

PENGGUNAAN LOGIKA FUZZY PADA KLASIFIKASI POLA ABNORMALITAS JANTUNG

Roni Kartika Pramuyanti¹⁾

¹⁾ Teknik Elektro USM

Jl. Soekarno Hatta Tlogosari Semarang

Email : ronikartika@ymail.com¹⁾

Abstrak

Logika Fuzzy atau logika modern merupakan ilmu logika yang dikembangkan saat ini karena banyak mempunyai toleransi terutama jika dibandingkan dengan ilmu logika konvensional yang merupakan logika tegas. (Effendi, 2001).

Sinyal Jantung dikenal dengan sinyal PQRST atau lebih umum disebut sinyal QRS, sinyal PR dan RR merupakan 2 sinyal bagian dari sinyal QRS yang akan diselidiki serta turut menentukan abnormalitas jantung seseorang.

Pada penelitian ini akan diberikan hasil yang berupakan kondisi jantung seseorang dengan beberapa spesifikasikelainan jantung.

Kata Kunci : Logika Fuzzy, identifikasi Pola, Sinyal QRS, Teknologi Instrumentasi Medik.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah

Monitoring kondisi jantung secara terus menerus perlu dilakukan pada pasien yang dirawat bagian perawatan jantung intensif (ICCU), karena gejala abnormalitas jantung seringkali datang secara tiba-tiba. Monitoring isyaratEKG (Elektro Kardio Graf) selama ini dilakukan sengan mendeteksi Laju QRS sinyal jantung dalam Beat permenit (BPM) pada isyaratEKGdomain waktu.

Pada domain waktu secara manual isyarat EKG dianalisis dengan cara menghitung parameter-parameter pada isyarat EKG. Alternatif lain yang dapat ditempuh adalah dengan cara mencuplik sejumlah (satu blok) data yang kemudian diumpankan ke Sistem Logika Fuzzy. Pola isyarat EKG dalam blok tertentu sangat tergantung pada opencuplikan awal blok tersebut. Blok data EKG yang berawal dari gelombang P akan memiliki pola berbeda dengan yang berawal dari puncak R. Namun monitoring abnormalitas jantung menggunakan JST ini tidak tergantung dari mana awal pencuplikannya.

1.2. Batasan Masalah

Kebanyakan analisa isyarat medis menggunakan analisis domain waktu, dimana isyarat tersebut

digambarkan oleh peranan nilai pada sumbu aksis waktu. Pada analisa sinyal jantung disini, akan dicuplik 2

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk dapat mengetahui beberapa kelainan jantung yang dialami seseorang menggunakan Program MATLAB yaitu FIS Editor. Dengan begitu akan semakin memperbanyak dan memperkaya rekayasa ilmu elektronika di dunia medis.

1.4 Metodologi

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini antara lain : survey lapangan, penemuan titik PR serta RR pada kertas EKG (Elektro Kardio Graf), aplikasi/penerapan FIS editor pada program MATLAB serta mengklasifikasikan hasil pengerjaan FIS Editor.

1.5 Tinjauan Pustaka

Logika Fuzzy

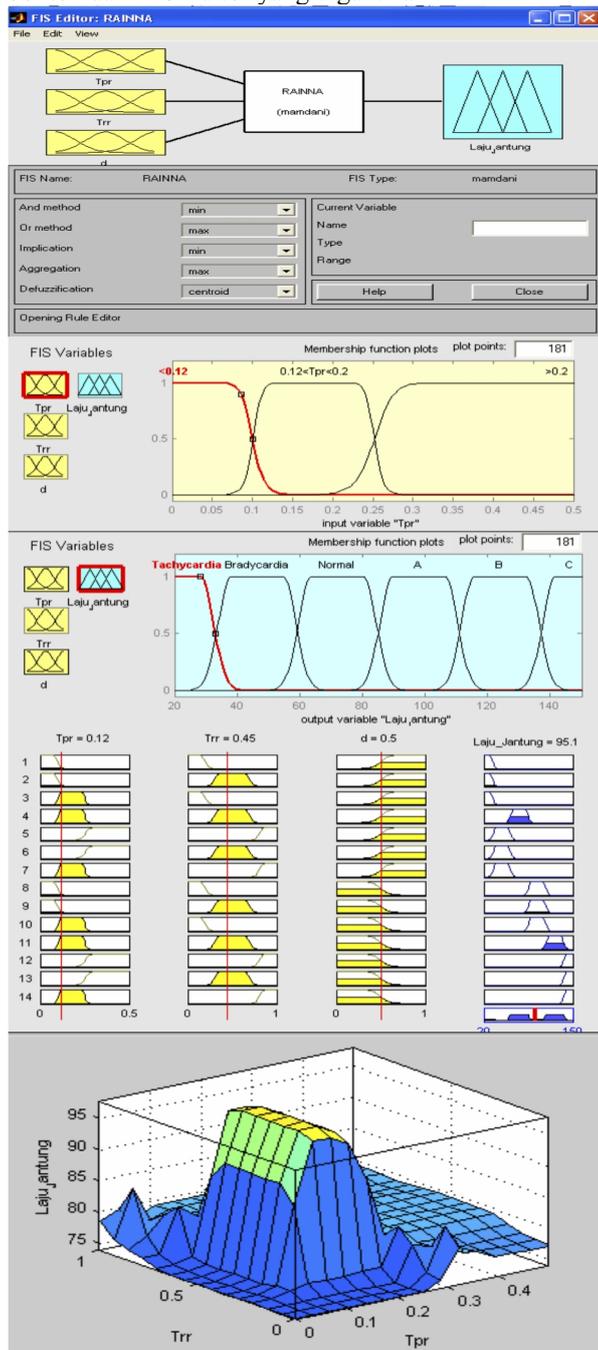
Logika Fuzzy merupakan salah satu cabang ilmu logika namun merupakan logika modern dan cerdas yang tidak hanya mengenal '0' dan '1' atau 'ya' dan 'tidak'. Logika fuzzy banyak mengandung toleransi karena padanya terdapat istilah selain 'ya' dan 'tidak' angka selain '0' dan '1' atau nilai antara '0' dan '1' sehingga mengenal kata 'agak', 'hampir', 'kurang', 'sangat'.

Didalam penggunaan atau aplikasi logika Fuzzy tidak akan menggunakan banyak persamaan matematika. Karena banyak kata-kata selain 'ya' dan 'tidak' maka logika fuzzy merupakan ilmu logika yang sangat luwes. Toleransi serta tidak adanya rumus matematika pada logika fuzzy membuat ilmu logika modern ini sangatlah cocok jika digunakan untuk analisa kesehatan manusia.

Adanya 'fungsi keanggotaan' yang memuat batasan-batasan parameter, proses *fuzzyfikasi* yang membuat nilai pasti menjadi batasan samar atau tidak pasti serta *defuzzifikasi* yang membuat jawaban akhir menjadi suatu jawaban pasti, adalah ciri khas logika fuzzy dimana tetap dapat memberikan jawaban yang pasti pada pengguna. Kata-kata 'agak', 'hampir', 'sangat' atau kata kata lain ada atau didapat dari proses *Fuzzyfikasi*. Sedangkan dari proses *defuzzifikasi* akan didapatkan simpulan akhir yang berupa jawaban tegas atau pasti.

Penggunaan program Matlab digunakan utk mengaplikasikan klasifikasi pola disini. Dengan FIS

Editor, 3 input, 8 output dengan 8 fungsi keanggotaan. Contoh dari FIS Editor yang digunakan :



Gambar 1.1 Hasil analisa FIS Editor (MATLAB R2008a)

Elektro Kardio Graf (EKG)

Electro Kardio Graf (EKG) merupakan suatu alat elektromedik yang digunakan untuk mengetahui kondisi jantung seseorang. Menggunakan EKG ini orang dapat mengetahui kondisi jantung dengan melihat gambar sinyal di layar monitor EKG serta laju jantungnya. Meskipun sangat berguna, EKG tidak dapat digunakan disembarang tempat dan setiap saat. Hal ini disebabkan karena penggunaan EKG ini memerlukan proses dan prosedur-prosedur yang cukup banyak.

Menurut banyaknya saluran pencatat, mesin EKG dibedakan dalam beberapa jenis yaitu *single*, *triple*

dan *multiple chanel*. Ada beberapa jenis mesin EKG berdasarkan banyaknya saluran, namun pada setiap mesin EKG sendiri mempunyai bagian-bagian :

Tombol Seleksi

Semua mesin EKG dilengkapi dengan tombol seleksi yaitu *baseline stabilizer*, *centering device*, *standardization control device* yang kesemuanya digunakan untuk untuk memilih bentuk sinyal jantung yang sesuai dengan kecepatan rekaman, voltase dan alat pencatat.

Page Writer

Pada mesin EKG yang lebih modern terdapat *page writer* yang merupakan system computer yang memungkinkan semua sandapan (*lead*) dapat secara sekaligus merekam kompleks EKG dari suatu denyut jantung yang sama.

Layar/ Monitor (screen)

Kebanyakan EKG menggunakan layar monitor untuk mengamati keadaan jantung selama dilakukan prosedur pemeriksaan jantung. EKG dengan layar monitor ini biasanya dipakai dalam *coronary care unit* (unit perawatan jantung/ ICCU), kamar operasi atau exercise yest.

EKG yang menggunakan layer monitor biasanya dapat langsung memberikan hasil analisa atau gambaran sinyal jantung secara tertulis ataupun dapat langsung diterangkan oleh tenaga medis tentang kondisi jantung yang diperiksa melalui layar Monitor tersebut.

Holter Monitoring & Elementry Holter monitoring

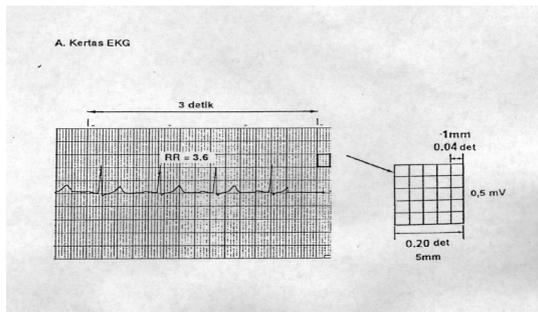
Holter Monitoring dan Elementry Holter Monitoring merupakan mesin EKG kecil yang dipakai waktu mengamati aktivitas jantung sehari-hari dalam jangka waktu tertentu. Dalam penggunaannya mesin ini digantung pada tubuh penderita gangguan jantung, sedangkan aktivitas bioelektrik jantung ke dalam kaset atau monitor yang hasilnya akan diperiksa dan dianalisa dengan menggunakan computer.

Signal Averaged ECG

Ada EKG tertentu yang mempunyai bagian yang disebut *Signal Averaged ECG* yaitu merupakan bagian yang khusus dipakai untuk merekam *late potential*, yaitu potensial yang muncul terlambat setelah kompleks QRS. Dari keterangan diatas, maka bagian ini hanya akan diperlukan jika terjadi potensial terlambat, atau jika potensial setelah QRS tidak terlambat bagian ini tidak berguna.

Kertas EKG

Kertas EKG merupakan kertas grafik yang dibagi dengan garis tipis (1 mm x 1 mm) dan garis yang agak tebal (5 mm x 5 mm) secara horisontal dan vertikal. Kertas ini menyerupai kertas millimeter (millimeter blok). Gambar dari kertas terdapat pada gambar 1.2 :



Gambar 1.2 Kertas EKG (1989, Pal K Sankar)

Pada kertas EKG, sumbu horizontal menunjukkan lamanya waktu, 1 mm horizontal mewakili 0,04 detik sehingga 5 mm seperti pada gambar 1 b mewakili waktu 0,2 detik. Di sebelah atas kertas grafik EKG setiap 75 mm diberi indicator yang berupa segitiga atau garis kecil yang mewakili waktu 3 detik. Tanda-tanda yang ada pada kertas grafik EKG memudahkan dokter atau tenaga medis lainnya untuk secara cepat menentukan kondisi jantung seseorang yang diperiksa.

Aksis vertikal dari kertas grafik EKG mewakili voltase/ amplitude. 10 kotak kecil vertikal (1 cm) mewakili 1 mV. Apabila kompleks EKG yang terekam terlalu kecil maka standarisasi amplitude diubah menjadi $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{2}$ cm mewakili 1 mV). Dan apabila kompleks EKG terlalu besar maka 2 cm mewakili 1 mV, dan seterusnya. Yang penting dalam melakukan standarisasi ini adalah pembaca atau tenaga medis konsisten.

Elektroda-elektroda

Bermacam-macam bentuk elektroda-elektroda yang dapat turut menjamin resistensi yang rendah antara kulit penderita dan permukaan elektroda (*suction electrode, flat limb electrode dan self adhesive silver/silver chloride electrode*). Sedangkan menurut polaritasnya adalah elektroda positif(anode), negatif(katode) dan netral (*ground electrode*).

Untuk memperoleh gambaran EKG yang jelas pada setiap penggunaannya, setiap pemasangan electrode pada penderita (tubuh seseorang), tubuh harus dibubuhi jelly atau krim agar resistensi antara electrode dan kulit menjadi serendah mungkin. EKG direkan dari dua kutub (positif dan negatif). Yang dipasang dimana saja dipermukaan tubuh dengan sebuah elektrode netral sebagai kontak ketiga (biasanya dipasang ditungkai kanan) untuk menyalurkan arus listrik yang berlebihan ke dalam tubuh.

Ada beberapa tempat yang telah ditentukan sebagai kutub-kutub sandapan EKG. EKG mempunyai 12 sandapan yang telah diterima oleh dunia internasional sebagai EKG EKG standard yang mana hasil perekamannya dianggap mampu memberi gambaran aktivitas bioelektrik jantung secara keseluruhan.

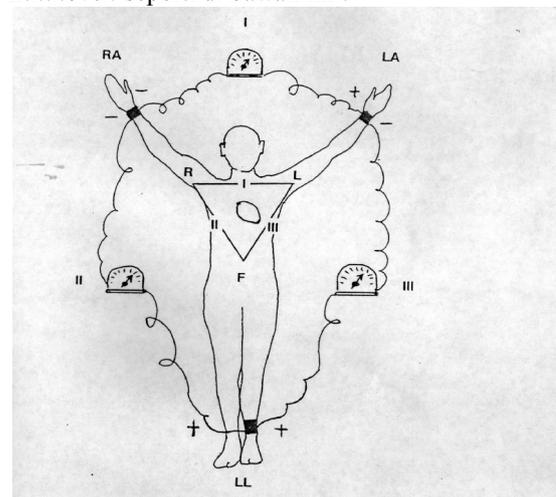
Sistem Monitoring Abnormalitas Isyarat EKG

Tiga subsistem yang digunakan pada pembahasan ini adalah subsistem sensor, subsistem isyarat dan subsistem pengenalan pola. Subsistem

sensor terdiri dari mesin EKG beserta elektrodanya, yang akan mendeteksi isyarat yang berasal dari jantung pasien. Keluaran dari subsistem ini adalah sinyal analog domain waktu. Subsistem isyarat berupa isyarat sinyal jantung pasien yang merupakan sinyal analog domain waktu untuk diumpankan ke subsistem pengenalan pola.

Subsistem pengenalan pola merupakan subsistem ketiga yang akan menggunakan Logika *Fuzzy*. Subsistem ini akan mengklasifikasikan interval waktu yang diumpankan. Subsistem pengenalan pola ini akan memberikan keluaran berupa hasil identifikasi yang dilakukan. Jika identifikasi tersebut menyatakan pola 'abnormal' maka isyarat EKG domain waktu dalam blok tertentu akan disimpan untuk dapat dianalisis lebih lanjut oleh ahlinya dapat pula dikeluarkan sebagai tanda berupa alarm atau system lampu yang memberi kemudahan pada ahlinya dengan mengetahui jenis isyarat abnormalnya saja.

Jalur urutan aliran darah ke dan dari jantung ke seluruh tubuh atau dari seluruh tubuh ke jantung dilukiskan pada gambar segitiga *einthoven / triangle Einthoven* seperti di bawah ini :



Gambar 1.3 *Triangle Einthoven* (1989, Pal K Sankar)

Dari gambaran *triangle einthoven* tersebut diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan tentang adanya beberapa sandapan untuk dapat mengetahui kenormalan atau ketidaknormalan jantung, antara lain Ada duabelas sandapan dari EKG yang telah diakui keakuratannya di dunia.

Ke 12 sandapan menyatu dalam 3 kelompok, yang dimaksud antara lain :

1. Tiga pasang sandapan terletak pada tangan dan kaki yang disebut sandapan *ektremitas bipolar* (Einthoven, 1903), *bipolar limb lead = standard limb lead* untuk mencatat perbedaan potensial arus bioelektrik jantung.

Ketiga sandapan itu adalah, sandapan I, elektroda lengan kanan (*right arm=RA*, negatif) ke elektroda lengan kiri (*left arm=LA*, positif). Sandapan II, elektroda lengan kanan (*right arm=RA*, negatif) ke elektroda tungkai kiri (*left leg=LL*, positif). Sandapan III, elektroda lengan kiri (*LA*, negatif) ke elektroda tungkai kiri (*LL*, positif). Jika

dituliskan secara matematis, ketiga sandapan tersebut mempunyai hubungan : $I=LA-RA$; $III=LL-LA$; JADI $I+III=LL-RA=II$.

Persamaan hubungan sandapan I, II dan III diatas berlaku mutlak untuk mesin *page writer* dan *triple chanel* yang berasal dari denyut jantung yang sama namun akan berlaku relatif untuk *single chanel* karena sering menggunakan denyut jantung yang berbeda.

2. Tiga sandapan yang lain berasal dari *ekstremitas unipolar* (Frank Wilson, 1932) yaitu meletakkan tiga elektroda positif mengikuti tiga tempat elektroda sandapan ekstremitas bipolar yaitu ditempatkan dilengan kiri (L), lengan kanan (R) dan tungkai kiri (F). Untuk setiap elektroda positif pasangan negatifnya dibuat dari sambungan kedua elektroda positif yang lain dan digabung menjadi satu agar kekuatan tidak saling meniadakan (*zero potential*).

3. Sandapan Ekstremitas unipolar mengukur voltase (V) dan mendapatkan tambahan modifikasi huruf 'a' (*augmented*). Sandapan Ekstremitas Unipolar adalah sandapan **aVL**, **aVR** dan **aVF**. Jumlah amplitud atau defleksi sandapan $aVL + \text{defleksi sandapan } aVR + \text{defleksi sandapan } aVF = 0$. Gabungan dari ketiga sandapan ekstremitas bipolar dan unipolar disebut system heksadesimal (*hexaxial reference system*) atau enam sandapan ekstremitas (*six limb lead*). Enam sandapan ekstremitas bergabung menjadi tiga sandapan yaitu : $I=aVL-aVR$; $II=aVF-aVR$; $III=aVF-aVL$.

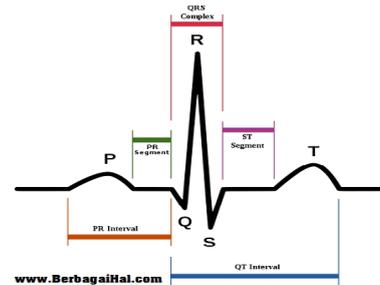
Semua sandapan diatas mempunyai dua kelemahan yaitu a. Hanya dapat mengukur aktivitas bioelektrik jantung dari dua kutub yang jauh dari jantung, b. Hanya dapat mengukur aktivitas bioelektrik jantung yang merambat melalui bidang frontal. Untuk menutupi dua kelemahan diatas, ada sandapan prekordial unipolar (*unipolar precordial lead*) yaitu, V_1 , sisi kanan sternum di sela iga ke-4, V_2 , sisi kiri sternum di sela iga ke-4, V_3 , antara V_2 dan V_4 . Sandapan prekordial unipolar berikutnya adalah V_4 yang merupakan garis midklavikular di sela iga ke-5, V_5 dan V_6 ada pada garis aksilaris anterior kiri dan kanan setinggi V_4 . Untuk lebih lengkap dan teliti perlu tiga sandapan posterior yaitu V_7 pada garis aksilaris posterior setinggi V_4 , V_8 pada garis midkapula setinggi V_4 , V_9 pada garis paravertebra kiri setinggi V_4 .

Dari ke 12 sandapan yang telah disebutkan dapat disimpulkan bahwa system kerja jantung sangat mengandung system listrik yang lengkap atau kompleks. EKG sebagai salah satu instrument elektromedik sangat diperlukan pada analisa kondisi jantung ini. EKG dianggap cukup untuk mewakili salah satu system listrik pada tubuh manusia yaitu dengan perekaman sinyal bioelektrik jantung.

2. Pembahasan

Sinyal PR, sinyal RR & Normalitas Jantung

Sinyal jantung adalah sinyal PQRST seperti yang ditunjukkan di bawah ini :



Gambar2.3sinyalPQRST (www.BerbagaiHal.com,
2 Okt '00)

Sinyal jantung (sinyal PQRST) akan menunjukkan kondisi kesehatan jantung seseorang. Jantung sehat yang normal akan memompa darah ke seluruh tubuh jika dirangsang oleh sinyal listrik yang bergerak menjalur sepanjang jalur yang telah ditentukan.

Sinyal PR dan sinyal RR merupakan bagian dari sinyal PQRST diatas. Kedua sinyal tersebut merupakan atau menunjukkan parameter interval. Pada penelitian ini akan menyatakan suatu kenyataan berdasar penelitian langsung dari kertas EKG yang diperoleh dari beberapa analisa sinyal jantung pasien, yaitu : jantung normal akan memiliki interval PR (t_{PR}) antara 0,12 detik sampai 0,2 detik sedangkan sinyal jantung yang mempunyai interval diluar nilai tersebut akan mengalami kelainan.

Sinyal RR (t_{RR}) merupakan interval jantung yang berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan, akan menunjukkan kondisi normal jika mempunyai harga dari 0,36 detik hingga 0,61 detik. Jika harga sinyal RR diluar harga tersebut menunjukkan bahwa kondisi jantung tidak berada pada kondisi sehat.

Adapun harga atau nilai yang ditunjukkan berdasar hasil penelitian kertas EKG seperti ditunjukkan pada gambar 2.1. Namun, karena peneliti bukan dari fakultas kedokteran atau yang berhubungan dengan kesehatan manusia, maka peneliti tidak berhak memberi nama atau sebutan pada istilah kesehatan. Peneliti hanya memberi klasifikasi-klasifikasi yang didapat dengan menggunakan huruf alphabeth, antara lain :

'A₁' : menunjukkan kondisi jantung dengan laju cepat ($t_{PR} < 0,12 \text{ dt} \ \& \ t_{RR} < 0,36 \text{ dt}$)

'A₂' : menunjukkan kondisi jantung dengan laju cepat normal ($t_{PR} < 0,12 \text{ dt} \ \& \ 0,36 < t_{RR} < 0,61 \text{ dt}$)

'A₃' : menunjukkan kondisi jantung normal dengan laju cepat ($0,36 \leq t_{PR} \leq 0,61$) dan $t_{RR} < 0,36$.

'A₄' : menunjukkan kondisi A₁ dengan sinyal pengganggu.

'A₅' : menunjukkan kondisi A₂ dengan sinyal pengganggu.

'A₆' : menunjukkan kondisi A₃ dengan sinyal pengganggu.

'B' menunjukkan kondisi normal ($0,12 \text{ dt} \leq t_{PR} \leq 0,2 \ \& \ 0,36 \text{ dt} \leq t_{RR} \leq 0,61 \text{ dt}$) namun dengan gangguan.

Analisa jantung disini akan memberikan hasil akhir berupa pemberitahuan atau informasi kepada pengguna tentang kondisi jantung saat itu dalam 'Jantung Lambat', 'Jantung Sedang/ Normal', 'Jantung Cepat', C & D. Jantung lambat akan diberikan jika T_{PR} mempunyai nilai

kurang dari 0,12 detik ($T_{PR} < 0,12$ dt) dan atau T_{RR} kurang dari 0,45 detik ($T_{RR} < 0,45$ dt). Kondisi Jantung Sedang/ Normal diberikan jika T_{PR} mempunyai nilai antara 0,12 detik hingga 0,2 detik ($0,12 \leq T_{PR} \leq 0,2$) dan T_{RR} mempunyai nilai antara 0,45 detik hingga 0,69 detik ($0,45 \leq T_{RR} \leq 0,69$) sedangkan kondisi jantung cepat diberikan jika T_{PR} bernilai lebih dari 0,2 detik ($T_{PR} > 0,2$ dt). Hasil adalah A, B, C jika kondisi jantung sebelumnya mengandung gangguan atau noise.

Contoh hasil analisa dari kertas EKG :



Gambar 2.4 Contoh analisa dari kertas EKG
Analisa dari gambar 2.4 adalah B, dengan nilai t_{PR} antara 0.12 – 0.2, t_{RR} antara 0.45 – 0.69 dan mengandung gangguan.

3. Kesimpulan :

Ada beberapa hal yg dapat kita simpulkan :

- Interval dari sinyal jantung PR dan RR juga dapat mengindikasikan suatu kelainan jantung.
- Dengan mendeteksi kelainan jantung lebih dini maka kita dapat mencegah akibat buruk selanjutnya.
- Apapun yang terjadi pada diri seseorang dapat mempengaruhi interval jantungnya.

Daftar Pustaka :

1. Evangenia and Micheli-Tzanakou, *Neural Network in Biomedical*, 1995
2. *Signal Processing*, in the Biomedical Engineering HandBook, CRC Press, Inc, USA, 2000
3. Fausett, L., *Fundamentals Of Neural Network: Architectures, Algorithms, and Applications*, Prentice Hall, New Jersey 1994
4. Jun Yan, Michael Ryan, James Power, *Using Fuzzy Logic Toward Intelligent System*. Prentice Hall, London, 1994
5. Karim Sjukri, Kabo Peter, *EKG dan Penanggulangan Beberapa Penyakit Jantung*, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, 1996
6. Kwan Keung Hon, *A Fuzzy Neural Network and its Application to Pattern Recognition*, Senior Member, IEEE and Yaling Cai, Student Member, IEEE, 1994
7. M.Agus J.Alam, Agustus, *Belajar Sendiri Borland Delphi 6.0*, PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia Jakarta, 2002
8. Pal. K. Sankar, *FUZZY Pendekatan Matematik untuk Pengenalan Pola*, Universitas Indonesia, Jakarta, 2000

Biodata Penulis :

Roni Karrtika Pramuyanti, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Elektronika ISTN Jakarta, lulus tahun 1998. Memperoleh gelar Magister Teknikr (M.T) Program Pasca Sarjana Magister Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2004. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Semarang Semarang.

