

RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG DENYUT JANTUNG PER MENIT BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16 DENGAN ALARM PERINGATAN

^[1]Regina, ^[2]Ilhamsyah, ^[3]Yulrio Brianorman

^{[1][3]}Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

^[2]Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Mipa Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail:

^[1]Regina.siskom@gmail.com, ^[2]Ilhamsm99@gmail.com,

^[3]yulrio.brianorman@siskom.untan.ac.id

Abstrak

Olahraga adalah aktivitas untuk melatih tubuh seseorang, tidak hanya secara jasmani tetapi juga rohani, yang berguna untuk menjaga dan meningkatkan kualitas kesehatan seseorang. Olahraga yang paling sederhana dan hemat biaya adalah jogging, yang biasa dilakukan pagi atau sore hari. Kegiatan olahraga akan memacu jantung untuk bekerja lebih ekstra dalam memompa darah dan akan memperlancar darah di dalam tubuh. Agar manfaat yang dicapai lebih maksimal, benar-benar disarankan untuk melakukan aktivitas olahraga dengan cara teratur serta terstruktur dengan baik, karena jika berolahraga berlebihan, akan sangat membahayakan jika jantung bekerja melebihi batas normalnya. Pada penelitian ini dibuat sebuah alat penghitung denyut jantung yang mempunyai prinsip pengontrolan dan pemantauan denyut jantung per menit, dengan harapan untuk mempermudah menghitung denyut jantung saat berolahraga dan memberikan keamanan karena alat ini dapat menginformasikan batas normal denyut jantung saat berolahraga bagi para pengguna. Sistem ini dibuat dengan menggunakan mikrokontroler atmega16 sebagai modul utama. Proses pemantauan ini dilakukan dengan menghubungkan pulse sensor pada jari tangan yang keluarannya berupa karakter angka pada LCD serta bunyi peringatan pada buzzer jika denyut jantung melebihi batas normal. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 20 responden, alat telah mampu menghitung denyut jantung per menit dan buzzer dapat berbunyi sebagai alarm peringatan saat mendeteksi denyut jantung jika denyut jantung melebihi batas normal. Selain itu, alat yang dirancang mempunyai presentase error sebesar 0,72 %.

Kata kunci : *Alat penghitung denyut jantung, Mikrokontroler ATMEGA16, Pulse sensor, buzzer*

1. PENDAHULUAN

Olahraga adalah aktivitas untuk melatih tubuh seseorang, tidak hanya secara jasmani tetapi juga rohani, yang berguna untuk menjaga dan meningkatkan kualitas kesehatan seseorang. Olahraga yang paling sederhana dan hemat biaya adalah *jogging*, yang biasa dilakukan pagi atau sore hari. Kegiatan olahraga akan memacu jantung untuk bekerja lebih ekstra dalam memompa darah dan akan memperlancar darah di dalam tubuh. Agar manfaat yang dicapai lebih maksimal, benar-benar disarankan untuk melakukan aktivitas olahraga dengan

cara teratur serta terstruktur dengan baik, karena jika berolahraga berlebihan akan sangat membahayakan jika jantung bekerja melebihi batas normalnya. Denyut jantung per menit untuk jantung normal pada orang dewasa adalah 60-100. Jika orang dewasa melebihi batas normal denyut jantung per menit ini akan menyebabkan sakit jantung yang berakibat fatal.

Adapun penelitian tentang pendeteksi denyut jantung yang sebelumnya telah dilakukan yaitu yang berjudul “Alat pengukur detak jantung digital berbasis mikrokontroler ATMEGA8535” [1]. Dimana pada penelitian tersebut pengukuran detak jantung

menggunakan sensor berupa rangkaian elektronik berupa LED dan sensor cahaya. Oleh karena itu, penelitian “Rancang Bangun Alat Penghitung Denyut Jantung Per Menit Berbasis Mikrokontroler ATmega16 dengan Alarm Peringatan” diangkat agar olahraga seperti jogging tetap bisa dilakukan dengan aman dan nyaman tanpa cemas dengan olahraga berlebihan dengan adanya alat penghitung denyut jantung ini, sehingga lebih mudah men-deteksi denyut jantung saat ber-olahraga. Pada penelitian ini akan dibuat suatu alat yang dapat menghitung denyut jantung per menit untuk memonitoring denyut jantung saat berolahraga dengan bunyi peringatan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Jantung

Jantung adalah organ vital dan merupakan pertahanan terakhir untuk hidup selain otak. Denyut yang ada di jantung ini tidak bisa dikendalikan oleh manusia. Jantung berbentuk kerucut terletak dalam rongga toraks (dada) diantara kedua paru bagian posterior menghadap sternum (tulang dada) [2].

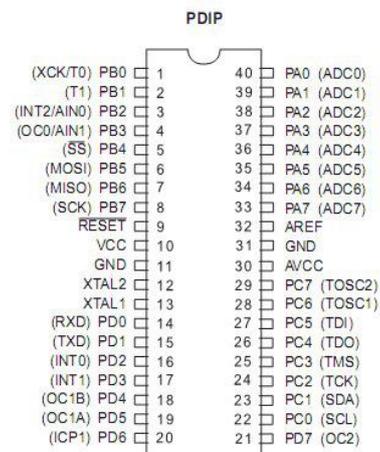
Secara normal orang dewasa berdetak sekitar 60-100 kali per menit. Pada anak bayi berdetak lebih cepat, namun aktivitas emosi dan hormonal bisa mempengaruhi denyut jantung ini sehingga berubah detaknya [3]. Tabel 1 adalah data denyut jantung per menit berdasarkan umur [4].

Tabel 1 Data Denyut Jantung Per Menit Berdasarkan Umur

Umur	Denyut Per Menit
Neonatus : sampai 1 bulan	120-160
Bayi	
1-6 bulan	130
6-8 bulan	120
8-12 bulan	115
12 bulan	100-140
Prasekolah	
2 tahun	85-125
2-6 tahun	90-110
6 tahun	65-100
Usia sekolah : 6-10 tahun	85-100
Remaja	
10-14 tahun	80-90
11-16 tahun	75-90
18 tahun	
Pria	70
Wanita	75
Dewasa	72

2.2 Mikrokontroler ATmega16

AVR merupakan salah satu mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard yang dibuat oleh perusahaan Atmel. AVR (*Advanced Versatile RISC*) atau *Alf and Vegard's Risc Processor* yang berasal dari nama dua mahasiswa Norwegian Institute of Technology (NTH) yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan [5]. AVR memiliki keunggulan di bandingkan dengan mikrokontroler yang lain yaitu memiliki kecepatan eksekusi program lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan dengan jenis mikrokontroler yang lain. Mikrokontroler AVR memiliki fitur yang lengkap seperti ADC internal, EEPROM internal, *timer/counter*, *watch-dog timer*, PWM (*Pulse Width Modulation*), *port I/O*, komunikasi serial, komparator, I2C dan perangkat tambahan lainnya. Secara umum mikrokontroler AVR terbagi menjadi lima jenis keluarga yaitu TinyAVR, MegaAVR, AVR XMEGA, AVR32 UC3, dan AVR32 AP7. Perbedaan yang dimiliki oleh kelima jenis AVR ini adalah fitur yang ada didalam masing-masing mikrokontroler, dimana memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. ATmega16 termasuk jenis MegaAVR yang merupakan mikrokontroler CMOS 8 bit berdaya rendah dan memiliki 32 register *general purpose* [6]. Gambar 1 adalah konfigurasi dari pin AVR ATmega-16.



Gambar 1. Konfigurasi pin AVR ATmega16

2.3 Sensor Pulsa (*Pulse Sensor*)

Sensor pulsa bekerja dengan cara memanfaatkan cahaya. Saat sensor ini diletakkan dipermukaan kulit, sebagian besar cahaya diserap atau dipantulkan oleh organ dan jaringan (kulit, tulang, otot, darah), namun sebagian cahaya akan melewati jaringan tubuh yang cukup tipis [7]. Gambar 2 adalah bentuk fisik *pulse* sensor.



Gambar 2. *Pulse* Sensor

2.4 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Merupakan suatu bentuk kristal cair yang akan beremulsi apabila diberi tegangan. LCD yang digunakan adalah LCD 16 X 2 dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris *pixel* dan 5 kolom *pixel* [8]. Gambar 3 adalah bentuk fisik LDC 16x2.



Gambar 3. LCD 16x2

2.5 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan loudspeaker, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan akan tertarik kedalam atau keluar, tergantung arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan di-

pasang pada diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara [9]. Gambar 4 adalah bentuk fisik *buzzer*.



Gambar 4. *Buzzer*

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tinjauan Pustaka

Tahapan melakukan tinjauan pustaka diawali dengan mengumpulkan berbagai referensi dalam bentuk buku, jurnal, skripsi, sumber *online* yang berhubungan dengan tugas akhir Rancang Bangun Alat Penghitung Denyut Jantung Per Menit Berbasis Mikrokontroler ATMega16 dengan Alarm Peringatan.

3.2 Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan ini meliputi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak.

3.3 Perencanaan Penelitian

Perencanaan penelitian meliputi :

- a. Perancangan perangkat keras
Perancangan perangkat dilakukan untuk memperoleh gambaran rancangan rangkaian elektronika serta pola komunikasi antar perangkat keras yang ada.
- b. Perancangan system kerja alat
Tahap perancangan sistem kerja alat dilakukan setelah diperoleh gambaran komunikasi antar perangkat keras. Sistem kerja alat ini meliputi perancangan kepekaan sensor dalam merespon denyut jantung komunikasi perangkat *input/output* dengan mikrokontroler, serta algoritma yang diterapkan pada mikrokontroler.
- c. Perancangan perangkat lunak
Bahasa pemrograman yang digunakan pada penelitian ini adalah bahasa *basic compiler*. Algoritma pemrograman yang dirancang mengacu pada sistem kerja alat, dimana program ini memungkinkan mikrokontroler untuk dapat memproses

sinyal dari perangkat masukan/*input* dan memberikan tindakan keperangkat keluaran/*output*.

3.4 Integrasi

Pada tahap Integrasi, hasil dari perencanaan dan analisa kebutuhan diproses untuk dijadikan sebuah sistem secara keseluruhan. Tahap ini dilakukan guna merealisasikan alat ini kedalam bentuk nyata, dengan mengintegrasikan perancangan sistem, perangkat keras dan perangkat lunak.

3.5 Pengujian

Tahap pengujian ini melibatkan pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak.

3.6 Penerapan

Tahap ini merupakan tahap akhir setelah dilakukan serangkaian pengujian terhadap alat.

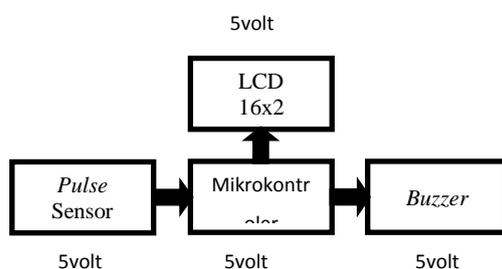
4. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras dimulai dengan merancang diagram blok dan prinsip kerja alat, kemudian dilanjutkan merancang rangkaian alat dengan menggabungkan keseluruhan perangkat menjadi sebuah sistem terkendali.

4.1 Diagram Blok dan Prinsip Kerja Alat

a. Diagram Blok

Gambar 5 adalah diagram blok rancang bangun alat penghitung denyut jantung per menit berbasis mikrokontroler ATmega16 dengan alarm peringatan.



Gambar 5. Diagram Blok Sistem

b. Prinsip Kerja Alat

Alat ini akan bekerja berdasarkan sistem secara menyeluruh dan terintegrasi dari masing-masing rang-

kaian di mana prinsip kerja rangkaian alat atau sistem adalah sebagai berikut :

1) *Pulse* sensor berfungsi untuk mendeteksi denyut jantung. Saat sensor ini diletakkan dipermukaan kulit, sebagian besar cahaya diserap atau dipantulkan oleh organ dan jaringan (kulit, tulang, otot, darah), namun sebagian cahaya akan melewati jaringan tubuh yang cukup tipis. Denyut jantung yang terdeteksi melalui permukaan kulit oleh sensor berfungsi sebagai masukan (*input*) dan masih berupa tegangan yang juga merupakan besaran analog untuk dikirim ke mikrokontroler. Selanjutnya mikrokontroler mengolah sinyal atau data dari denyut jantung tersebut dengan menggunakan fasilitas ADC untuk mengkonversikan tegangan keluaran tersebut menjadi data digital yang dikenali mikrokontroler.

2) Mikrokontroler mengolah sinyal atau data dari denyut jantung dengan menghitung terus-menerus data denyut jantung tersebut setiap menit, kemudian mendapatkan data denyut jantung per menit. Data denyut jantung per menit ini diperoleh dengan mengalikan hasil hitungan denyut jantung selama 15 detik dengan 4, karena 15 detik adalah $\frac{1}{4}$ menit. Data denyut jantung tersebut akan dibandingkan terus dengan denyut jantung normal. Selanjutnya mikrokontroler akan mengirimkan data atau sinyal sebagai keluaran (*output*) kerangkaian *buzzer* dan LCD.

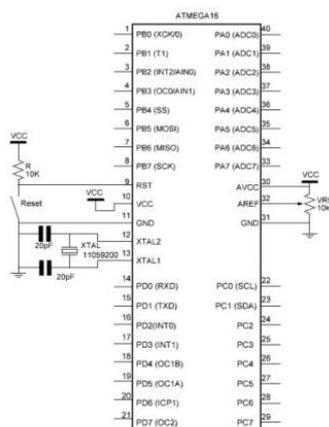
3) Sistem ini dilengkapi perangkat keluaran (*output*) seperti LCD yang berfungsi sebagai media untuk menampilkan data denyut jantung dan perangkat *buzzer* yang berfungsi sebagai bunyi alarm peringatan ketika data denyut jantung melebihi batas normal.

4.2 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras (*hardware*) adalah komponen utama dan terpenting dalam pembuatan sistem ini. Adapun perancangan perangkat keras dalam penelitian ini antara lain :

a. Perancangan Rangkaian Minimum Sistem ATmega16

Mikrokontroler yang digunakan adalah jenis AVR ATmega16 yaitu adalah sebuah *chip* tunggal yang berfungsi sebagai pusat pengolah data dan pengontrol alat. ATmega16 dipilih karena mudah diperoleh di pasaran, memiliki jumlah pin sesuai dengan kebutuhan serta rangkaiannya yang praktis karena tersusun dalam satu modul yang sangat mudah untuk digunakan, sederhana dan tidak memakan tempat. Agar mikrokontroler dapat bekerja, dibutuhkan rangkaian tambahan untuk mikrokontroler yang disebut dengan rangkaian *minimum system*, fungsi rangkaian ini hampir sama seperti papan induk yang terdapat pada komputer. Pada penelitian ini *minimum system* yang diterapkan cukup sederhana, untuk komunikasi perangkat keras dapat langsung dihubungkan pada pin dimasing-masing *port* mikrokontroler. Gambar 6 adalah perancangan rangkaian skematik minimum system ATmega16.



Gambar 6. Rangkaian Skematik Minimum Sistem ATmega16

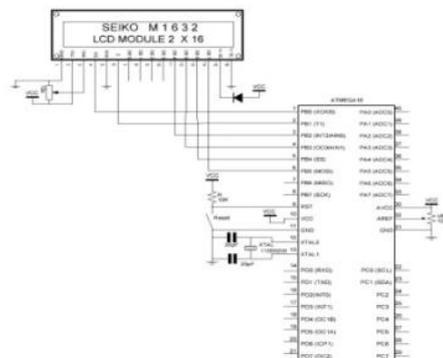
Fungsi pin-pin (*port-port*) pada minimum sistem mikrokontroler ATmega16 secara umum dapat digunakan sebagai I/O. Adapun port yang terdapat pada ATmega16 adalah port A, B, C dan D, dimana masing-masing port terdiri dari 0-7. Contoh pada

port terdiri dari port A.0 sampai portA.7, begitu juga dengan port yang lainnya. Selain fungsi secara umum sebagai I/O setiap port memiliki fungsi khusus masing-masing. Fasilitas tersebut ada yang berfungsi untuk *interrupt*, komunikasi serial, menghasilkan pulsa PWM, dan lain-lain. Pada penelitian penghitung denyut /jantung ini akan menggunakan fungsi khusus yaitu ADC (*Analog to Digital Converter*), pada mikrokontroler ATmega16 terdapat 8 buah ADC yg kebetulan posisinya ada diportA, tidak dimiliki oleh port lainnya. Dimana maksimum ADC pada mikrokontroler ATmega16 adalah 10 bit, jika didesimalkan 1023.

Penggunaan fasilitas ADC pada penelitian ini karena keluaran dari pulse sensor masih berupa tegangan yang masih berupa besaran analog. Sedangkan mikrokontroler yang digunakan hanya bisa mengolah *inputan* berupa logika 0 dan 1 atau hanya bisa mengenal 0 volt dan 5 volt. Oleh karena itu ADC dibutuhkan untuk mengkonversikan tegangan keluaran tersebut menjadi data digital yang dikenali oleh mikrokontroler.

b. Perancangan Rangkaian LCD

Pada perencanaan rangkaian LCD bertujuan agar LCD sebagai penampil jumlah denyut jantung per menit dapat sepenuhnya dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega16. LCD yang digunakan tipe 16x2 yang artinya 16 kolom dan 2 baris. Pada LCD terdapat 16 pin yang akan dihubungkan dengan port B pada mikrokontroler ATmega16. Gambar 7 adalah perancangan rangkaian LCD.

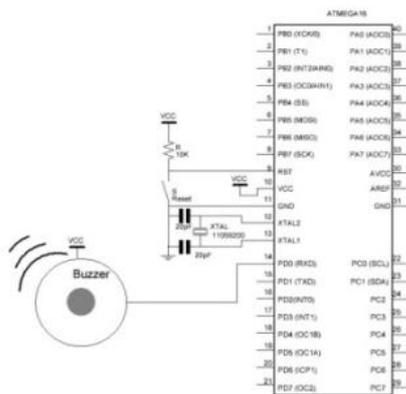


Gambar 7. Rangkaian Skematik LCD

Pada perancangan rangkaian LCD, pin RS dihubungkan dengan *PortB.0*, pin E dihubungkan dengan *PortB.1*, pin DB4 dihubungkan dengan *PortB.2*, pin DB5 dihubungkan dengan *PortB.3*, pin DB6 dihubungkan dengan *PortB.4*, dan pin DB7 dihubungkan dengan *PortB.5*. jadi tidak semua pin LCD dihubungkan dengan pin pada mikrokontroler, hanya 6 pin diatas yang dibutuhkan untuk dihubungkan ke pin mikrokontroler agar dapat dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega16.

c. Perancangan Rangkaian *Buzzer*

Rangkaian *buzzer* berfungsi sebagai pemberi peringatan berupa bunyi, agar rangkaian *buzzer* dapat dikendalikan oleh mikrokontroler maka perlu dihubungkan dengan pin tertentu pada mikrokontroler. Gambar 8 adalah perancangan rangkaian *Buzzer*.



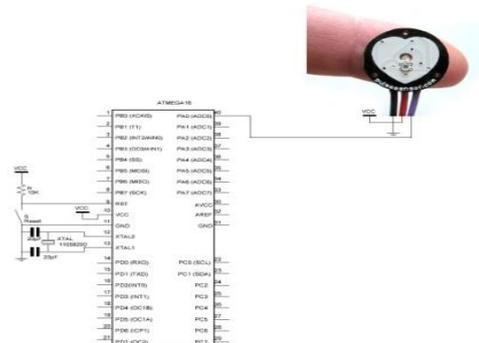
Gambar 8. Rangkaian Skematik *Buzzer*

Pada perancangan rangkaian *buzzer* di-hubungkan dengan *portD.0* tidak ada alasan khusus untuk pemilihan port karena untuk pengendalian *buzzer* seperti rangkaian di-atas yang telah mendapatkan tegangan positif (*VCC*) terlebih dahulu sehingga mikrokontroler hanya perlu memberikan tegangan negatifnya saja, rangkaian seperti ini disebut rangkaian aktif *low*. Dalam pengendaliannya hanya dibutuhkan fungsi pengendalian I/O, jadi semua *port* pada mikrokontroler dapat mengendalikannya.

d. Perancangan *Pulse* sensor

Pada perencanaan rangkaian *pulse* sensor ini bertujuan untuk mengendalikan atau mengolah keluaran sensor meng-

gunakan fasilitas khusus ADC pada mikrokontroler ATmega16. Gambar 9 adalah perancangan rangkaian *pulse* sensor.

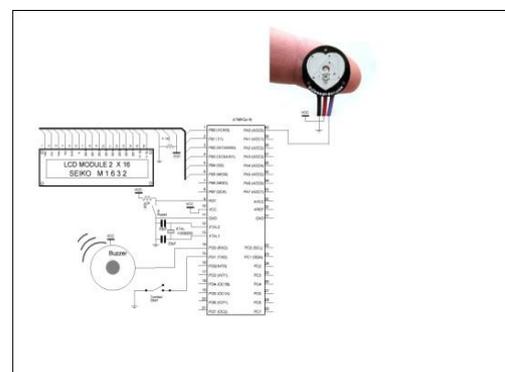


Gambar 9. Rangkaian Skematik *Pulse* Sensor

Pada perancangan rangkaian *pulse* sensor dihubungkan dengan ADC 0 yang kebetulan terletak di *PortA.0*. nilai ADC akan berubah sesuai dengan keluaran dari sensor yang berupa tegangan.

e. Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras.

Setelah dilakukan perancangan terhadap perangkat keras, maka tahap selanjutnya adalah tahap perancangan untuk keseluruhan perangkat keras. Perangkat keras seperti *pulse* sensor, *buzzer*, dan LCD dihubungkan dengan mikrokontroler melalui *port-port* yang telah ditentukan. Pada tahapan ini, keseluruhan unit perangkat keras atau rangkaian alat diwujudkan menjadi sebuah *prototype* sehingga dapat disimulasikan secara langsung. Gambar 10 adalah rangkaian skematik keseluruhan perangkat keras.



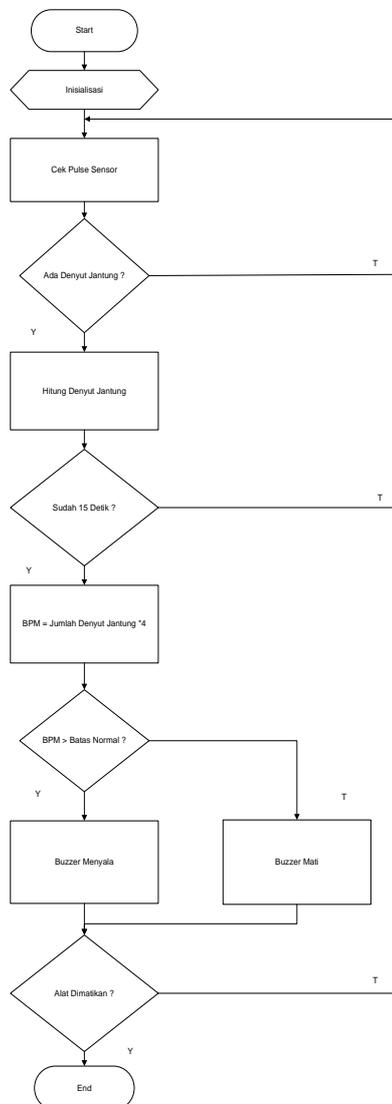
Gambar 10. Rangkaian Skematik Keseluruhan Perangkat Keras

4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak sangat diperlukan sebagai protokol antara mikrokontroler dengan komponen-komponen perangkat keras lainnya. Berdasarkan konsep pada perancangan *hardware*, maka program yang dirancang diharapkan bisa mengolah data denyut jantung ke mikrokontroler ataupun sebaliknya.

a. Perancangan diagram alir perangkat lunak mikrokontroler

Untuk mempermudah penyusunan perangkat lunak pada mikrokontroler, maka perlu dibuat diagram alir (*flowcart*). Gambar 11 adalah diagram alir perangkat lunak mikrokontroler.



Gambar 11. Diagram Alir Perangkat Lunak Mikrokontroler

Pada saat program dimulai maka proses inisialisasi dimulai dengan registrasi mikrokontroler dan konfigurasi pin mikrokontroler yang akan digunakan untuk mengendalikan komponen maupun *inputan* data dari sensor. Terdiri dari konfigurasi untuk mengaktifkan timer, konfigurasi ADC, konfigurasi LCD *pin*, konfigurasi *buzzer* dan konfigurasi tombol start. Membuat variable yang dibutuhkan untuk pengolahan nilai, variable yang digunakan adalah variable waktu, nilai ADC, hitungan jantung, BPM, dan batas normal. Alur kerja dari sistem ini akan bekerja pada saat tombol start diaktifkan. Sebelumnya tombol on diaktifkan kemudian dilakukan pemasangan sensor terlebih dahulu dijari tangan. Kemudian pada saat tombol start diaktifkan maka sensor akan bekerja (menghitung jumlah pulsa). Jika terdeteksi adanya denyutan maka sistem secara otomatis akan menghitung denyut jantung tersebut selama 15 detik, kemudian timer akan berhenti terlebih dahulu dan akan dilakukan proses penghitungan *Beat Per Minute* (BPM).

Pada proses ini BPM dapat dihitung dengan cara mengkalikan hasil hitungan denyut jantung selama 15 detik dengan 4, karena 15 detik adalah $\frac{1}{4}$ menit. Kemudian proses selanjutnya jika data denyut jantung per menit ini melebihi batas normal, maka buzzer akan berbunyi, jika tidak maka buzzer akan mati. Proses terakhir jika alat tidak dimatikan maka proses untuk menghitung denyut jantung tersebut akan diulangi kembali. Jika alat dimatikan maka program selesai.

b. Perancangan Algoritma Perograman Mikrokontroler ATmega16

Perancangan algoritma program bertujuan untuk menentukan alur program sebelum program ditulis dan dimasukkan ke dalam mikrokontroler. Perancangan algoritma akan mempermudah saat penulisan program dan membuat penulisan program lebih terarah. Algoritma program akan mendefinisikan tindakan yang akan diambil oleh mikrokontroler seperti menerima sinyal masukan dan memberikan sinyal keluaran pada perangkat keras. Algoritma pemrograman ini berfungsi mendefinisikan variabel yang digunakan untuk penulisan program.

Pembuatan algoritma perangkat lunak yaitu menggunakan program *Basic Compiler AVR* yang berfungsi untuk menuliskan kode program dan mengkompilasi-nya menjadi *file hex*. *File hex* yang dihasilkan setelah proses kompilasi tersebut akan diunduh ke dalam mikrokontroler. Sehingga mikrokontroler akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada pada memori *flash*.

5. PENGUJIAN DAN ANALISA

Setelah perancangan serta pembuatan alat dan program telah selesai, maka dilakukan pengujian sistem untuk mengetahui apakah alat yang telah dirancang dapat berjalan seperti yang telah direncanakan. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian perangkat keras seperti rangkaian minimum sistem ATmega16, LCD, *Pulse sensor*, dan *buzzer*. Adapun pengujian untuk penggabungan dari semua komponen yang digunakan dalam pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan secara terpisah pada masing-masing unit atau blok rangkaian dan dilakukan dalam sistem yang terintegrasi untuk pengujian keseluruhan.

5.1 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan ini melibatkan kinerja semua komponen guna untuk mengetahui apakah alat mampu bekerja dengan baik dan dapat mendeteksi denyut jantung atau tidak. Pengujian keseluruhan dilakukan dengan merangkai semua komponen atau alat yang digunakan secara terpadu. Adapun tahapan pengujian keseluruhan sistem yaitu sebagai berikut :

- a. Menghubungkan semua komponen perangkat keras seperti *minimum system ATmega16*, LCD, *Pulse sensor*, dan *Buzzer*.
- b. Men-download program ke dalam mikrokontroler ATmega16.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah proses penghitungan denyut jantung dalam sistem ini dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Gambar 12 adalah tampilan hasil pengujian keseluruhan. Proses pemantauan pada alat penghitung denyut jantung ini akan bekerja sesuai dengan respon sensor yang terbaca

dan yang telah terprogram pada mikrokontroler. Indikator keberhasilan pada alat ini yaitu berupa adanya keluaran jumlah denyut jantung yang tampil pada LCD.



Gambar 12. Tampilan Hasil Pengujian Keseluruhan

Pada alat, jika sensor telah merespon maka sistem akan berjalan sesuai dengan program dan menghasilkan keluaran jumlah denyut jantung yang akan ditampilkan pada LCD seperti pada gambar 12. Selain itu jika jumlah denyut jantung tersebut melebihi batas normal maka keluarannya akan berupa bunyi peringatan pada *buzzer*. Pada gambar 12 karakter yang ditampilkan pada LCD yaitu simbol *t* untuk waktu, *N* untuk normal BPM, denyut untuk *inputan* denyut jantung yang terbaca pada *pulse sensor* pada saat pengukuran dan BPM untuk jumlah denyut jantung yang terdeteksi dalam waktu 1 menit.

5.2 Analisa Pengujian

Dari keseluruhan hasil pengujian alat yang telah dilakukan, dapat dijelaskan bahwa alat penghitung denyut jantung permenit berbasis mikrokontroler atmega16 dengan alarm peringatan ini berfungsi sesuai dengan perancangan sebelumnya. .

Ber-dasarkan pengujian diketahui alat peng-hitung denyut jantung per menit ini dapat bekerja merespon denyut jantung per menit sesuai dengan *inputan* yang terbaca pada sistem dan jumlah denyut jantung yang terbaca sesuai dengan kondisi seseorang saat pengukuran. Masing-masing kompo-nen perang-kat keras seperti rangkaian *minimum system ATmega16*, *Liquid Crystal Display (LCD)*, *Pulse sensor*, serta *buzzer* dapat terhubung antar perangkat dan dapat berfungsi serta bekerja dengan baik pula. Tabel 2 adalah data hasil pengujian alat sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Pengujian Alat

Nama	BPM		Buzzer	Error (%)
	Alat	Manu al		
Mila	104	104	berbunyi	0.00%
Deska	96	96	Tidak berbunyi	0.00%
Dona	108	108	berbunyi	0.00%
Dwi	128	124	berbunyi	3.23%
Edwar	124	124	Berbunyi	0.00%
Erny	112	108	Berbunyi	3.70%
Januar	88	88	Tidak berbunyi	0.00%
Louis	84	84	Tidak berbunyi	0.00%
Maria	120	120	Berbunyi	0.00%
Patrisia	104	104	Berbunyi	0.00%
Peter	104	104	Berbunyi	0.00%
Prita	108	104	Berbunyi	3.85%
Rauda	116	112	Berbunyi	3.57%
Riska	88	88	Tidak berbunyi	0.00%
Sella	140	140	Berbunyi	0.00%
Via	92	92	Tidak berbunyi	0.00%
Willy	104	104	Berbunyi	0.00%
Yatno	92	92	Tidak berbunyi	0.00%
Yudi	88	88	Tidak berbunyi	0.00%
Yuwono	116	116	Berbunyi	0.00%
Total Error				14,35 %
Rata-rata Persentase Error				0,72%

Perhitungan persentase *error* dapat dilihat pada rumus berikut :

$$\% \text{ Kesalahan} = \left| \frac{\text{data alat} - \text{data manual}}{\text{data manual}} \right| \times 100\%$$

Perhitungan total persentase rata-rata error dapat dilihat pada rumus berikut :

$$\text{Total \%Kesalahan} = \frac{\text{Jumlah total \%Kesalahan}}{\text{Jumlah total data}}$$

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, hasil dari data yang terdiri dari 20 orang responden menunjukkan setiap orang memiliki denyut jantung yang berbeda tergantung kondisi selama pengujian seperti dalam keadaan tenang atau dalam keadaan banyak beraktivitas. Faktor-faktor yang membedakan jumlah denyut jantung seseorang juga karena kesehatan seseorang yang berbeda-beda, kualitas olah-

raga yang berbeda, umur, dan masih banyak lagi faktor yang dapat memengaruhi jumlah denyut jantung seseorang. Pada pengujian yang terdiri dari 20 orang responden, ada beberapa orang yang jumlah denyut jantungnya melebihi batas normal, sehingga *buzzer* aktif (berbunyi). Selain itu, dapat dilihat bahwa hasil pengujian denyut jantung menunjukkan kesalahan yang relatif kecil dan hasilnya hampir stabil antara pengukuran alat dengan pengukuran manual. Hal ini menunjukkan bahwa data hasil pengukuran mengalami kesalahan (*error*) yang cukup kecil. Perbandingan hasil pengukuran alat dengan penghitungan manual (perhitungan denyut pada pergelangan tangan) dapat dilihat bahwa kesalahan hasil pengukuran sebesar 0,72%. Hal ini bisa disebabkan oleh karena perhitungan manual yang dilakukan pada pergelangan tangan sehingga memungkinkan denyutan halus tidak terdeteksi. Sedangkan pada pengukuran denyut jantung menggunakan alat ukur ini dilakukan pada jari tangan dengan sensor yang dipasang menempel pada jari.

Pada pengujian sensor denyut jantung yang telah dilakukan, dihasilkan keluaran berupa data atau sinyal denyut jantung yang lebih mudah terdeteksi pada ujung jari tangan. Cahaya pada sensor akan dapat bekerja efektif jika diletakkan pada bagian ujung jari karena bagian ini tipis yang membuat aliran darah dalam tubuh terbaca dengan baik. Penempatan yang tepat dengan letak sensor yang mengenai permukaan ujung jari tangan dapat menampilkan data lebih konstan dan stabil. Penempatan pada jari tangan menjadi anjuran dari penggunaan alat ini melihat hasil pengujian dilakukan dengan mudah dan tepat dengan *error* yang sangat kecil. Dari hasil pengujian yang dilakukan maka alat ini dapat digunakan untuk menghitung denyut jantung dengan baik dan benar.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisis terhadap sistem alat penghitung denyut jantung per menit berbasis mikrokontroler atmega16 dengan alarm peringat-

an ini, maka dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Alat dapat menghitung denyut jantung manusia per menit dengan rata-rata persentase error sebesar 0,72%.
2. Secara keseluruhan alat yang dibuat dapat bekerja dan berfungsi sebagaimana yang diharapkan. Alat penghitung denyut jantung telah memberikan peringatan dengan alarm ketika denyut jantung per menit melebihi batas normal yang dianjurkan yaitu 60-100.
3. Alat monitoring jantung ini memiliki respon input denyut jantung yang berbeda sesuai dengan kondisi saat pengukuran yang terbaca oleh *pulse* sensor.

6.2 Saran

Pada penelitian ini, alat yang telah dirancang secara fungsi dapat bekerja dengan baik, hanya saja perlu dilakukan pengembangan yang lebih lanjut dimasa yang akan datang agar alat ini semakin pintar dan efisien. Berikut adalah beberapa saran yang dapat menjadi masukan untuk penelitian selanjutnya.

1. Menggunakan komponen *Surface Mount Device* (SMD) agar alat berukuran lebih kecil.
2. Pengembangan untuk sensor yang dapat berkomunikasi tanpa kabel antara sensor dan kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nur Hidayat, Wahyu. “Alat Pengukur Detak Jantung Digital Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535. Jurnal
- [2] Sarpini, Dr. Rusbandi. 2014. “Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia Untuk Paramedis”. Jakarta : In Media.
- [3] Tapan MHA, Dr. Erik. 2005. “Kesehatan Keluarga, Penyakit Degeneratif”. Jakarta : Penerbit PT. Elex Media Komputindo.
- [4] Tucker, Susan Martin. 1998. “Standar Perawatan Pasien; Proses Keperawatan, Diagnosis dan Evaluasi, Vol.4”. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- [5] Andrianto, Heri. 2013. “Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16

Menggunakan Bahasa C”. Bandung : Penerbit Informatika

- [6] Atmel Corporation. 2002. “*ATmega16 Datasheet*”. San Jose, California USA
- [7] Fadilla Zennifa. Fitrilina. Husnil Kamil. 2013. “*Prototipe Alat Deteksi Dini dan Mandiri Penyakit Jantung Menggunakan Sstem Pakar VCIRS, Arduino, dan Handphone Android*”. Padang : Teknik Elektro Universitas Andalas. Jurnal.
- [8] Wiyanto, Suko. 2012. “*Rancang Bangun Sistem Penjejak Arah Matahari Pada Solar Cell Berbasis Mikrokontroler*”. Malang : Teknik Elektro Universitas Merdeka Malang. Jurnal
- [9] Fitri, Ahmad. 2012. “*Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kondisi Jembatan Berdasarkan Getaran Berbasis Mikrokontroler*”. Jurnal