

SISTEM DETEKSI DINI KELAINAN JANTUNG MANUSIA MENGUNAKAN ELEKTROKARDIOGRAF

Dedy Mulyadi

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro
Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta
E-mail : dedymulya8@yahoo.com

ABSTRAK

Jantung merupakan organ tubuh yang sangat vital dan mempunyai peran penting bagi kehidupan seseorang. Jantung berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh, jika jantung sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya, maka seseorang tidak dapat hidup seperti sediakala. Kematian yang disebabkan penyakit jantung menduduki urutan pertama di dunia, bahkan mulai tahun 2002 sampai tahun 2012 mengalami peningkatan 13,2 %.

Banyak hal yang dapat digunakan sebagai indikator kesehatan jantung. Salah satunya adalah dengan mengukur denyut jantung. Denyut jantung seseorang bisa berbeda-beda dalam sehari saja. Frekuensi denyut jantung dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis kelamin, usia, aktifitas fisik, tingkat emosional, ukuran tubuh (berat badan), dan konsumsi obat-obatan tertentu. Monitoring denyut jantung perlu dilakukan, agar kesehatan jantung seseorang dapat diketahui setiap saat. Jantung secara realtime dapat dimonitor menggunakan EKG. Elektrokardiograph adalah suatu grafik yang menggambarkan rekaman listrik jantung (A Yani,2012). Alat EKG belum dapat digunakan secara mandiri oleh pasien dan memerlukan keahlian khusus dalam pengoperasiannya, selain itu juga harganya sangat mahal.

Pembuatan sistem untuk mendeteksi dini kelainan jantung manusia dengan sensor elektrokardiograf. Pembuatan system menggunakan fitur Guide User Interface(GUI) menggunakan aplikasi pendukung Delphi XE 8 berbasis desktop sebagai system antarmuka kepada pengguna yang mudah dipahami. Sistem ini akan dimplementasikan untuk mendeteksi dini kelainan jantung manusia dengan sensor elektrokardiograf menggunakan microcontroller NodeMCU dan sensor detak jantung tipe AD8232.

Kata kunci : Elektrokardiograf (EKG), Delphi XE 8, NodeMCU, AD8232

1. PENDAHULUAN

Jantung merupakan organ tubuh yang sangat vital dan mempunyai peran penting bagi kehidupan seseorang. Jantung berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh, jika jantung sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya, maka seseorang tidak dapat hidup seperti sediakala. Kematian yang disebabkan penyakit jantung menduduki urutan pertama di dunia, bahkan mulai tahun 2002 sampai tahun 2012 mengalami peningkatan 13,2 % (WHO,2014). Jantung merupakan organ tubuh yang mampu menghasilkan muatan listrik, muatan listrik tersebut akan mengalir ke seluruh tubuh mengikuti aliran darah, muatan listrik yang berada di dalam tubuh dapat diukur menggunakan galvanometer dengan menempatkan elektroda-elektroda di permukaan tubuh. Alat untuk merekam denyut jantung yang berupa grafik itu disebut Elektrokardiograf (EKG) (Karim and Kobo,1996). EKG (Elektrokardiograf) merupakan suatu alat bantu yang dapat digunakan untuk

merekam aktivitas listrik di dalam jantung seseorang atau dengan kata lain alat yang dapat mendeteksi denyut jantung (Webster,1981).

Banyak hal yang dapat digunakan sebagai indikator kesehatan jantung. Salah satunya adalah dengan mengukur denyut jantung. Denyut jantung seseorang bisa berbeda-beda dalam sehari saja. Frekuensi denyut jantung dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis kelamin, usia, aktifitas fisik, tingkat emosional, ukuran tubuh (berat badan), dan konsumsi obat-obatan tertentu. Monitoring denyut jantung perlu dilakukan, agar kesehatan jantung seseorang dapat diketahui setiap saat. Untuk mengukur denyut jantung, cara paling sederhana yang bisa dilakukan adalah cukup dengan mengukur denyut nadi dipergelangan tangan ataupun leher (tepatnya pada nadi karotis di daerah cekungan bagian pinggir leher). Jantung secara realtime dapat dimonitor menggunakan EKG. Elektrokardiograph adalah

suatu grafik yang menggambarkan rekaman listrik jantung (A Yani,2012). Alat EKG belum dapat digunakan secara mandiri oleh pasien dan memerlukan keahlian khusus dalam pengoperasiannya, selain itu juga harganya sangat mahal.

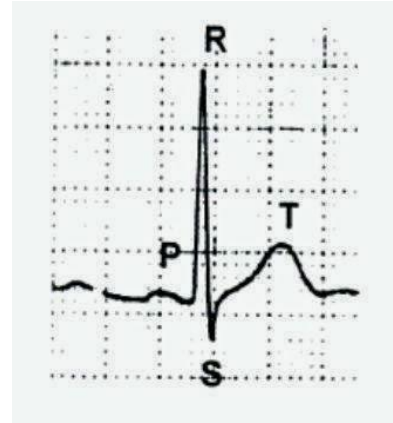
2. LANDASAN TEORI

2.1 Kelainan Jantung

Penyakit jantung atau dalam istilah medis disebut penyakit jantung koroner adalah kondisi yang terjadi ketika pembuluh darah utama yang menyuplai darah ke jantung (pembuluh darah koroner) mengalami kerusakan. Tumpukan kolesterol pada pembuluh darah serta proses peradangan diduga menjadi penyebab penyakit ini. Ketika terjadi penumpukan kolesterol (plak), pembuluh darah koroner akan menyempit sehingga aliran darah dan suplai oksigen menuju jantung pun akan terhambat. Kurangnya aliran darah ini akan menyebabkan rasa nyeri pada dada (angina) dan sesak napas, hingga suatu saat terjadi hambatan total pada aliran darah menuju jantung atau yang disebut juga dengan serangan jantung. Penyakit jantung koroner terjadi jika suplai darah ke jantung melalui pembuluh darah koroner terhambat oleh lemak. Penimbunan lemak di dalam pembuluh darah ini dikenal dengan istilah aterosklerosis dan merupakan penyebab utama penyakit jantung koroner.

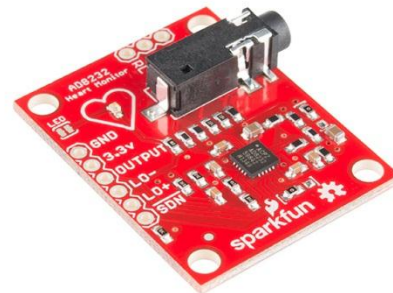
2.2 Elektrokardiograf

Elektrokardiograf (EKG) adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur/mendeteksi kondisi jantung dengan cara memantau irama dan frekuensi detak jantung. Untuk mengukur detak jantung, elektrode-elektrode dari elektrokardiograf ditempatkan ke dada pasien. Elektrode mendeteksi turun-naiknya arus listrik jantung dan mengirimnya ke elektrokardiograf, yang merekam perubahannya sebagai bentuk gelombang pada gulungan kertas yang bergerak. Rekaman hasil pengukuran ini disebut elektrokardiogram. Setiap kontraksi, otot jantung menghasilkan impuls kelistrikan dalam bentuk gelombang sinusoidal (bentuk gelombang pada gerak harmonis) yang ditampilkan pada layar elektrokardiograf. Gelombang-gelombang yang terbaca pada elektrokardiograf terdiri dari gelombang P, S, R (aktivitas elektrik otot jantung yang sedang berkontraksi) dan gelombang T (aktivitas elektrik otot jantung yang sedang berelaksasi).



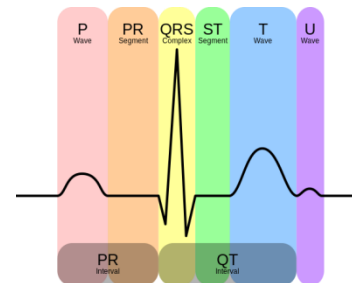
Gambar 2.1 Gelombang PQRST Aktivitas Jantung Elektrokardiograf

2.3 Modul AD8232



Gambar 2.2 Modul AD8232

AD8232 adalah chip kecil yang apik yang digunakan untuk mengukur aktivitas listrik jantung. Aktivitas elektrik ini dapat dipetakan sebagai EKG atau Elektrokardiogram. Elektrokardiografi digunakan untuk membantu mendiagnosis berbagai kondisi jantung. Monitoring gelombang EKG dipisahkan menjadi dua Interval Dasar, Interval PR dan Interval QT.



Gambar 2.3 Interval EKG Dengan Sensor Modul AD8232

a. Interval PR

Interval PR adalah gelombang awal yang dihasilkan oleh impuls listrik yang melakukan

perjalanan dari atrium kanan ke kiri. Atrium kanan adalah ruang pertama untuk melihat impuls listrik. Impuls listrik ini menyebabkan ruangan menjadi "depolarisasi". Ini memaksa untuk mengontrak dan mengalirkan darah terdeoksigenasi dari vena kava Superior dan Inferior ke dalam ventrikel kanan. Saat impuls listrik bergerak melintasi bagian atas jantung, kemudian memicu atrium kiri berkontraksi. Atrium kiri bertanggung jawab untuk menerima darah yang baru beroksigen dari paru-paru ke ventrikel kiri melalui vena paru kiri dan kanan. *Vena* pulmonalis berwarna merah dalam diagram karena mereka membawa darah beroksigen. Mereka masih disebut vena karena pembuluh darah membawa darah ke *jantung*.

b. Interval QT

Interval QT adalah dimana segala sesuatunya menjadi sangat menarik. QRS adalah proses kompleks yang menghasilkan tanda tangan "beep" di monitor jantung. Selama QRS kedua ventrikel mulai memompa. Ventrikel kanan mulai memompa darah terdeoksigenasi ke paru-paru melalui arteri pulmonalis kiri dan kanan. *Arteri* pulmonalis berwarna biru dalam diagram karena mereka membawa darah yang tidak terdeoksigenasi. Mereka masih disebut arteri karena arteri membawa darah menjauh dari jantung. Ventrikel kiri juga mulai memompa darah yang baru beroksigen melalui aorta dan masuk ke bagian tubuh lainnya. Setelah kontraksi awal terjadi segmen ST. Segmen ST cukup sepi elektrik karena inilah saat dimana ventrikel menunggu untuk "terpolarisasi ulang". Akhirnya gelombang T menjadi hadir untuk secara aktif "re-polarize", atau rileks ventrikel. Fase relaksasi ini mengatur ulang ventrikel untuk diisi lagi oleh atrium.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program did umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program did MCS51 ialah mikrokomputer CMOS 8 bit dengan 4 KB Flash PEROM (Programmable and Erasable Only Memory) yang dapat dihapus dan ditulisi sebanyak 1000 kali. Mikrokontroler ini diproduksi

dengan menggunakan teknologi high density non-volatile memory. Flash PEROM on-chip tersebut memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem (in-system programming) atau dengan menggunakan programmer non-volatile memory konvensional. Kombinasi CPU 8 bit serba guna dan Flash PEROM, menjadikan mikrokontroler MCS51 menjadi microcomputer handal yang fleksibel.

Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Sekedar contoh, bayangkan diri Anda saat mulai belajar membaca dan menulis, ketika Anda sudah bisa melakukan hal itu Anda bisa membaca tulisan apapun baik buku, cerpen, artikel dan sebagainya, dan Andapun bisa pula menulis hal-hal sebaliknya.

2.5 NodeMCU

NodeMCU adalah platform IoT open source yang ini mencakup firmware yang berjalan di ESP8266 Wi-Fi SoC dari Espressif Systems , dan perangkat keras yang berbasis pada modul ESP-12. Istilah "NodeMCU" secara default mengacu pada firmware dari pada perangkat dev. Firmware menggunakan bahasa scripting Lua . Hal ini didasarkan pada proyek eLua, dan dibangun di atas SDK Non-OS Espresso untuk ESP8266. Ini menggunakan banyak proyek open source, seperti lua-cjson, dan spiff.



Gambar 2.4 NodeMCU

2.6 Desktop Interface

Visualisasi Desktop merupakan hasil teknologi dengan konsep Virtual Desktop Infrastructure (VDI) yang sedang berkembang. Dimana desktop adalah

komputer kerja juga bisa disebut komputer meja yang dipakai untuk kerja sehari-hari dalam satu lokasi bisa di rumah maupun di kantor. Dan lebih

diperuntukkan kepada perusahaan dengan karyawan yang menggunakan komputer, sehingga desktop (komputer kerja) tidak lagi harus wujud fisik komputer yang besar tetapi sudah dalam bentuk virtual yang akan dapat diakses dengan model klien-server.

2.2.7 Delphi XE8

Delphi merupakan aplikasi pemrograman dengan bahasa pascal. Delphi sekarang dikenal dengan Embarcadero Delphi. Sebelumnya Delphi bernama CodeGear Delphi, Inprise Delphi dan Borland Delphi, merupakan lingkungan pengembangan terintegrasi untuk aplikasi Microsoft Windows, awalnya dikembangkan oleh Borland dan sekarang dimiliki dan dikembangkan oleh Embarcadero Technologies. Pada September 2, 2014 Embarcadero RAD Studio merilis XE7, termasuk Delphi XE7 dan C ++ Builder. Hal ini memungkinkan Delphi / Object Pascal dan C ++ pengembang untuk memperluas aplikasi Windows yang ada dan membangun baru, aplikasi modern yang menghubungkan desktop dan perangkat mobile dengan gadget, layanan cloud, dan data perusahaan dan API. Juga, memungkinkan pengembang untuk memperluas aplikasi Windows menggunakan Wi-Fi dan Bluetooth App Tethering, dan menciptakan bersama kode antarmuka pengguna di bentuk perangkat beberapa faktor dll.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat yang Digunakan

3.1.1 Komputer Laptop Azus X453S

Laptop adalah komputer bergerak (bisa dipindahkan dengan mudah) yang berukuran relatif kecil dan ringan, beratnya berkisar dari 1-6 kg, tergantung ukuran, bahan, dari spesifikasi laptop tersebut, laptop dapat digunakan dalam lingkungan yang berbeda dari komputer. Dalam tugas akhir ini laptop digunakan sebagai sarana untuk membuat program arduino. Laptop yang digunakan adalah laptop Azus dengan Sistem Operasi (OS) *Windows 7 pro* 64 bit.

Prosesor	Intel Dual Core N3050 2.16 GHz
RAM	DDR3 2 GB
Ruang penyimpanan	HDD 500 GB
Layar	14 inci, LED, Full HD (1366x768 piksel)
Fitur	USB 3.0, HDMI, VGA, kamera, card reader
Konektifitas	WiFi
Optical drive	DVD-RW
Dimensi	33,9 x 23,5 x 2,1 cm
Kartu grafis	Integrated

Tabel 3.1 Data Teknis Laptop X453S.

3.1.2 Node MCU

Node MCU digunakan sebagai pusat kendali atau yang bekerja layaknya mikrokontroler. Node MCU berfungsi sebagai pusat kendali mengolah input data yang masuk dari sensor dan membuat output data untuk dikirim ke aplikasi dan diolah untuk keperluan deteksi penyakit jantung.

3.1.3 Modul Elektrokardiograf

Modul elektrokardiograf merupakan seperangkat set komponen sensor denyut jantung. Modul tersebut terdapat sensor denyut jantung yang dipasang langsung pada tubuh manusia. Selain itu dibutuhkan perangkat pemberian sinyal listrik untuk dibaca kembali menggunakan driver AD8232 yang juga berfungsi sebagai filterisasi sinyal denyut jantung tersebut.

3.1.4 Baterai

Baterai digunakan sebagai sumber arus listrik ke seluruh komponen alat yang digunakan. Jenis baterai yang digunakan menggunakan baterai cell yang dapat diisi kembali ketika habis arusnya.

3.1.6 Alat Pendukung

Adapun beberapa alat pendukung yang digunakan di dalam proses pembuatan sebagai berikut:

1. Multitester
2. Solder
3. Obeng
4. Project Board
5. Tang

3.2 Perangkat Lunak (*Software*)

3.2.1 Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* computer yang bersifat *open source*. Sehingga dapat digunakan untuk membuat sebuah program, kemudian dikirim pada *microcontroller* untuk menjalankan perintah dari hasil pembuatan program arduino IDE. Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) digunakan atau berfungsi untuk menulis, mengkompilasi dan mengunggah *sketch* program ke dalam mikrokontroler. Melalui *software* inilah proses pengisian program kedalam IC Arduino Uno dilakukan. *Editing* program dan penambahan *library* juga dilakukan melalui *software* ini. Dalam penelitian ini, Arduino IDE yang digunakan yaitu versi 1.6.12 update bulan Oktober 2016.

3.2.2 Delphi XE8

Delphi merupakan aplikasi pemrograman dengan bahasa pascal. Delphi sekarang dikenal dengan Embarcadero Delphi. Sebelumnya Delphi bernama CodeGear Delphi, Inprise Delphi dan Borland Delphi, merupakan lingkungan pengembangan terintegrasi untuk aplikasi Microsoft Windows, awalnya dikembangkan oleh Borland dan sekarang dimiliki dan dikembangkan oleh Embarcadero Technologies. Aplikasi ini digunakan sebagai aplikasi yang mendukung dalam pembuatan antar muka sistem peringatan dini penyakit jantung. Aplikasi yang dibuat selain digunakan untuk rekam data aktifitas jantung juga digunakan sebagai eksekusi manajemen data yang terdapat dalam DBMS MySQL.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan dengan melakukan studi kepustakaan untuk memahami teori yang berasal dari buku, paper, jurnal internasional, maupun artikel. Kegiatan ini dilakukan untuk mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan proses penelitian secara umum, meliputi literatur tentang sistem deteksi dini kelainan jantung manusia menggunakan elektrokardiograf.

3.3.2 Perancangan dan pembuatan alat

1. Perancangan Elektronika

Perancangan penyusunan keseluruhan komponen pada box yang di susun sedemikian rupa dan serapih mungkin.

2. Perancangan Software

Dalam perancangan program menentukan algoritma yang akan mengatur jalannya sistem yang dirancang menggunakan *software* Arduino IDE dan pembuatan aplikasi menggunakan Delphi XE8.

3.3.3 Pengujian Sistem

Pada tahapan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang deteksi dini penyakit jantung menggunakan elektrokardiograf yang dipasang langsung ke tubuh pasien. Sistem diuji dengan data beberapa orang.

4. PERANCANGAN SISTEM

4.1 Analisis Sistem

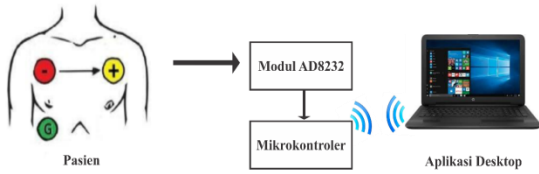
Penelitian ini fokus dalam hal sistem peringatan dini untuk aktivitas jantung manusia khususnya untuk pencegahan penyakit jantung. Implementasi sistem tersebut dibutuhkan mesin mikrokontroler yang digunakan sebagai pusat kendali yang mengambil sample data pembacaan sensor, maka digunakan mikrokontroler NodeMCU dengan spesifikasi yang cukup dan desain perangkat yang lebih simpel. Perangkat pendukung sebagai proses input berupa sensor detak jantung, yang membaca dan menghasilkan sinyal keluaran dari detak jantung tubuh manusia sangat berperan penting untuk sistem yang dibuat.

4.2 Analisa Kebutuhan

Bedasarkan identifikasi kebutuhan di atas, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan terhadap sistem yang akan dirancang adalah sebagai berikut :

1. Rangkaian catu daya dari sumber 19 volt DC 3.5 Ampere dari adaptor, diturunkan menjadi 5 volt DC 3 Ampere menggunakan module LM2596 sebagai tenaga sistem minimum mikrokontroler NodeMCU.
2. Modul mikrokontroler NodeMCU sebagai pusat sistem deteksi dini kelainan jantung manusia menggunakan *elektrokardiograf* (ECG).
3. Sensor detak jantung menggunakan modul AD8232 yang merubah sinyal denyut jantung manusia menjadi besaran gelombang arus listrik. Besaran ini yang dibaca oleh mikrokontroler sebagai data input data detak jantung yang selanjutnya di proses oleh komputer.
4. Pembuatan sistem *Guide User Interface* (GUI) menggunakan aplikasi pendukung Delphi XE 8 berbasis desktop sebagai sistem antarmuka kepada pengguna yang mudah dipahami.

4.3 Diagram Blok Sistem

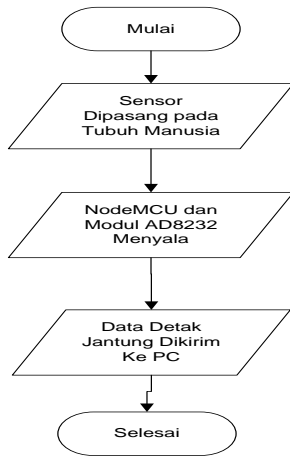


Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem

Gambar diatas menjelaskan alur sistem yang akan dibuat. Penelitian ini fokus terhadap analisa data rekam detak jantung untuk menganalisa aktifitas jantung. Selanjutnya data diproses oleh sistem antarmuka *desktop* yang digunakan untuk pengolahan data tersebut menjadi keluaran peringatan dini penyakit jantung. Mikrokontroler menggunakan NodeMCU digunakan untuk memproses data input sensor dan mengirim sinyal data tersebut untuk diproses selanjutnya di *Personal Computer* (PC).

4.4 Flowchart Sistem

Diagram flowchart akan menjelaskan sistematis tata urutan program yang berjalan pada suatu sistem yang dibangun. Berikut flowchart sistem untuk perangkat keras sistem yang ditunjukkan pada gambar berikut :

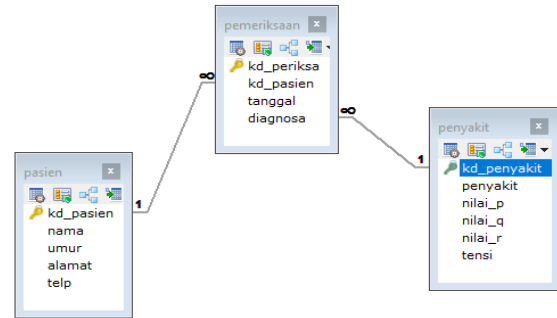


Gambar 4.2 Flowchart Perangkat Keras

Diagram diatas menjelaskan alur kerja perangkat keras dari setiap tahapan. Tahapan pertama yaitu menyalakan alat deteksi penyakit jantung manusia yang telah dipasang sesuai dengan ketentuan posisi letak ensor ECG. Ketika sinyal detak jantung mulai terbaca secara otomatis alat akan meneruskan

data sensor ke komputer. Program komputer akan menindaklanjuti data tersebut yang dapat menunjukkan penyakit jantung pasien.

4.5 Rancangan Tabel



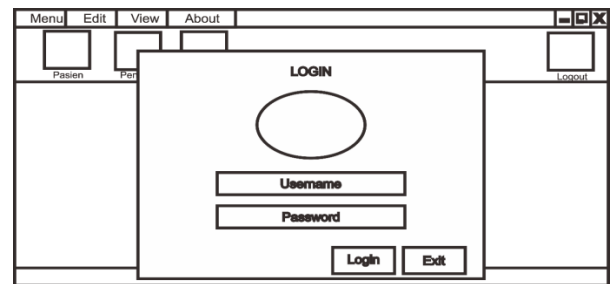
Gambar 4.3 Rancangan Tabel

Gambar diatas merupakan diagram keterhubungan antar tabel-tabel. Keterhubungan ini menunjukkan bahwa tabel yang di rancang mempunyai relasi data dengan tabel yang lain. Selanjutnya tabel dibuat melalui aplikasi basis data MySQL yang dibentuk dari hubungan tabel pada diagram 4.3. Berikut implementasi tabel yang dibuat menggunakan *Database Management System* (DBMS).

4.6 Rancangan Antar Muka

4.6.1 Rancangan Form Login

Form login merupakan form yang digunakan user agar pengguna dapat masuk ke dalam aplikasi, dengan menginputkan Username dan Password. Berikut rancangan antar muka form login :



Gambar 4.8 Form Login

4.6.2 Rancangan Form Pasien

Form pasien merupakan form yang digunakan oleh admin aplikasi dalam pengelolaan data pasien. Pengelolaan data tersebut dilakukan melalui form ini yaitu tambah data, edit data dan penghapusan data. Berikut rancangan antar muka form pasien:

Gambar 4.9 Form Pasien

4.6.3 Rancangan Form Pemeriksaan

Form pemeriksaan merupakan form yang digunakan oleh admin aplikasi dalam pengelolaan data pemeriksaan. Pengelolaan data tersebut dilakukan melalui form ini yaitu tambah data, edit data dan penghapusan data. Berikut rancangan antar muka form pemeriksaan:

Gambar 4.11 Form Pemeriksaan

5. IMPLEMENTASI

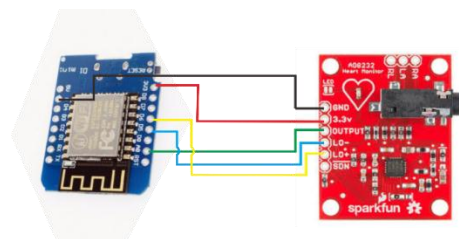
5.1 Implementasi Sistem

Tahap implementasi merupakan tahap penerapan keseluruhan sistem untuk dioperasikan. Implementasi sistem dilakukan sesuai dengan langkah-langkah pembuatan sistem. Tahapan ini adalah tahapan akhir atau bagian inti penelitian yang sangat berpengaruh dengan hasil penelitian.

5.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras yang digunakan yaitu meliputi alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem deteksi dini penyakit jantung menggunakan *elektrokardiograf* (ECG). Bahan-bahan yang dibutuhkan yaitu mikrokontroler menggunakan modul NodeMCU versi 3.0 dan modul sensor *elektrokardiograf* (ECG) menggunakan modul AD8232. Modul tersebut dirakit berdasarkan komunikasi digital antara kedua modul tersebut. Berikut implementasi pembuatan perangkat keras yang telah dibuat. Perakitan modul disesuaikan dengan komunikasi digital dan analog dengan pin I/O modul NodeMCU. Rancangan komunikasi modul

NodeMCU dengan modul AD8232 dapat digambarkan seperti gambar berikut ini:



Gambar 5.1 Komunikasi Modul AD8232

Perakitan ini diimplementasikan langsung ke perangkat keras kemudian dihubungkan menggunakan media komunikasi kabel dengan teknik *soldering*. Perangkat tersebut kemudian diberi catu daya sebagai sumber arus listrik sistem menggunakan baterai 3.7 volt dengan dibantu modul penguat tegangan menjadi 5 volt DC. Berikut gambar hasil implementasi perangkat keras modul AD8232 dengan mikrokontroler NodeMCU beserta sumber tegangan baterai:



Gambar 5.2 Implementasi Perangkat Keras

5.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak menggunakan aplikasi pendukung Embarcadero Delphi XE8 untuk membuat antarmuka sistem sesuai dengan rancangan. Rancangan sistem deteksi dini penyakit jantung menggunakan *elektrokardiograf* (ECG) dibuat dalam bentuk *form* meliputi tampilan yang dibuat sedemikian rupa supaya menjadi lebih mudah untuk mengoperasikan aplikasi tersebut. Berikut implementasi tampilan antarmuka per-*form* yang telah dibuat:

a. Form login

Tampilan menu login merupakan halaman sebagai pintu masuk kedalam sebuah sistem untuk mengakses keseluruhan data pada aplikasi komputer

dengan memasukkan identitas dari akun pengguna dan kata sandi guna mendapatkan hak akses untuk dapat melakukan aktifitas pada sistem yang dibuat. Berikut tampilan *form* login:



Gambar 5.5 Form Halaman Utama

b. Form Pasien

Tampilan menu pasien merupakan tampilan untuk akses data pasien yang akan dan sedang diperiksa. Halaman pasien ini berfungsi sebagai manajemen data pasien dengan operasi kontrol *database managemen system* (DBMS) MySQL yaitu *view, insert, update, delete* dan operasi lain yang diperlukan dalam aplikasi. Pengguna aplikasi dalam mengakses *form* ini harus memasukkan data akun melalui *form* login. Berikut tampilan *form* manajemen data pasien:



Gambar 5.6 Form Manajemen Data Pasien

5.1.3 Pengujian Hardware

Perangkat ECG dipasang dengan ketentuan seperti yang sudah dijelaskan pada bab perancangan sistem. Berikut uji coba pemasangan perangkat keras pada manusia.



Gambar 5.10 Pengujian Perangkat Keras

5.1.4 Hasil Pemeriksaan

Perangkat keras yang sudah dipasang kemudian dihidupkan menggunakan tombol saklar. Alat ECG akan mengirimkan data secara langsung melalui media wireless ke aplikasi deteksi dini penyakit jantung. Berikut hasil sampling data pasien pada aplikasi deteksi dini penyakit jantung:



Gambar 5.11 Pengujian Sampling ECG

Tabel 5.1 Data Pengujian

No	Nama Pasien	Gangguan Jantung	Gelombang	Hasil (%)
1	Dedy Mulyadi	Normal		80
2	Fery Aryanto	Tidak Normal		60
3	Giza Yoka	Normal		90
4	Angger	Normal		85
5	Oved Aryanto	Normal		70
6	Ifun Kuscahyadi	Normal		85
7	Bagas Bayu Prabowo	Tidak Normal		70
8	Arif Kurniawan	Normal		85
9	Prasetyo	Normal		50
10	Dama Gandara	Normal		40

6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada deteksi penyakit jantung yang telah dilakukan oleh penulis pada proyek tugas akhir, dapat disimpulkan:

1. Penelitian merancang model sistem pendeteksi penyakit jantung yang telah berhasil dibangun dan sesuai dengan rancangan penelitian proyek tugas akhir.
2. Sistem deteksi penyakit jantung yang dapat mendeteksi detak jantung terhadap manusia dalam kondisi sehat dan kondisi sakit.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis selama melakukan penelitian tugas

akhir, dimana jauh dari kata sempurna sehingga masih banyak yang perlu diperbaiki maupun dikembangkan dari penelitian ini. Maka dari itu ada beberapa saran bagi peneliti selanjutnya dalam melakukan penelitian tugas akhir yakni sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan objek yang kecil oleh karena itu penelitian selanjutnya agar dapat menambah objek penelitian yang lebih banyak dan teliti dalam pemilihan objek.
2. Peneliti selanjutnya agar dapat menambah hasil deteksi dari alat pendeteksi jantung dalam pengolongan tingkat penyakit jantung.

DAFTAR PUSAKA

- [1] Chusnia Chaerani, Nugroho Adhi Arif, Suprijanto. (2017). *Pengembangan Sistem Instrumentasi Untuk Deteksi Aktifitas Jantung Pada Mencit*. Tugas Akhir, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [2] Dwiputra Akbar P. (2017). *Rancang Bangun Sistem Elektrokardiograf Berbasis Arduino*. Tugas Akhir, Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- [3] Hakim Arif D. (2017). *Alat Monitoring Denyut Jantung Berbasis Mikrokontroler Interface Laptop*. Tugas Akhir, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Akbar, Fitriyah, Rizal. (2018). *Sistem Monitoring Denyut Jantung Menggunakan NodeMcu dan MQTT*. Tugas Akhir, Malang: Universitas Brawijaya.

