi, N, S1, S2, ArP, ArN dan Ar yang merupakan hasil ekstraksi menggunakan algoritma morphological descriptors. Pada penelitian tersebut SVM mengklasifikasikan sebanyak dua belas kelas denyut jantung.

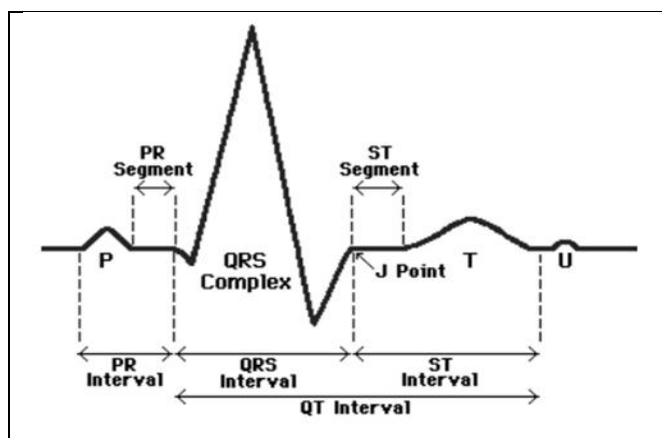
Kasar & Joshi [8] yakni klasifikasi sinyal EKG menggunakan metode decision tree. Penelitian tersebut menggunakan data EKG dari PTB database yang berasal dari physionet.org yang dipilih berupa 34 normal dan 33 myocardial infarction. Jadi, penelitiannya hanya mendeteksi dua jenis penyakit jantung dengan proses ekstraksi datanya menggunakan algoritma *Principal Component Analysis* (PCA) serta menggunakan algoritma *Classification and Regression Technique* (CART) dan J48 sebagai klasifikasinya.

Parvin, Alizadeh & Minaei-Bidgoli [9] mengusulkan sebuah metode klasifikasi yang mampu meningkatkan kinerja *K-Nearest Neighbor* (KNN) yakni *Modified K-Nearest Neighbor* (MKNN). Penelitian tersebut menggunakan lima set data standar UCI. Hasil penelitian dari kelima set data tersebut mengalami peningkatan yang bervariasi dibandingkan jika hanya menggunakan algoritma KNN tradisional.

Berdasarkan penelitian-penelitian serupa yang telah dijelaskan sebelumnya maka penelitian tersebut dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk menyelesaikan penelitian “Pembacaan Waktu sebagai ekstraksi EKG pada Diagnosis Penyakit Jantung”. Pada penelitian ini dibuat algoritma pembacaan waktu yang berbeda sebagai proses ekstraksi untuk mendapatkan nilai data komponen EKG dan untuk diagnosis nya memanfaatkan algoritma MKNN.

III. KOMPONEN EKG

Elektrokardiogram (EKG) adalah grafik hasil catatan potensial listrik yang dihasilkan oleh denyut jantung[10]. Berikut gambar bentuk gelombang EKG.



Gambar 1. Gelombang EKG [11]

Algoritma ekstraksi pembacaan waktu pada komponen EKG didasarkan pada [12]:

A. Interval PR

Interval PR merupakan cerminan depolarisasi atrium plus perlambatan fisiologis di nodus AV dengan nilai normal 0.12-0.20 detik.

B. Segmen PR

Segmen PR dibentuk dari akhir gelombang P sampai dengan awal kompleks QRS dan merupakan penentu garis isoelektris.

C. Kompleks QRS

Kompleks QRS merupakan sistol ventrikel (depolarisasi ventrikel), lebar normal 0.06-0.10 detik dan terdiri dari:

1) Gelombang Q

Gelombang Q merupakan defleksi negatif pertama, merupakan depolarisasi septum interventrikel yang teraktivasi dari kiri ke kanan, durasi normal (kecuali sadapan III dan aVR) kurang dari 0,04 detik (1 kotak kecil) dan tingginya kurang dari sepertiga tinggi gelombang R pada sadapan bersangkutan.

2) Gelombang R

Gelombang R merupakan defleksi positif pertama.

3) Gelombang S

Gelombang S merupakan defleksi negatif pertama setelah R.

D. Segmen ST

Segmen ST merupakan tanda awal repolarisasi ventrikel kiri dan kanan. Titik pertemuan antara akhir kompleks QRS dan awal segmen ST disebut J point. Jika point berada di bawah garis isoelektris disebut depresi J point dan jika di atas garis isoelektris disebut elevasi J point.

E. Interval QT

Interval QT merupakan aktivitas total ventrikel (mulai dari depolarisasi hingga repolarisasi ventrikel). Diukur mulai awal kompleks QRS hingga akhir gelombang T. Durasi normal tergantung dari umur, jenis kelamin dan denyut jantung. Rata-rata kurang dari 0.38 detik.

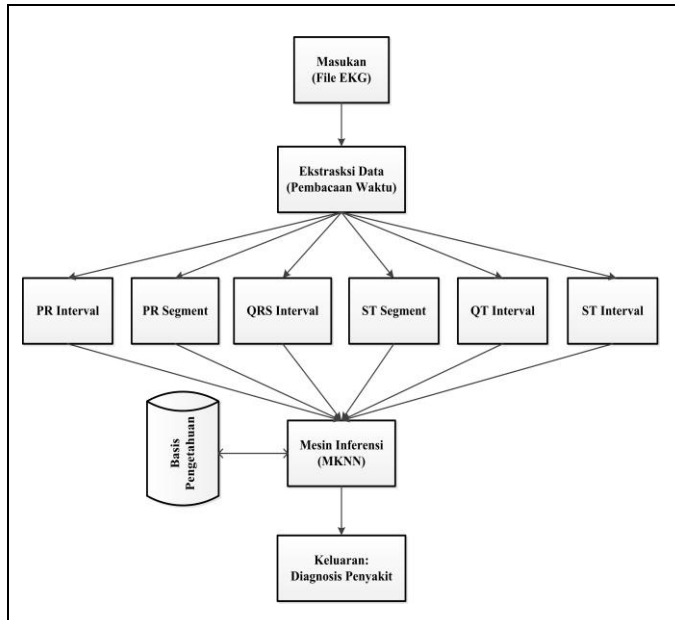
F. Interval ST

Interval ST diukur mulai akhir kompleks QRS hingga akhir gelombang T.

IV. MODEL YANG DIUSULKAN

Pada model sistem pendukung keputusan yang akan dibangun ini menggunakan masukan data EKG yang diambil

dari PTB database [13]. Model keputusan yang dibuat seperti tampak pada gambar 2.



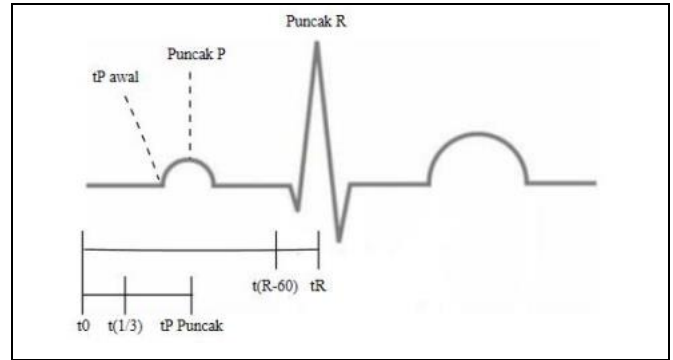
Gambar 2. Model Sistem Pendukung Keputusan

Masukkan berupa file EKG yang kemudian akan diekstrak oleh algoritma pembacaan waktu untuk mendapatkan informasi yang diperlukan seperti PR interval, PR segmen, QRS interval, ST segmen, QT interval dan ST interval. Informasi yang telah didapat tersebut kemudian diproses oleh mesin inferensi MKNN untuk mendapatkan hasil diagnosis. Diagnosis yang bisa dihasilkan oleh sistem ini terdiri tiga kelas penyakit jantung yakni myocardial infarction atau normal atau lainnya.

V. PEMBACAAN WAKTU

Pada pembacaan waktu menggunakan data EKG dengan format CSV (*Comma Separated Values*) yang diambil dari PTB database (physionet.org) [13]. Panjang data EKG yang disediakan oleh PTB database yaitu berkisar dua menit. Algoritma pembacaan waktu yang dibuat digunakan untuk proses ekstraksi data EKG tersebut dengan mengambil data sepanjang enam detik secara acak dengan pola tertentu. Pola pemilihannya yakni dengan mengelompokkan data EKG menjadi beberapa data enam detik, kemudian dipilih satu kelompok data enam detik dengan selisih terkecil antara amplitudo R maksimum dengan amplitudo R minimum. Kelompok data enam detik yang telah dipilih kemudian dilakukan proses ekstraksi yang akan menghasilkan nilai komponen EKG, seperti durasi PR interval, durasi PR segment, durasi QRS interval, durasi ST segment, durasi QT interval, durasi ST interval dan amplitudo T. Proses ekstraksi dilakukan sebanyak jumlah gelombang EKG yang terdapat pada kelompok data enam detik yang telah dipilih tersebut.

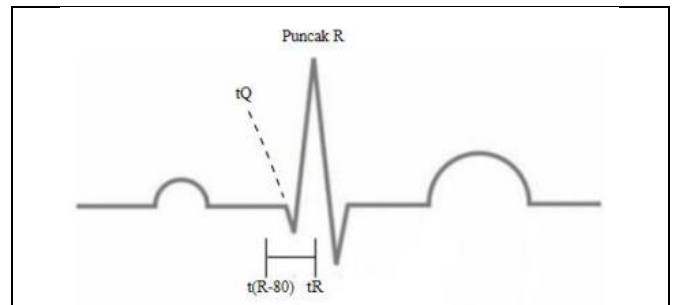
A. Mencari tP awal



Gambar 3. Pembacaan P awal

- 1) Cari nilai maksimum pada data sampel, nilai tersebut merupakan nilai puncak R.
- 2) Cari puncak P dengan mencari nilai maksimal dari t_0 sampai $tR - 60$.
- 3) Baca data dari / panjang t_0 sampai puncak P.
- 4) Hitung nilai rata-ratanya, nilai tersebut merupakan nilai P awal.
- 5) Cari tP awal dari puncak P bergerak mundur sampai ditemukan nilai sampel nilai P awal.

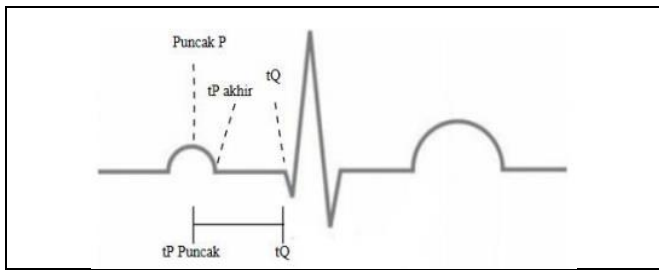
B. Mencari tQ



Gambar 4. Pembacaan Gelombang Q

- 1) Cari nilai minimum dari $R - 80$ sampai puncak R, nilai tersebut merupakan nilai min Q.
- 2) Baca data dari $R - 80$ sampai min Q.
- 3) Kelompokkan data tersebut menjadi dua bagian dengan panjang waktu yang sama.
- 4) Pilih kelompok data yang selisih antara nilai maksimum dan minimumnya terkecil.
- 5) Hitung nilai rata-rata kelompok yang dipilih, nilai tersebut merupakan nilai Q.
- 6) Cari tQ dari $t(R - 80)$ bergerak maju sampai ditemukan nilai sampel nilai Q.

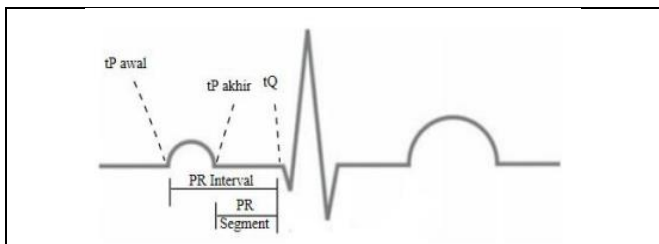
C. Mencari tP akhir



Gambar 5. Pembacaan P akhir

- 1) Baca data dari puncak P sampai tQ.
- 2) Kelompokkan data menjadi tiga bagian dengan panjang waktu yang sama.
- 3) Pilih kelompok kedua dan hitung rata-ratanya, nilai tersebut merupakan nilai P akhir.
- 4) Cari tP akhir dari puncak P bergerak maju sampai ditemukan nilai sampel nilai P akhir.

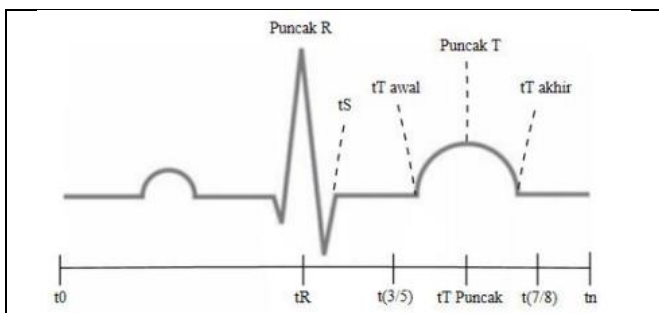
D. Menentukan PR interval dan PR segment



Gambar 6. Pembacaan PR interval dan PR segment

- 1) Jarak dari tP awal sampai tQ adalah PR interval.
- 2) Jarak dari tP akhir sampai tQ adalah PR segment.

E. Mencari T akhir, T awal dan tS

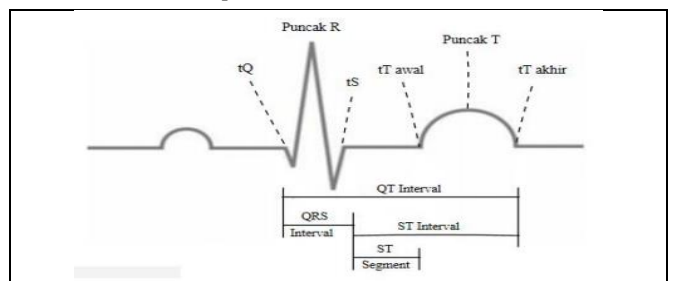


Gambar 7. Pembacaan tS, T awal dan T akhir

- 1) Baca data dari t(3/5) sampai tn.
- 2) Cari nilai maksimum dan minimumnya.
- 3) Baca data dari t(7/8) sampai tn.
- 4) Hitung nilai rata-ratanya.
- 5) Jika nilai (maksimum - rata-rata) \leq (rata-rata - minimum) maka gelombang T adalah elevasi.
- 6) Baca data dari puncak T sampai tn.
- 7) Kelompokkan data menjadi tiga bagian dengan panjang waktu yang sama.
- 8) Baca data kelompok kedua dan ketiga.

- 9) Hitung nilai rata-ratanya, nilai tersebut merupakan nilai T akhir.
- 10) Cari tT akhir dari puncak T bergerak maju sampai ditemukan nilai sampel nilai T akhir.
- 11) Baca data dari puncak R sampai puncak T.
- 12) Kelompokkan data tersebut menjadi empat bagian.
- 13) Baca data kelompok kedua dan ketiga.
- 14) Hitung nilai rata-ratanya, nilai tersebut merupakan nilai T awal.
- 15) Cari tT awal dari puncak T bergerak mundur sampai ditemukan nilai sampel nilai T awal.
- 16) Cari tS dari tT awal bergerak mundur sampai ditemukan pola pergerakan naik atau turun, titik tersebut merupakan tS.
- 17) Jika nilai (maksimum - rata-rata) $<$ (rata-rata - minimum) maka gelombang T adalah depresi.
- 18) Baca data dari puncak T terbalik sampai tn.
- 19) Kelompokkan data menjadi tiga bagian dengan panjang waktu yang sama.
- 20) Baca data kelompok kedua dan ketiga.
- 21) Hitung nilai rata-ratanya, nilai tersebut merupakan nilai T akhir.
- 22) Cari tT akhir dari puncak T terbalik bergerak maju sampai ditemukan nilai sampel nilai T akhir.
- 23) Baca data dari puncak R sampai puncak T terbalik.
- 24) Kelompokkan data tersebut menjadi empat bagian.
- 25) Baca data kelompok kedua dan ketiga.
- 26) Hitung nilai rata-ratanya, nilai tersebut merupakan nilai T awal.
- 27) Cari tT awal dari puncak T bergerak mundur sampai ditemukan nilai sampel nilai T awal.
- 28) Cari tS dari tT awal bergerak mundur sampai ditemukan pola pergerakan naik atau turun, titik tersebut merupakan tS.

F. Menentukan QRS interval, ST segment, QT interval, ST interval dan T amplitudo



Gambar 8. QRS interval, ST segment, QT interval, ST interval dan T amplitudo

- 1) Jarak dari tQ sampai tS adalah QRS interval.
- 2) Jarak dari tS sampai tT awal adalah ST segment.
- 3) Jarak dari tQ sampai tT akhir adalah QT interval.
- 4) Jarak dari tS sampai tT akhir adalah ST interval.

5) T amplitudo adalah hasil dari perhitungan (nilai T puncak – (nilai T awal + nilai T akhir)/2).

VI. MKNN

Pada mesin inferensi, metode yang digunakan adalah Modified K-Nearest Neighbor (MKNN). MKNN adalah menempatkan label kelas data sesuai dengan K divalidasi untuk menentukan bobot [9].

$$Validity(x) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H S(lbl(x), lbl(N_i(x))) \quad (1)$$

H adalah jumlah tetangga terdekat yang dipertimbangkan dan $lbl(x)$ adalah label kelas x. N_i merupakan label kelas tetangga terdekat dari x, sedangkan S adalah kesamaan antara titik x dan i tetangga terdekat seperti berikut:

$$S(a, b) = \begin{cases} 1 & a=b \\ 0 & a \neq b \end{cases}$$

Dengan:

a = label kelas a

b = label kelas tetangga terdekat

Selanjutnya menghitung jarak Minkowsky dengan menambahkan fitur amplitudo T untuk mengurangi bias.

$$d_i = \left(\sum_{j=1}^N |X_{ij} - Y_j \cdot T_y / T_x|^\lambda \right)^{1/\lambda} \quad (2)$$

Dimana i merupakan jumlah data yang ada pada basis pengetahuan. J adalah atribut yang digunakan. X merupakan data basis pengetahuan sedangkan Y merupakan data yang dievaluasi serta T merupakan Amplitudo T pada EKG. Untuk λ merupakan parameter yang ditentukan pada perhitungan jarak Minkoswsky. Kemudian pada perhitungan selanjutnya dihitung bobot data menggunakan rumus berikut:

$$W(i) = Validity(i) \times \frac{1}{d_e + 0,5} \quad (3)$$

W adalah bobot data yang dihitung. Tahap akhir yakni menentukan kelas data yang dievaluasi berdasarkan bobot kelas seragam yang terbanyak sesuai K yang telah ditentukan yang merupakan tetangga terdekat.

VII. HASIL

Setelah sistem selesai dibuat maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian validitas sistem untuk mengetahui tingkat keakuratan kinerja sistem. Perbandingan antara kenyataan dengan hasil model keputusan dalam bentuk *single decision threshold* menggunakan parameter $\lambda = 2$ seperti tampak pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. PERBANDINGAN KENYATAAN DENGAN DIAGNOSIS MENGGUNAKAN PARAMETER DUA (EUCLIDEAN)

| | | MKNN | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------|--------|---------|--|
| Kenyataan | Diagnosis | Myocardial Infarction | Normal | Lainnya | |
| | Myocardial Infarction | 64 | 6 | 1 | |
| | Normal | 5 | 40 | 0 | |
| | Lainnya | 6 | 4 | 17 | |

Terlihat pada tabel 1 jika menggunakan perhitungan jarak Minkoswsky dengan parameter dua atau bisa disebut juga jarak Euclidean diperoleh total diagnosis benar adalah 121, sedangkan untuk diagnosis yang salah didapatkan 22.

Selanjutnya dilakukan juga pengujian menggunakan parameter lain yakni $\lambda = 6$. Enam merupakan jumlah atribut yang digunakan pada perhitungan jarak Minkoswsky. Pada tabel 2 berikut ditunjukkan perbandingan antara kenyataan dengan hasil model keputusan.

Tabel 2. PERBANDINGAN KENYATAAN DENGAN DIAGNOSIS MENGGUNAKAN PARAMETER ENAM (SESUAI JUMLAH FITUR)

| | | MKNN | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------|--------|---------|--|
| Kenyataan | Diagnosis | Myocardial Infarction | Normal | Lainnya | |
| | Myocardial Infarction | 66 | 4 | 1 | |
| | Normal | 5 | 40 | 0 | |
| | Lainnya | 7 | 3 | 17 | |

Pada tabel 2 memperlihatkan total diagnosis benar adalah 123 dan total diagnosis yang salah adalah 20. Hasil tersebut menunjukkan bahwa menggunakan parameter λ sesuai jumlah atribut pada perhitungan jarak Minkoswsky mendapatkan hasil yang lebih baik ketimbang parameter dua (parameter jarak Euclidean). Jadi pada perhitungan jarak dipilih parameter λ sesuai jumlah atribut sebagai bagian dari rumus sistem keputusan.

Terlihat pada tabel 2 bahwa untuk kelas myocardial infarction terdapat empat data terprediksi salah ke kelas normal dan satu data terprediksi salah ke kelas lainnya. Empat data yang terprediksi salah ke kelas normal dikarenakan jarak lebih dekat ke kelas normal dan bobot lebih besar ke kelas normal. Untuk satu data yang terprediksi salah ke kelas lainnya dikarenakan jarak lebih dekat ke kelas lainnya dan bobot lebih besar ke kelas lainnya.

Untuk kelas normal hanya terdapat lima data yang terprediksi salah ke kelas myocardial infarction, sedangkan yang terprediksi salah ke kelas lainnya tidak ada. Hal ini menunjukkan bahwa untuk kelas normal hanya lima data yang jaraknya leboh dekat dan bobotnya lebih besar ke myocardial infarction.

Pada kelas lainnya dibandingkan kelas myocardial infarction dan kelas normal ternyata mendapatkan hasil diagnosis dengan kesalahan terbanyak yakni dengan total sepuluh diagnosis salah. Sepuluh diagnosis salah tersebut tujuh merupakan diagnosis yang terprediksi salah ke kelas myocardial infarction dan tiga terprediksi salah ke kelas normal. Banyaknya diagnosis yang salah tersebut dikarenakan pada perhitungan jarak lebih dekat ke kelas myocardial infarction dan normal begitupula pada perhitungan bobot lebih besar ke kelas myocardial infarction dan normal. Beberapa kesalahan diagnosis seperti tampak pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. BEBERAPA KESALAHAN DIAGNOSIS MKNN

| No | Kenyataan | Jarak | Bobot | Keputusan |
|----|-----------------------|--------|--------|-----------------------|
| 1 | Myocardial Infarction | 1M, 2N | 1M, 2N | Normal |
| 2 | Myocardial Infarction | 1M, 2L | 1M, 2L | Lainnya |
| 3 | Myocardial Infarction | 1M, 2L | 2M, 1N | Myocardial Infarction |
| 4 | Normal | 2M, 1N | 2M, 1L | Myocardial Infarction |
| 5 | Lainnya | 2M, 1L | 2N, 1L | Normal |
| | Lainnya | 2N, 1L | | |

*M= Myocardial Infarction, N=Normal, L=Lainnya

Keakuratan sistem dapat ditentukan dengan menghitung nilai TP, TN, FP dan FN [14] pada Tabel 2

$$TP \text{ (True Positive)} = 123$$

$$TN \text{ (True Negative)} = 246$$

$$FP \text{ (False Positive)} = 20$$

$$FN \text{ (False Negative)} = 20$$

Akurasi:

$$T \text{ (total kinerja)} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (4)$$

$$T \text{ (total kinerja)} = 90.22\%$$

$$\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{Sensitivitas} = 86\%$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{TN}{FP + TN} \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{Spesifisitas} = 92.48\%$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai total akurasi mencapai 90,22% dengan sensitivitas dan spesifisitas masing-masing 86% dan 92.48%. Nilai akurasi tersebut sudah lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang menggunakan metode algoritma pembacaan waktu yang berbeda yang disandingkan dengan KNN dengan akurasi 87%. Namun masih belum cukup tinggi akurasinya jika dibandingkan dengan *discrete wavelet transform* dengan ANN sebagai klasifikasinya yang akurasinya 92,23%. Pada penelitian lain yang menggunakan *morphological descriptor* dan SVM (kernel Gaussian) yang mendapat nilai sensitivitas 94,26% dan spesifisitas 79,02%, ini menunjukkan bahwa nilai sensitivitas masih dibawahnya, tapi untuk nilai spesifisitas sudah mampu melampui. Namun, jika membandingkan dengan algoritma ekstraksi lain yakni PCA dengan klasifikasinya menggunakan CART dan J48 yang masing-masing akurasinya 92,5% dan 98.5% ternyata masih belum mampu mengungguli. Jadi, hasil yang diraih pada penelitian dengan menggunakan algoritma pembacaan waktu yang sederhana sebagai proses ekstraksinya dan MKNN sebagai proses klasifikasinya sudah cukup baik karena mampu mencapai total akurasi 90,22%. Namun belum dapat untuk diterapkan karena masih rendah untuk ukuran akurasi dalam sistem pendukung keputusan klinis.

VIII. KESIMPULAN

Algoritma pembacaan waktu untuk ekstraksi data EKG telah berhasil mengekstrak data file EKG yang dijadikan informasi oleh sistem pada mesin inferensi MKNN untuk mendiagnosis penyakit jantung. Keakuratan kinerja sistem adalah 90,22% untuk tiga kelas penyakit jantung. Untuk penelitian kedepannya, kami menyarankan untuk menambah kelas penyakit jantung serta menambah member dari setiap kelas penyakit jantung dan mencoba mengeksplorasi algoritma lain untuk meningkatkan akurasi.

REFERENSI

- [1] Kementerian Kesehatan RI, "Situasi Kesehatan Jantung". Jakarta Selatan, Indonesia: Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, 2014, pp. 2.
- [2] M. Fadil, "200 Dokter Spesialis Jantung Bertemu di Padang", Jun. 02, 2016. [Online]. Available: <http://harianhaluan.com/news/detail/54821/200-dokterspesialis-jantung-bertemu-di-padang>
- [3] Badan Pusat Statistik, "Proyeksi Penduduk menurut Provinsi, 2010-2035 (Ribuan)", [Online], Available: <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1274>
- [4] Departemen Kesehatan RI, "Indikator Indonesia Sehat 2010". Jakarta, Indonesia: Departemen Kesehatan RI, 2003, pp. 20.
- [5] J. L. Rajput & C. S. Khandelwal, "Classification of ECG Abnormalities using ANN", *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 1, no. 16, pp. 1-4, Jul. 2012.
- [6] I. Prasajo, "Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Jantung Menggunakan Metode Pembacaan Waktu Pada Komponen EKG",

M.S. thesis, Dept. Informatics, Islamic Univ of Indonesia, Yogyakarta, Indonesia, 2014.

- [7] [7] R. besrou, Z. Lachiri and N. Ellouze, "ECG Beat Classifier Using Support Vector Machine" *ICTTA 2008. 3rd International Conference on Damascus*, to be published. DOI: 10.1109/ICTTA.2008.4530053.
- [8] S. L. Kasar, and M. S. Joshi, "Analysis of Multi-Lead ECG Signals using Decision Tree Algorithms", *International Journal of Computer Applications.*, vol. 134, no. 16, pp. 27-30, Jan. 2016.
- [9] H. Parvin and H. Alizadeh and B. Minaei-Bidgoli, "MKNN: Modified K-Nearest Neighbor", in *Proc. of the World Congress on Engineering and Computer Science*, San Francisco, USA, 2008, pp831-834.
- [10] M. J. Goldman., "Principles of Clinical Electrocardiography", 2nd ed., Los Altos, CA, USA: Lange Medical Publications, 1958.
- [11] B. Ritter, Basics of EKG Interpretation, California, CA, USA: Sonoma State University, pp. 7.
- [12] S. Dharma, *Cara Mudah Membaca EKG*, Jakarta, Indonesia: EGC, pp. 7-8.
- [13] The PTB Diagnostic ECG Database, [Online], Available: <https://www.physionet.org/physiobank/database/ptbdb/>
- [14] N. Hermaduanti and S. Kusumadewi, "Sistem Pendukung Keputusan Berbasis SMS untuk Menentukan Status Gizi dengan Metode K-Nearest Neighbor", *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008).*, pp. 49-56, Jun 2008.