



## ANALISA PEMANFAATAN MIKROKONTROLER ATMEGA8535 PADA PEMERIKSAAN DENYUT NADI MANUSIA

Agustinus Kalangi,  
Gede Erik Aktama, Rosdiana Simbolon  
Parna Raya Manado

Jln. Sam Ratulangi No. 2-3 Manado, Sulawesi Utara. (0431) 850677

### ABSTRAK

Jantung merupakan salah satu organ yang paling penting dalam tubuh manusia yang berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh. Salah satu cara untuk mengetahui kondisi jantung kita yaitu dengan mengetahui frekuensi detak jantung kita.

Penghitungan denyut nadi manusia dapat dilakukan dengan cara penghitungan manual (palpasi) ataupun secara otomatis dengan alat pengukur denyut jantung digital yang dapat dijumpai di pasaran kesehatan saat ini.

Tugas akhir ini, penulis membahas mengenai perhitungan detak jantung secara digital dengan menggunakan metode intensitas cahaya berdasarkan volume darah yang mengalir pada pembuluh darah kapiler. *Photodiode* akan mendeteksi intensitas cahaya yang dipancarkan oleh LED inframerah dan kemudian data tegangan akan di kirim ke mikrokontroler ATMEGA8535. Data kemudian diproses sehingga memperoleh hasil berupa jumlah denyut nadi yang akan ditampilkan pada layar LCD dalam *beat* per menit (bpm)

Setelah mendapatkan hasil perhitungan secara digital kemudian data digital dianalisa perbandingannya dengan data yang di hitung secara manual.

Kata Kunci: Denyut Jantung, ATMEGA8535, LED, *photodiode*, Inframerah

### ABSTRACT

*Heart is one of the most important organs in the human body that functions to pump the blood throughout the body. One way to determine the condition of our heart is to know our heart rate.*

*Human pulse counting can be done by manual calculation (palpation) or automatically with a digital heart rate measuring device that can be found in the market today.*

*This final, do the observation about digital heart rate calculation using the intensity of light based on the volume of blood flowing through the capillary blood vessels. Photodiode will detect the intensity of light emitted by infrared LED and voltage data will then be sent to the microcontroller ATMEGA8535. Then data processed to obtain the results of a number of pulses that will be displayed on the LCD screen in beat per minute (bpm).*

*After getting the results of the calculation in digital then the data analyzed in comparison with manual data count.*

*Keywords: Heart rate, ATMEGA8535, LED, photodiode, Infrared*

## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Teknologi pada masa sekarang ini telah berkembang sangat pesat dalam aspek kehidupan manusia. Berbagai macam alat canggih dibuat untuk memenuhi dan membantu mempermudah kerja manusia dalam kehidupannya sehari-hari. Hal ini juga mengambil andil besar pada bidang kedokteran dalam menunjang hasil pemeriksaan dan hasil dagnosa pasien yang sedang di rawat di rumah sakit. Begitu banyak alat-alat kedokteran dibuat untuk mempermudah para tenaga medis dalam melakukan pemeriksaan dan pengobatan terhadap pasien.

Pembahasan tugas akhir kali ini penulis mencoba mengangkat salah satu materi mengenai analisa pemanfaatan mikrokontroler dalam menentukan jumlah denyut nadi pada manusia.

Diharapkan nanti dengan pembahasan tugas akhir ini dapat membuka wawasan kita mengenai pembuatan alat pengukur denyut nadi pada manusia dalam membantu pemeriksaan para tenaga medis di rumah sakit.

Tugas akhir ini membahas mengenai beberapa perangkat yang digunakan dalam sebuah alat untuk mendeteksi denyut nadi manusia, yaitu menggunakan sensor photodiode, LED Inframerah, amplifier (Op-Amp) LM358, mikrokontroler ATMEGA8535 dan layar LCD.

Komponen *photodiode* digunakan sebagai pendeteksi intensitas cahaya berdasarkan perubahan volume darah yang mengalir pada pembuluh kapiler di ujung jari. Intensitas cahaya yang diterima oleh sensor diubah menjadi tegangan dengan nilai tertentu yang sangat kecil, kemudian



diperkuat oleh Op-Amp LM358 sebagai penguat operasional. Tegangan yang dihasilkan berupa sinyal pulsa yang sesuai dengan perubahan detak jantung. Pusat pengendalian system menggunakan Mikrokontroler ATmega8535 dengan bahasa C sebagai bahasa pemrograman. Data hasil olahan mikrokontroler ditampilkan pada layar LCD berupa informasi jumlah detak jantung per menit atau *beat* per menit (bpm).

#### B. Rumusan Masalah

Dari pembahasan diatas penulis mengangkat suatu rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana sebuah alat berbasis mikrokontroler ATmega8535 dapat dimanfaatkan sebagai alat pengukur denyut nadi manusia.
2. Bagaimana hasil analisa pemanfaatan alat terhadap kinerja para tenaga kesehatan dibandingkan dengan perhitungan secara manual.

#### C. Tujuan

1. Membahas cara kerja alat pengukur denyut nadi manusia berbasis mikrokontroler ATmega8535
2. Membahas pemanfaatan dari alat tersebut terhadap kinerja para tenaga medis dibandingkan dengan perhitungan secara manual.

#### D. Manfaat

1. Agar dapat deteliti cara kerja alat pengukur denyut nadi manusia berbasis mikrokontroler ATmega8535.
2. Agar dapat diteliti manfaat dan kinerja alat tersebut di bandingkan dengan perhitungan secara manual oleh para tenaga medis.

#### E. Batasan Masalah

1. Menganalisa simulasi pembuatan alat pengukur denyut nadi berbasis mikrokontroler ATmega8535
2. Mengukur jumlah denyut nadi manusia dengan alat penghitung denyut nadi manusia berbasis mikrokontroler.
3. Membahas cara kerja alat pengukur denyut nadi berbasis mikrokontroler ATmega8535
4. Sensor yang digunakan dalam pembuatan alata pengukur denyut nadi manusia yaitu sensor *photodiode*.

5. Output hasil berupa jumlah denyut nadi manusia ditampilkan pada media interface menggunakan LCD 16x2.

## BAB II LANDASAN TEORI

### A. ANATOMI JANTUNG

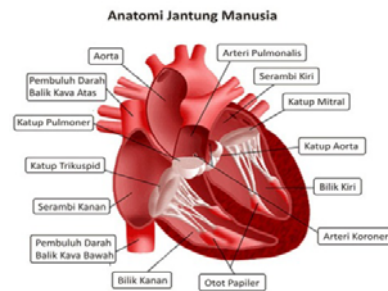
Jantung (bahasa Latin, *cor*) adalah sebuah rongga organ berotot yang memompa darah lewat pembuluh darah oleh kontraksi berirama yang berulang. Istilah *kardiak* berarti berhubungan dengan jantung, dari kata Yunani *cardia* untuk jantung. Jantung adalah salah satu organ manusia yang berperan dalam sistem peredaran darah.

Jantung terletak dalam rongga dada agak sebelah kiri, di antara paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Massanya kurang lebih 300 gram, besarnya sebesar kepala tangan. Jantung adalah satu otot tunggal yang terdiri dari lapisan *endothelium*. Jantung terletak di dalam rongga *torakik*, di balik tulang dada. Struktur jantung berbelok ke bawah dan sedikit ke arah kiri. (Silverthorn, 2013)

#### 1. Struktur Jantung

Jantung dibagi menjadi dua rongga (rongga kiri dan rongga kanan) oleh dinding otot yang disebut *septum*. Dua rongga terdiri dari masing-masing dua kamar. Bilik atas disebut *atrium* dan yang bawah disebut *ventrikel*. Rongga kanan menerima darah *de-oksigen* dari berbagai bagian tubuh (kecuali paru-paru) dan memompanya ke paru-paru, sedangkan rongga kiri menerima darah beroksigen dari paru-paru, yang dipompa ke seluruh tubuh. (Herman B. Rahmatina.2009)

Jantung manusia tersusun atas tiga lapisan yaitu *endokardium* yang berbentuk selaput, *miokardium* yaitu lapisan yang tersusun dari otot-otot jantung, dan *perikardium* yaitu lapisan yang berbentuk selaput yang terbuat dari jaringan ikat longgar. Jika jantung dibelah maka akan tampak bagian dalamnya, bagian dalam jantung terbagi atas rongga-rongga. Rongga yang dimiliki jantung terdiri atas empat rongga. Empat rongga ini dibagi atas dua kelompok yaitu *atrium*/serambi dan *ventrikel*/bilik, yang masing-masing terbagi menjadi kiri dan kanan. (Ibnu Mas'ud. 2010)



(Sumber:  
[www.penyakitjantungkoroner.net](http://www.penyakitjantungkoroner.net))  
**Gambar 2.1** Anatomi Jantung  
Manusia

Selain terbagi dalam rongga-rongga, aspek lain yang perlu diketahui bahwa pada jantung memiliki struktur yang menyebabkan darah tidak dapat kembali ke tempat sebelumnya sehingga akan menyebabkan darah hanya mampu beredar dalam satu arah saja/tidak bolak-balik. Struktur yang memegang peranan ini adalah *klep* jantung yang berada di antara *atrium* dan *ventrikel*.

Di antara *atrium* kiri dan serambi kiri terdapat dua buah *klep*, sedangkan di antara *atrium* kanan dan serambi kanan memiliki tiga *klep*. Pemberian nama *klep* jantung didasarkan pada jumlah *klep* tersebut. Jika jumlahnya dua maka digunakan bi, jika digunakan tiga maka digunakan kata tri. *Klep*/katup dalam bahasa latin disebut *valvula*, tinggal ditambahkan dengan akhiran *pidalis*. Jadi untuk *klep* yang berjumlah dua disebut *valvula bikuspidalis*, sedangkan yang tiga *klep* disebut dengan *valvula trikuspidalis*. Selain dua *klep* tersebut masih ada lagi *klep* yang disebut *valvula semilunaris* yang berbentuk bulang sabit yang berfungsi agar darah tidak kembali ke jantung. (Herman B. Rahmatina. 2009)

Kondisi bilik kiri jantung mengalami pengembangan terbesar disebut dengan keadaan *sistole*. Pada kondisi ini kecepatan aliran darah yang tertinggi. Sedangkan pada waktu bilik kiri mengempis maksimum disebut dengan *diastole*. Orang dewasa normal memiliki perbandingan *sistole*/*diastole* adalah 120/80. Jantung dapat mengembang dan mengempis karena karakter dari otot jantung. (Stein Emmanuel, Delman J. Abner. 2012)

## 2. Cara Kerja Jantung

Pada saat berdenyut setiap ruang jantung mengendur dan terisi darah (disebut *diastole*). Selanjutnya jantung berkontraksi dan memompa darah keluar dari ruang jantung (disebut *sistol*). Kedua serambi mengendur dan berkontraksi secara bersamaan, dan kedua bilik juga mengendur dan berkontraksi secara bersamaan. Darah yang kehadapatn oksigen dan mengandung banyak karbondioksida (darah kotor) dari seluruh tubuh mengalir melalui dua vena berbesar (*vena kava*) menuju ke dalam *atrium* kanan. Setelah *atrium* kanan terisi darah, ia akan mendorong darah ke dalam *ventrikel* kanan melalui katup trikuspidalis.

Darah dari *ventrikel* kanan akan dipompa melalui katup pulmoner ke dalam arteri pulmonalis menuju ke paru-paru. Darah akan mengalir melalui pembuluh yang sangat kecil (pembuluh kapiler) yang mengelilingi kantong udara di paru-paru, menyerap oksigen, melepaskan karbondioksida dan selanjutnya dialirkan kembali ke jantung. Darah yang kaya akan oksigen mengalir di dalam vena pulmonalis menuju ke *atrium* kiri. Peredaran darah di antara bagian kanan jantung, paru-paru dan *atrium* kiri disebut sirkulasi *pulmoner* karena darah dialirkan ke paru-paru. Darah dalam *atrium* kiri akan didorong menuju *ventrikel* kiri melalui katup *bikuspidalis/mitral*, yang selanjutnya akan memompa darah bersih ini melewati katup aorta masuk ke dalam aorta (arteri terbesar dalam tubuh). Darah kaya oksigen ini disirkulasikan ke seluruh tubuh, kecuali paru-paru. dan sebagainya.

Jantung bekerja melalui mekanisme secara berulang dan berlangsung terus menerus yang juga disebut sebagai sebuah siklus jantung sehingga secara *visual* atau disebut sebagai denyut jantung. Melalui mekanisme berselang-selang, jantung berkontraksi untuk mengosongkan isi jantung dan melakukan relaksasi guna pengisian darah. Secara siklus, jantung melakukan sebuah periode *sistol* yaitu periode saat berkontraksi dan mengosongkan isinya (darah), dan periode *diastole* yaitu periode yang melakukan relaksasi dan pengisian darah pada jantung. Kedua serambi mengendur dan berkontraksi secara bersamaan, dan kedua bilik juga mengendur dan berkontraksi secara bersamaan pula untuk melakukan mekanisme tersebut. (Ibnu Mas'ud. 2010)

Sel otot jantung melakukan kontraksi dengan tujuan untuk memompa darah yang dicetuskan oleh sebuah potensi aksi dan menyebar melalui membran sel otot. Ketika melakukan kontraksi, jantung menjadi berdenyut secara “berirama”, hal ini akibat dari adanya potensi aksi yang ditimbulkan oleh kegiatan dari jantung itu sendiri. Kejadian tersebut diakibatkan karena jantung memiliki sebuah mekanisme untuk mengalirkan listrik yang ditimbulkannya sendiri untuk melakukan kontraksi dan memompa dan melakukan relaksasi. Mekanisme aliran listrik yang menimbulkan aksi tersebut dipengaruhi oleh beberapa jenis elektrolit seperti  $K^+$ ,  $Na^+$  dan  $Ca^{++}$ . Sehingga apabila didalam tubuh terjadi gangguan pada kadar elektrolit tersebut maka akan menimbulkan gangguan pula pada mekanisme aliran listrik pada jantung manusia.

Otot jantung menghasilkan arus listrik dan disebarkan ke jaringan sekitar jantung dan dihantarkan melalui cairan-cairan yang dikandung oleh tubuh. Sehingga sebagian kecil aktifitas listrik ini mencapai hingga ke permukaan tubuh misalnya pada permukaan dada, punggung atau pada pergelangan atas tangan, dan hal ini dapat dideteksi atau direkam dengan menggunakan alat khusus yang disebut dengan *Electro Kardio Gram* (EKG). Jadi fungsi EKG adalah merekam aktifitas listrik di cairan tubuh yang dirangsang oleh aliran listrik jantung yang muncul hingga mencapai permukaan tubuh. Berbagai komponen pada rekaman EKG dapat dikorelasikan dengan berbagai proses spesifik di jantung. EKG dapat digunakan untuk mendiagnosis kecepatan denyut jantung yang abnormal, gangguan irama jantung, serta kerusakan otot jantung. Ini disebabkan oleh karena adanya aktivitas listrik yang dapat memicu aktivitas secara mekanis, sehingga apabila terjadi kelainan pola listrik, maka biasanya juga akan disertai adanya kelainan mekanis atau otot jantung manusia. (Stein Emmanuel, Delman J. Abner. 2012)

Setiap darah yang kehadapatn oksigen dan mengandung terlalu banyak darah kotor (karbondioksida), dari seluruh tubuh mengalir melalui dua vena besar untuk menuju *ventrikel* kanan. Hal ini berlangsung setelah pada *atrium* kanan terisi darah, yang selanjutnya mendorong darah ke dalam *ventrikel* kanan. Selanjutnya dipompa melalui katub pulmoner ke dalam arteri *pulmonalis* dan menuju ke paru-paru. Dari paru-paru darah mengalir melalui pembuluh yang sangat kecil

yang disebut kapiler, dan mengelilingi kantong udara pada paru-paru dan menyerap oksigen untuk melepaskan karbondioksida guna mengalirkan darah ke dalam vena *pulmonalis* menuju ke *atrium* kiri. Peredaran darah di antara bagian kanan jantung, paru-paru dan *atrium* kiri disebut sirkulasi *pulmoner*. Ketika darah berada pada *atrium* kiri, selanjutnya didorong menuju *ventrikel* kiri, dan selanjutnya akan memompa darah bersih melalui katup aorta masuk ke dalam aorta yang merupakan arteri terbesar dalam tubuh manusia. (Ibnu Mas’ud. 2010)

### 3. Detak Jantung

Denyut jantung atau detak jantung adalah debaran yang dikeluarkan oleh jantung dan akibat aliran darah melalui jantung. Dokter biasanya menggunakan stetoskop ketika memeriksa pasien untuk mendengarkan denyut jantung, yang memberikan informasi penting tentang kondisi jantung. Detak jantung terjadi akibat adanya dua mekanisme pada jantung, yaitu *sistole* dan *diastole*. *Sistole* merupakan satu fase dimana serambi relaksasi, serta bilik dari jantung berkontraksi. Adanya kontraksi ini menyebabkan daerah dalam ruang bilik bertekanan tinggi, serta terjadi gerakan peristaltik sehingga darah akan mengalir ke ruang yang bertekanan rendah, yakni menuju arteri, untuk selanjutnya darah tersebut akan beredar ke organ-organ melalui pembuluh darah.

Sedangkan *diastole* merupakan satu fase saat serambi kontraksi serta bilik relaksasi. Pada saat terjadi kontraksi terjadi tekanan yang lebih besar pada ruang serambi akibat kontraksinya tersebut, sehingga adanya tekanan yang lebih besar pada bagian serambi ini dibandingkan dengan daerah bilik, maka darah akan mengalir menuju balik ke arah yang bertekanan rendah. (Antonisfia Yul dan Romi. 2009)

Normalnya terdapat dua bunyi yang terjadi setiap satu siklus jantung. Yang pertama “*lub*” rendah yang agak memanjang (bunyi pertama), yang disebabkan oleh mulainya vibrasi oleh penutupan mendadak katub *mitral* dan *trikuspid* pada awal *sistole* bilik. Yang kedua “*dub*” bernada tinggi yang lebih singkat (bunyi kedua), yang disebabkan oleh getaran yang disertai dengan penutupan katup aorta dan *pulmonalis* tepat setelah akhir *sistole* bilik. (Silverthorn. 2013)

Frekuensi jantung normal berkisar antara 60 sampai 100 denyut per menit, dengan rata-rata denyutan 75 kali per menit. Dengan kecepatan seperti itu, siklus jantung berlangsung selama 0,8 detik yaitu *sistole* 0,5 detik dan *diastole* 0,3 detik. Suara jantung normal mempunyai rentang frekuensi antara 20 Hz hingga 40 Hz. Sedangkan suara jantung abnormal mempunyai rentang frekuensi hingga 1000 Hz. Suara detak jantung yang abnormal terdiri dari suara 1 dan suara 2 yaitu suara murmur dan getaran yang dikarenakan terganggunya konsistensi sistem *kardiovaskular* pada tubuh. (Antonisfia Yul dan Romi. 2009)

*Takikardia* adalah peningkatan frekuensi jantung sampai melebihi 100 denyut per menit. *Bradikardia* ditujukan untuk frekuensi detak jantung yang kurang dari 60 denyut per menit. *Takikardia* abnormal adalah detak jantung antara 140-250 kali per menit. *Flutter* adalah detak jantung antara 250-350 kali per menit dan *fibrilasi* adalah detak jantung yang lebih dari 350 kali per menit. Frekuensi detak jantung akan melambat (*bradikardia*) selama tidur dan dipercepat (*takikardia*) oleh emosi, gerak badan, demam dan banyak rangsangan lain. Untuk seorang dengan kondisi sehat yang bernafas pada frekuensi normal, maka frekuensi jantung bervariasi sesuai pernapasan: frekuensi pernapasan dipercepat selama *inspirasi* dan melambat selama *ekspirasi*, terutama jika kedalaman pernapasan meningkat. (Price Sylvia A, Wilson dan Loraine M. 2013)

Secara garis besar, ada 2 faktor utama yang dapat mempengaruhi jumlah detak jantung pada manusia, yaitu faktor fisik dan psikis. (Antonisfia Yul dan Romi. 2009)

a. Faktor fisik

1) Usia

Umur seseorang dapat mempengaruhi jumlah denyut nadi per menit. Frekuensi jumlah denyut nadi pada bayi dibandingkan dengan orang dewasa memiliki perbedaan dimana jumlah denyut nadi pada bayi lebih cepat dibandingkan orang dewasa normal.

2) Suhu tubuh.

Suhu tubuh mempengaruhi proses fisiologis pada manusia termasuk frekuensi denyut nadi. Peningkatan atau penurunan suhu tubuh dapat mempercepat aktivitas organ tubuh dua kali dari normalnya.

3) Berat badan

Semakin tinggi berat badan seseorang maka akan lebih memperlambat jumlah denyut nadinya. Demikian sebaliknya, jika berat badan seseorang lebih ringan, maka denyut nadi akan lebih cepat.

4) Aktivitas tubuh

Aktivitas merupakan faktor yang sangat berpengaruh dalam menentukan jumlah denyut nadi manusia. Seseorang dalam keadaan lari/berolahraga akan memiliki jumlah denyut nadi yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan orang yang sedang duduk santai. Hal ini merupakan aktivitas tubuh yang berkaitan dengan proses oksigenasi terhadap aktivitas otot dan organ-organ tubuh yang lain.

b. Faktor psikis

1) Emosi

Emosi seseorang dapat berpengaruh terhadap jumlah denyut nadi pada manusia. Orang yang sedang marah akan mempercepat jumlah detak jantung, yang kemudian berpengaruh pada jumlah denyut nadi.

2) Perasaan

Orang dengan perasaan takut atau gugup juga dapat berdampak pada jumlah detak jantung. Orang dengan perasaan takut atau gugup biasanya akan mempercepat frekuensi detak jantungnya.

## B. LED INFRA MERAH

LED Infra Merah merupakan salah satu jenis LED (*Light Emitting Diode*) yang dapat memancarkan cahaya infra merah yang tidak kasat mata. Cahaya infra merah merupakan gelombang cahaya yang berada pada spektrum cahaya tidak kasat mata. LED infra merah dapat memancarkan cahaya infra merah pada saat *diode* LED ini diberikan tegangan bias maju pada anoda dan katodanya. LED infra merah ini dapat memancarkan gelombang cahaya infra merah karena dibuat dengan bahan khusus untuk memancarkan cahaya infra merah.

Bahan pembuatan LED infra merah tersebut adalah bahan *Galium Arsenida* (GaAs). Secara teoritis LED infra merah mempunyai panjang gelombang 7800 Å dan mempunyai daerah frekuensi 3.104 sampai 4.104 Hz. Dilihat dari jangka frekuensi yang begitu lebar, infra merah sangat fleksibel dalam penggunaannya. LED ini akan menyerap arus yang lebih besar dari pada dioda biasa. Semakin besar

arus yang mengalir maka semakin besar daya pancarnya dan semakin jauh jarak sapuannya. (Widodo Sri Thomas. 2010)



(Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/led-infra-merah/>)

**Gambar 2.2** Bentuk LED Infra Merah

Cahaya infra-merah tidak mudah terkontaminasi atau teresonansi dengan cahaya lain, sehingga dapat digunakan baik siang maupun malam. Aplikasi dari LED infra merah ini dapat digunakan sebagai *transmitter remote control* maupun sebagai *line detektor* pada pintu gerbang maupun sebagai sensor pada robot. Aplikasi cahaya infra merah sendiri dapat digunakan sebagai *link* pada jaringan telekomunikasi atau dapat juga dipancarkan pada *fiber optic*. Sebagai *receiver* cahaya infra merah dapat digunakan foto dioda, foto transistor maupun modul *receiver* infra merah. (Chandra, Frangky. 2009)

### C. SENSOR PHOTODIODE

*Photodiode* adalah sebuah dioda yang dioptimasi untuk menghasilkan aliran elektron (atau arus listrik) sebagai respon apabila terpapar oleh sinar ultraviolet, cahaya tampak, atau cahaya infra merah. Kebanyakan *photodiode* dibuat dari silikon, tetapi ada juga yang dibuat dari *germanium* dan *gallium arsenide*. Sensor *photodiode* merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor *photodiode* akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara *forward* sebagaimana dioda pada umumnya. Sensor *photodiode* adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (*photodetector*). *Photodiode* akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap *power density* ( $D_p$ ). Perbandingan antara arus keluaran dengan *power density* disebut sebagai *current responsivity*. Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika *photodiode* tersebut disinari.

Tanggapan frekuensi sensor *photodiode* tidak luas. Dari rentang tanggapan itu, sensor

*photodiode* memiliki tanggapan paling baik terhadap cahaya infra merah, tepatnya pada cahaya dengan panjang gelombang sekitar  $0,9 \mu\text{m}$ . (Sigit Riyanto. 2012)

### D. MIKROKONTROLER

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal *input* mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal *output* ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. (Wardhana, Lingga. 2009)

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat *microprocessor*, *memory*, jalur *Input/Output* (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang dapat mencapai orde *Gbyte*, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde *byte/Kbyte*. Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi. (Syahrul. 2012)

Sistem yang menggunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embedded system* atau *dedicated system*. *Embedded system* adalah sistem pengendali yang tertanam pada suatu produk, sedangkan *dedicated system* adalah sistem pengendali yang dimaksudkan hanya untuk suatu fungsi tertentu. Sebagai contoh printer adalah suatu *embedded system* karena di dalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pengendali dan juga *dedicated system* karena fungsi pengendali tersebut berfungsi hanya untuk menerima data dan mencetaknya. Hal ini berbeda dengan suatu PC yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, sehingga mikroprosesor pada PC sering disebut sebagai *general purpose microprocessor*

(mikroprosesor serba guna). Pada PC berbagai macam *software* yang disimpan pada media penyimpanan dapat dijalankan, tidak seperti mikrokontroler hanya terdapat satu *software* aplikasi. (Winoto Ardi. 2010)

Penggunaan mikrokontroler antara lain terdapat pada bidang-bidang berikut ini.

1. Otomotif : *Engine Control Unit*, *Air Bag*, *fuel control*, *Antilock Braking System*, sistem pengaman alarm, transmisi otomatis, hiburan, pengkondisi udara, *speedometer* dan *odometer*, navigasi, suspensi aktif
2. Perlengkapan rumah tangga dan perkantoran: sistem pengaman *alarm*, *remote control*, mesin cuci, *microwave*, pengkondisi udara, timbangan digital, mesin foto kopi, *printer*, *mouse*.
3. Pengendali peralatan di industri.
4. Robotika. (Somantri Yoyo dan Kurnia Jul Egi. 2012)

Saat ini mikrokontroler 8 *bit* masih menjadi jenis mikrokontroler yang paling populer dan paling banyak digunakan. Maksud dari mikrokontroler 8 *bit* adalah data yang dapat diproses dalam satu waktu adalah 8 *bit*, jika data yang diproses lebih besar dari 8 *bit* maka akan dibagi menjadi beberapa bagian data yang masing-masing terdiri dari 8 *bit*. Contoh mikrokontroler 8 *bit* antara lain keluarga Motorola 68HC05/11, Intel 8051, *Microchip* PIC 16, dan yang akhir-akhir ini mulai populer keluarga Atmel AVR. Selain yang telah disebutkan di atas terdapat juga beberapa seri mikrokontroler lain yang cukup dikenal antara lain *Basic Stamp* dari Parallax (banyak digunakan untuk pembelajaran mikrokontroler) dan HD64180 dari Hitachi (sebagai pengendali LCD). Masing-masing mikrokontroler mempunyai cara dan bahasa pemrograman yang berbeda, sehingga program untuk suatu jenis mikrokontroler tidak dapat dijalankan pada jenis mikrokontroler lain. Untuk memilih jenis mikrokontroler yang cocok dengan aplikasi yang dibuat terdapat tiga kriteria yaitu:

1. Dapat memenuhi kebutuhan secara efektif & efisien. Hal ini menyangkut kecepatan, kemasan/*packaging*, konsumsi daya, jumlah RAM dan ROM, jumlah I/O dan *timer*, harga per unit.
2. Bahasa pemrograman yang tersedia.
3. Kemudahan dalam mendapatkannya. (Andrianto Hari. 2013)



(Sumber:

<http://zhiescreamous.wordpress.com/2012/01/25/sistem-minimum-mikrokontroler/>)

Gambar 2.3 Mikrokontroler

## 1. Jenis-jenis Mikrokontroler

Jenis-Jenis Mikrokontroler secara umum mikrokontroler terbagi menjadi 3 keluarga besar yang ada di pasaran. Setiap keluarga mempunyai ciri khas dan karakteristik sendiri sendiri, berikut pembagian keluarga dalam mikrokontroler:

### a. Keluarga MCS51

Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus *clock*. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur *Harvard* dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler *chip* tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan chip yang terpisah untuk akses program dan memori data.

Salah satu kemampuan dari mikrokontroler 8051 adalah pemasukan sebuah mesin pemroses *boolean* yang mengijikan operasi logika *boolean* tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register internal dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (*Programmable Logic Control*).

### b. AVR

Mikrokontroler *Alv And Vegard's Risc Processor* atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler RISC 8 *bit*. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus *clock*. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi.

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx.

c. **PIC**

PIC ialah keluarga mikrokontroler tipe RISC buatan *Microchip Technology*. Bersumber dari PIC1650 yang dibuat oleh Divisi *Mikroelektronika General Instruments*. Teknologi *Microchip* tidak menggunakan PIC sebagai akronim, melainkan nama brandnya ialah PICmicro. Hal ini karena PIC singkatan dari *Peripheral Interface Controller*, tetapi *General Instruments* mempunyai akronim PIC1650 sebagai *Programmable Intelligent Computer*.

PIC pada awalnya dibuat menggunakan teknologi *General Instruments* 16 bit CPU yaitu CP1600. Bit PIC dibuat pertama kali 1975 untuk meningkatkan performa sistem peningkatan pada I/O. Saat ini PIC telah dilengkapi dengan EPROM dan komunikasi serial, UAT, kernel kontrol motor serta memori program dari 512 *word* hingga 32 *word*. 1 *Word* disini sama dengan 1 instruksi bahasa *assembly* yang bervariasi dari 12 hingga 16 *bit*, tergantung dari tipe PICmicro tersebut.

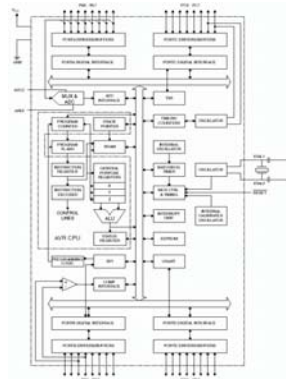
Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari *Programmable Interface Controller*. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi *Programmable Intelligent Computer*. PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur *Harvard* yang dibuat oleh *Microchip Technology*. Awalnya dikembangkan oleh Divisi *Mikroelektronika General Instruments* dengan nama PIC1640. Sekarang *Microchip* telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam.

PIC cukup populer digunakan oleh para developer dan para penghobi ngoprek karena biayanya yang rendah, ketersediaan dan penggunaan yang luas, database aplikasi yang besar, serta pemrograman (dan pemrograman ulang) melalui hubungan *port serial* yang terdapat pada komputer. (Syahrul. 2012)

2. **Arsitektur Mikrokontroler ATmega8535**

*Mikrokontroler ATmega8535* merupakan keluarga dari mikrokontroler AVR

sehingga fitur dasar dari mikrokontroler AVR dimiliki oleh ATmega8535. Arsitektur yang sangat mendasar dari ATmega8535 bawaan keluarga AVR adalah arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 *bit*. Berbeda dengan mikrokontroler keluarga 8051 yang mempunyai arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Computing*), AVR menjalankan sebuah instruksi tunggal dalam satu siklus dan memiliki struktur I/O yang cukup lengkap sehingga penggunaan komponen eksternal dapat dikurangi. Mikrokontroler AVR didesain menggunakan arsitektur *Harvard*, di mana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data. Memori program diakses dengan *single level pipelining*, di mana ketika sebuah instruksi dijalankan, instruksi lain berikutnya akan di-*prefetch* dari memori program. Arsitektur dari Mikrokontroler ATmega 8535 dapat di gambarkan sebagai berikut.



(Sumber: <http://e-belajarelektronika/arsitektur-mikrokontroler-avr-atmega-8535>)

**Gambar 2.4** Arsitektur Mikrokontroler ATmega8535

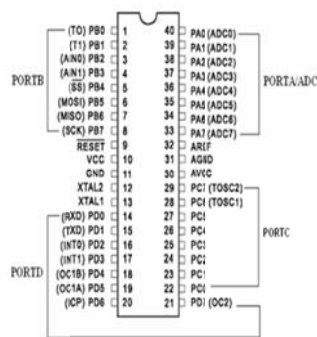
Secara garis besar, arsitektur mikrokontroler ATmega8535 terdiri dari:

- 32 saluran I/O (*Port A, Port B, Port C, dan Port D*)
- 10 bit 8 Channel ADC (*Analog to Digital Converter*)
- 4 channel PWM
- 6 Sleep Modes : *Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby*
- 3 buah *timer/counter*
- Analog comparator*
- Watchdog timer* dengan *osilator internal*
- 512 byte SRAM
- 512 byte EEPROM

- j. 8 kb *Flash memory* dengan kemampuan *Read While Write*
- k. Unit interupsi (*internal & eksternal*)
- l. *Port* antarmuka SPI8535 “*memory map*”
- m. *Port* USART untuk komunikasi serial dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps
- n. 4.5 sampai 5.5V *operation*, 0 sampai 16MHz. (Winoto Ardi. 2010)

### 3. Konfigurasi PIN

Konfigurasi untuk IC miktokontroler ATmega8535 pada gambar berikut ini.



Sumber:

([http://sistemkomputer.fasilkom.narotama.ac.id/?p=204.Mikrokontroler ATmega8535.pdf](http://sistemkomputer.fasilkom.narotama.ac.id/?p=204.Mikrokontroler%20ATmega8535.pdf))

**Gambar 2.5** Konfigurasi Pin Miktokontroler ATmega8535

Adapun konfigurasi PIN mikrokontroler ATmega8535, sebagai berikut:

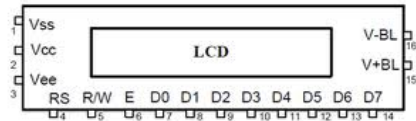
- a. VCC (PIN 10)  
Merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya. Tegangan *supply* sebesar 4.5-5.5 Vdc.
- b. GND (PIN 31)  
Merupakan pin yang berfungsi sebagai pin *ground*.
- c. *Port* A (PA0..PA7)  
*Port* A berlaku sebagai *input analog* untuk ADC. *Port* A juga berlaku sebagai *port input-output* (I/O) 8 bit *bi-directional*, jika AC tidak digunakan. Ketika pin PA0 sampai PA7 digunakan sebagai *input* dan ditarik rendah dari luar, maka akan terjadi sumber arus jika resistor *pull-up internal* diaktifkan.
- d. *Port* B (PB0..PB7)  
*Port* B juga berlaku sebagai *port input-output* (I/O) 8 bit *bi-directional* dengan resistor *pull-up internal*. PB0 sampai dengan PD7 merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer* atau *Counter*, komparator analog, dan SPI.

- e. *Port* C (PC0..PC7)  
*Port* C juga berfungsi sebagai I/O 8 bit *bi-directional* dengan resistor *pull-up internal*. PC0 sampai dengan PC7 merupakan I/O dua arah dengan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *Timer Oscillator*.
- f. *Port* D (PD0..PD7)  
*Port* D juga berlaku sebagai *port input-output* (I/O) 8 bit *di-directional* dengan resistor *pull-up internal*. PD0 sampai dengan PD7 merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi internal dan komunikasi serial.
- g. *RESET*  
Merupakan pin yang digunakan untuk *reset* mikrokontroler. Level rendah pada pin ini dengan panjang lebih dari panjang pulsa minimum akan membangkitkan *reset*, bahkan ketika *clock* sedang bekerja.
- h. XTAL1 dan XTAL2  
XTAL1 adalah *input* ke penguat osilator *inverting* dan *input* ke rangkaian operasi *clock internal*. Sedangkan XTAL2 adalah *output* dari penguat osilator *inverting*.
- i. AVCC  
Merupakan pin yang digunakan untuk masukan tegangan untuk ADC. AVCC harus dihubungkan ke VCC walaupun ADC tidak digunakan.
- j. AREF  
Merupakan pin referensi analog untuk ADC. (Anonymous. 2013)

### E. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD terdiri dari lapisan-lapisan tipis cairan kristal diantara dua pelat kaca. *Film* transparan yang dapat menghantarkan listrik atau *back plane*, diletakkan pada lembaran belakang kaca. Bagian transparan dari *film* yang bersifat konduktif (menghantarkan arus listrik) pada bagian luar dari karakter yang diinginkan dilapiskan pada pelat bagian depan. Pada saat terdapat tegangan antara *segment* dan *back plane*, bagian yang berarus listrik dibentuk pada bagian dibawah *segment* bagian. Bagian yang berarus listrik ini mengubah transmisi cahaya melalui daerah dibawah *segment film*.

LCD memiliki bermacam ukuran mulai dari 1 sampai 4 baris, 16 sampai 40 karakter per baris. Meskipun LCD memiliki berbagai macam ukuran tetapi penggunaannya standar. Pada umumnya LCD memiliki 16 pin yang terbagi atas data, kontrol, *power*, dan *backlight*.



(Sumber: <http://reehokstyle.blogspot.com/2010/03/akses-lcd-16x2.html>)

**Gambar 2.6** Konfigurasi pin LCD

LCD sudah digunakan di berbagai bidang misalnya dalam alat-alat elektronika seperti televisi, kalkulator, layar komputer. (Budiharto Widodo. 2009)

### 1. Spesifikasi Fisik dan Konfigurasi Pin

Modul LCD memiliki beberapa karakteristik yang unik. Untuk lebih jelasnya, dibawah ini dijelaskan beberapa karakteristik dari LCD, sebagai berikut:

- Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang dapat ditampilkan.
- Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
- Terdapat 192 macam karakter.
- Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
- Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- Dibangun dengan osilator lokal.
- Satu sumber tegangan 5 volt.
- Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
- Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C.

LCD yang digunakan dapat diakses dengan 16 buah pin. Berikut dibawah ini dijelaskan mengenai nama dan fungsi tiap pin.

**Tabel 2.2** Pin-pin LCD

| No. PIN | Simbol          | Level        | Fungsi                               |
|---------|-----------------|--------------|--------------------------------------|
| 1       | V <sub>SS</sub> | GN D         | Ground                               |
| 2       | V <sub>DD</sub> | +5 V         | Tegangan Supply LCD                  |
| 3       | V <sub>EE</sub> |              | Pengaturan Kontras LCD               |
| 4       | RS              | H/L          | Register Select, H=baca, L=instruksi |
| 5       | R/W             | H/L          | Read/Write, H=baca, L=tulis          |
| 6       | E               | Puls a L-H-L | Enable Signal                        |
| 7       | DB0             | H/L          | Data Bit 0                           |
| 8       | DB1             | H/L          | Data Bit 1                           |

|    |      |      |                   |
|----|------|------|-------------------|
| 9  | DB2  | H/L  | Data Bit 2        |
| 10 | DB3  | H/L  | Data Bit 3        |
| 11 | DB4  | H/L  | Data Bit 4        |
| 12 | DB5  | H/L  | Data Bit 5        |
| 13 | DB6  | H/L  | Data Bit 6        |
| 14 | DB7  | H/L  | Data Bit 7        |
| 15 | A(+) | +5 V | Led Backlight (+) |
| 16 | A(-) | 0V   | Led Backlight (-) |

(Sumber: Andrianto Hari. 2013)

Berikut akan dijelaskan mengenai fungsi dari masing-masing PIN pada LCD, yaitu:

- Register Select Control (RS).** Jika RS berlogika 0 maka akan terjadi proses menulis instruksi/command register r. Dan sebaliknya, jika RS berlogika 1 maka akan terjadi proses membaca status busy flag dan alamat counter LCD.
- Enable Control (E).** Merupakan sinyal awal untuk membaca atau menulis LCD. Proses transaksi data atau command terjadi saat transisi E dari logika 1 ke logika 0.
- Read atau Write Control (R/W).** Pada saat R/W berlogika 0 terjadi proses menulis dan saat berlogika 1 terjadi proses membaca. (Saludin Muis. 2013)



(Sumber: <http://reehokstyle.blogspot.com/2010/03/akses-lcd-16x2.html>)

**Gambar 2.7** Modul LCD Karakter 16x2

### 2. Prinsip Kerja LCD

Proses delay karakter pada LCD diatur oleh pin E, RS, dan RW. Jalur ini digunakan untuk memberitahukan LCD bahwa sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan sebuah data ke LCD, maka melalui program, E harus dibuat berlogika low "0" dan kemudian setting pada dua jalur kontrol yang lain yaitu RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set kaki E dengan logika "1" dan tunggu untuk beberapa waktu tertentu (sesuai dengan data sheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set kaki E ke logika low "0" lagi.

Jalur RS adalah jalur Register Select. Ketika RS berlogika low "0", data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti clear screen, posisi kursor). Ketika RS berlogika high "1", data yang

dikirim adalah data *text* yang akan ditampilkan pada *display* LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf "T" pada layar LCD maka RS harus di-*set* logika *high* "1". Jalur RW adalah jalur kontrol *Read/Write*. Ketika RW berlogika *low* "0", maka informasi pada *bus data* akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* "1", maka program akan melakukan pembacaan memori LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* "0", hal ini digunakan untuk men-*set* agar informasi selalu dituliskan pada LCD. Kemudian *bus data* terdiri dari 4 atau 8 jalur (bergantung pada *mode* operasi yang dipilih oleh *user*). Pada kasus bus data 8 *bit*, jalur diacukan sebagai DB0 sampai dengan DB7. (Saludin Muis. 2013)

### 3. Register LCD

Pada LCD ini mempunyai dua buah register yaitu register perintah dan register data, yang aksennya diatur dengan menggunakan RS. Pada saat RS berlogika 0, maka register yang diakses adalah register perintah dan pada saat RS berlogika 1, maka register yang diakses adalah register data. (Prof. Shakhashiri. 2011)

## BAB III HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat penghitung detak jantung ini bisa berjalan sesuai dengan yang diharapkan, sehingga dapat diterapkan pada pengujian dan pemeriksaan yang sebenarnya.

Pengujian ini dilakukan dengan alat yang telah tersedia di lapangan (di lingkup rumah sakit) yang digunakan oleh para tenaga medis di rumah sakit/pusat kesehatan dalam melakukan diagnosa atau pemeriksaan terhadap pasien yang sedang dirawat. Pengujian dan analisa dilakukan dengan cara mengukur jumlah denyut nadi pasien dengan alat pengukur denyut nadi dan juga dilakukan dengan metode manual (*palpasi*) untuk melihat perbandingan serta persentase *error* yang didapat.

Berikut ini akan dibahas beberapa hasil pengujian dan analisa terhadap alat pengukur denyut nadi berbasis mikrokontroler.

### A. CARA KERJA ALAT

Cara kerja alat pengukur denyut nadi ini dimulai dari pembacaan sensor *photodiode* dari cahaya yang dihasilkan LED inframerah. Komponen *photodiode* digunakan sebagai pendeteksi intensitas cahaya berdasarkan perubahan volume darah yang mengalir. Intensitas cahaya yang diterima oleh sensor diubah menjadi tegangan dengan nilai

tertentu. Tegangan yang dihasilkan berupa signal pulsa yang sesuai dengan perubahan detak jantung kemudian dikirim ke mikrokontroler sebagai pusat pengendalian sistem dan menggunakan bahasa C sebagai bahasa pemrograman. Data hasil olahan mikrokontroler kemudian ditampilkan pada layar LCD 16x2 berupa informasi jumlah detak jantung per menit atau *beat* per menit (bpm).

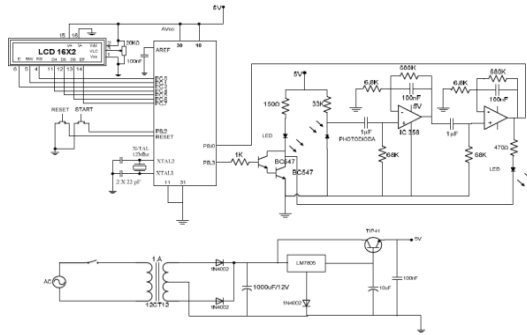
Pada saat program dimulai, maka akan terjadi inisialisasi pada *port input* dan *port output* pada mikrokontroler dan juga inisialisasi pada variabel yang akan digunakan. Variabel yang digunakan adalah variabel "D" sebagai variabel jumlah pulsa, dan variabel "T" sebagai variabel pengambilan data pulsa *sampling time*. Pada kondisi normal, kedua variabel ini bernilai 0. Alur kerja sistem ini akan bekerja pada saat tombol start diaktifkan. Pada saat tombol start diaktifkan, maka sensor akan mulai bekerja (menghitung jumlah pulsa). Jika terdeteksi adanya pulsa, maka sistem akan secara otomatis mengaktifkan *timer*.

Pada program ini akan diaktifkan program *timer* selama 15 detik, 30 detik dan 60 detik. Pada perhitungan *timer* selama 15 detik akan menghasilkan jumlah pulsa denyut jantung yang kemudian akan dikalikan dengan 4 dan jumlah yang dihasilkan akan ditampilkan pada LCD. *Timer* yang diaktifkan selama 30 detik, jumlah pulsa yang dihasilkan akan dikalikan dengan 2 dan jumlah pulsa denyut nadi yang dihasilkan akan ditampilkan pada layar LCD. Dan *timer* yang diaktifkan selama 60 detik, pulsa yang dihasilkannya akan langsung ditampilkan pada layar LCD.



(Sumber: <http://balione-care.com/en/monitoring-device/18-pulse-oxymeter.html>)

Gambar 3.8 Alat Penghitung Denyut Nadi



(sumber:  
<http://uehealthbatch7.blogspot.com/2014/02/rangkaian-pengukuran-denyut-jantung.html>)

**Gambar 3.9** Rangkaian Elektronika Alat Penghitung Denyut Nadi

## B. PENGUJIAN SISTEM

Pengujian ini dilakukan untuk menjalankan sistem secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan alat pengukur denyut jantung yang ada di RSUP Prof. dr. R. D Kandou Manado terhadap beberapa orang pasien yang diperiksa. Ada 3 buah metode pengambilan *sampling time*, yaitu selama 15 detik, 30 detik dan 60 detik. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil *sample data* dari 10 orang yang berbeda dan mempunyai *range* umur antara 12-26 tahun. Data yang diperoleh ini didapat dari pengukuran menggunakan sistem secara keseluruhan dapat dibandingkan dengan perhitungan manual sehingga dapat dihitung persentase *error*. Perhitungan persentase *error* dilihat dari rumus berikut:

$$\% \text{ Error} = \frac{\Delta \text{Selisih Perhitungan}}{\text{Jumlah perhitungan manual}} \times 100\% \dots \dots (1)$$

Data hasil perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada berikut:

**Tabel 3.3** Data hasil percobaan dengan *sampling time* 15 detik

| Data percobaan dengan <i>sampling time</i> 15 detik |                    |                         |                    |           |
|-----------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------|
| No                                                  | Umur/Jenis Kelamin | Jumlah denyut (1 menit) | Perhitungan Manual | Error (%) |
| 1                                                   | 22/Laki-laki       | 72                      | 76                 | 5.26      |
| 2                                                   | 23/Laki-laki       | 84                      | 80                 | 5.00      |
| 3                                                   | 25/Laki-laki       | 88                      | 84                 | 4.76      |
| 4                                                   | 29/Laki-laki       | 76                      | 72                 | 5.56      |
| 5                                                   | 30/Laki-laki       | 88                      | 84                 | 4.76      |

|                            |              |     |     |      |
|----------------------------|--------------|-----|-----|------|
| 6                          | 25/Laki-laki | 92  | 88  | 4.54 |
| 7                          | 26/Perempuan | 96  | 92  | 4.34 |
| 8                          | 20/Perempuan | 104 | 100 | 4.00 |
| 9                          | 12/Perempuan | 92  | 88  | 4.54 |
| 10                         | 17/Perempuan | 96  | 92  | 4.35 |
| Rata-rata Persentase Error |              |     |     | 4.71 |

(Sumber: Data Medical Record RSUP Prof. dr. R. D. Kandou Manado Tahun 2014)

**Tabel 3.4** Data hasil percobaan dengan *sampling time* 30 detik

| Data percobaan dengan <i>sampling time</i> 30 detik |                    |                         |                    |           |
|-----------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------|
| No                                                  | Umur/Jenis Kelamin | Jumlah denyut (1 menit) | Perhitungan Manual | Error (%) |
| 1                                                   | 22/Laki-laki       | 86                      | 84                 | 2.38      |
| 2                                                   | 23/Laki-laki       | 90                      | 86                 | 4.65      |
| 3                                                   | 25/Laki-laki       | 94                      | 92                 | 2.17      |
| 4                                                   | 29/Laki-laki       | 78                      | 76                 | 2.63      |
| 5                                                   | 30/Laki-laki       | 80                      | 80                 | 0.00      |
| 6                                                   | 25/Laki-laki       | 92                      | 94                 | 2.13      |
| 7                                                   | 26/Perempuan       | 94                      | 90                 | 4.44      |
| 8                                                   | 20/Perempuan       | 88                      | 86                 | 2.32      |
| 9                                                   | 12/Perempuan       | 94                      | 96                 | 2.08      |
| 10                                                  | 17/Perempuan       | 92                      | 94                 | 2.13      |
| Rata-rata Persentase Error                          |                    |                         |                    | 2.35      |

(Sumber: Data Medical Record RSUP Prof. dr. R. D. Kandou Manado Tahun 2014)

**Tabel 3.5** Data hasil percobaan dengan *sampling time* 60 detik

| Data percobaan dengan <i>sampling time</i> 60 detik |                    |                         |                    |           |
|-----------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------|
| No                                                  | Umur/Jenis Kelamin | Jumlah denyut (1 menit) | Perhitungan Manual | Error (%) |
| 1                                                   | 22/Laki-laki       | 85                      | 84                 | 1.19      |
| 2                                                   | 23/Laki-laki       | 81                      | 79                 | 2.53      |
| 3                                                   | 25/Laki-laki       | 79                      | 81                 | 2.47      |
| 4                                                   | 29/Laki-laki       | 89                      | 88                 | 1.14      |
| 5                                                   | 30/Laki-laki       | 94                      | 93                 | 1.08      |
| 6                                                   | 25/Laki-laki       | 95                      | 95                 | 0.00      |



|                            |              |    |    |      |
|----------------------------|--------------|----|----|------|
| 7                          | 26/Perempuan | 96 | 98 | 2.04 |
| 8                          | 20/Perempuan | 94 | 92 | 2.17 |
| 9                          | 12/Perempuan | 89 | 88 | 1.14 |
| 10                         | 17/Perempuan | 88 | 86 | 2.33 |
| Rata-rata Persentase Error |              |    |    | 1.61 |

(Sumber: Data Medical Record RSUP Prof. dr. R. D. Kandou Manado Tahun 2014)

Berikut dijelaskan mengenai data *real* berdasarkan alat penghitung:

**Tabel 3.6** Data *real* hasil percobaan dengan *sampling time* 15 detik

| Data percobaan dengan <i>sampling time</i> 15 detik |                    |                         |                    |           |
|-----------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------|
| N o                                                 | Umur/Jenis Kelamin | Jumlah denyut (1 menit) | Perhitungan Manual | Error (%) |
| 1                                                   | 22/Laki-laki       | 18                      | 19                 | 5.26      |
| 2                                                   | 23/Laki-laki       | 21                      | 20                 | 5.00      |
| 3                                                   | 25/Laki-laki       | 22                      | 21                 | 4.76      |
| 4                                                   | 29/Laki-laki       | 19                      | 18                 | 5.56      |
| 5                                                   | 30/Laki-laki       | 22                      | 21                 | 4.76      |
| 6                                                   | 25/Laki-laki       | 23                      | 22                 | 4.54      |
| 7                                                   | 26/Perempuan       | 24                      | 23                 | 4.34      |
| 8                                                   | 20/Perempuan       | 26                      | 25                 | 4.00      |
| 9                                                   | 12/Perempuan       | 23                      | 22                 | 4.54      |
| 10                                                  | 17/Perempuan       | 24                      | 23                 | 4.35      |
| Rata-rata Persentase Error                          |                    |                         |                    | 4.71      |

(Sumber: Data Medical Record RSUP Prof. dr. R. D. Kandou Manado Tahun 2014)

**Tabel 3.7** Data *real* hasil percobaan dengan *sampling time* 30 detik

| Data percobaan dengan <i>sampling time</i> 30 detik |                    |                         |                    |           |
|-----------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------|
| N o                                                 | Umur/Jenis Kelamin | Jumlah denyut (1 menit) | Perhitungan Manual | Error (%) |
| 1                                                   | 22/Laki-laki       | 43                      | 42                 | 2.38      |
| 2                                                   | 23/Laki-laki       | 45                      | 43                 | 4.65      |
| 3                                                   | 25/Laki-laki       | 47                      | 46                 | 2.17      |
| 4                                                   | 29/Laki-laki       | 39                      | 38                 | 2.63      |
| 5                                                   | 30/Laki-laki       | 40                      | 40                 | 0.00      |
| 6                                                   | 25/Laki-laki       | 46                      | 47                 | 2.13      |
| 7                                                   | 26/Perempuan       | 47                      | 45                 | 4.44      |

|    |              |    |    |      |
|----|--------------|----|----|------|
|    | n            |    |    |      |
| 8  | 20/Perempuan | 44 | 43 | 2.32 |
| 9  | 12/Perempuan | 47 | 48 | 2.08 |
| 10 | 17/Perempuan | 46 | 47 | 2.13 |
|    |              |    |    | 2.35 |

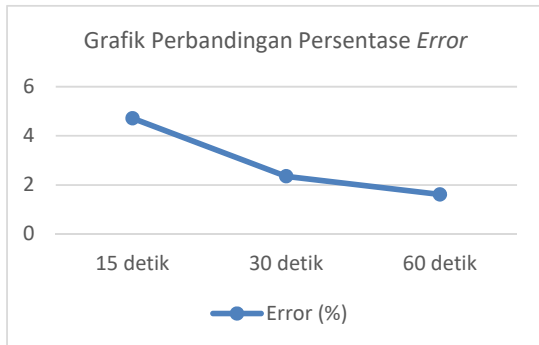
(Sumber: Data Medical Record RSUP Prof. dr. R. D. Kandou Manado Tahun 2014)

**Tabel 3.8** Data *real* hasil percobaan dengan *sampling time* 60 detik

| Data percobaan dengan <i>sampling time</i> 60 detik |                    |                         |                    |           |
|-----------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------|
| N o                                                 | Umur/Jenis Kelamin | Jumlah denyut (1 menit) | Perhitungan Manual | Error (%) |
| 1                                                   | 22/Laki-laki       | 85                      | 84                 | 1.19      |
| 2                                                   | 23/Laki-laki       | 81                      | 79                 | 2.53      |
| 3                                                   | 25/Laki-laki       | 79                      | 81                 | 2.47      |
| 4                                                   | 29/Laki-laki       | 89                      | 88                 | 1.14      |
| 5                                                   | 30/Laki-laki       | 94                      | 93                 | 1.08      |
| 6                                                   | 25/Laki-laki       | 95                      | 95                 | 0.00      |
| 7                                                   | 26/Perempuan       | 96                      | 98                 | 2.04      |
| 8                                                   | 20/Perempuan       | 94                      | 92                 | 2.17      |
| 9                                                   | 12/Perempuan       | 89                      | 88                 | 1.14      |
| 10                                                  | 17/Perempuan       | 88                      | 86                 | 2.33      |
| Rata-rata Persentase Error                          |                    |                         |                    | 1.61      |

(Sumber: Data Medical Record RSUP Prof. dr. R. D. Kandou Manado Tahun 2014)

Dari kedua macam table hasil (data *real* dan hasil perhitungan) diatas, maka dieproleh grafik perbandingan masing-masing metode yang diujikan seperti pada gambar berikut:



(Sumber: Data Medical Record RSUP Prof. dr. R. D. Kandou Manado Tahun 2014)

**Gambar 3.10** Grafik Persentase Error

### C. ANALISA SISTEM

Berdasarkan data hasil pemeriksaan terhadap 10 orang berbeda, dapat dilihat bahwa detak jantung normal orang dewasa berkisar antara 60 – 100 detak per menit. Akan tetapi, detak jantung seseorang dapat bervariasi tergantung dari kondisi selama pengukuran, seperti dalam keadaan tenang atau dalam keadaan bergerak.

Dari data pengukuran dengan menggunakan metode *sampling time* yang diubah-ubah, yaitu 15 detik, 30 detik dan 60 detik diperoleh presentase *error* sistem berkisar antara 1.72% - 4.64%. Data percobaan dengan *sampling time* 15 detik memiliki persentase *error* yang paling tinggi yaitu sebesar 4.64%. Data percobaan dengan *sampling time* 30 detik memiliki persentase *error*, yaitu sebesar 2.03%. Data percobaan dengan *sampling time* 60 detik memiliki persentase *error* paling rendah, yaitu 1.72%. Hal ini terjadi karena frekuensi jantung seseorang itu sangat bervariasi sesuai pernapasan, proses ini dipercepat selama inspirasi dan diperlambat selama ekspirasi. Jadi kemungkinan kesalahan terbesar itu ada pada 15 detik karena program secara otomatis menghitung detak jantung yang terjadi selama 15 detik dan dikalikan dengan 4 (sampai 1 menit). Jadi, jika dalam perhitungan kelebihan 1 detak jantung, maka akan menyebabkan pertambahan 4 buah detak jantung untuk perhitungan permenitnya.

## BAB IV PENUTUP

### A. KESIMPULAN

1. Dapat dibuat alat penghitung denyut nadi berbasis mikrokontroler ATmega8535.
2. Alat penghitung denyut nadi berbasis mikrokontroler dapat membantu kinerja

tenaga kesehatan dalam melakukan pemeriksaan denyut nadi pada pasien.

3. Alat ini dapat dibuat ataupun dibeli dipasaran dengan harga yang terjangkau karena menggunakan mikrokontroler ATmega8535 yang tergolong mudah dan murah untuk didapatkan.
4. Pengukuran denyut nadi menggunakan *sampling time* terendah, yaitu 15 detik menghasilkan *error* tertinggi dikarenakan penambahan satu denyut nadi saja maka program akan secara otomatis akan menghitung penambahan tersebut menjadi 4.
5. Pengukuran denyut nadi menggunakan *sampling time* tertinggi, yaitu 60 detik menghasilkan *error* terendah dikarenakan tidak ada faktor pengali di dalam program.
6. Tingkat akurasi alat ini menunjukkan akurasi dengan selisih angka yang dapat ditoleransi, yaitu 1.61 persen (sesuai SOP perhitungan denyut nadi selama 1 menit/60 detik). Dengan demikian alat ini aman digunakan untuk perhitungan denyut nadi manusia demi efisiensi waktu para tenaga medis di lingkup rumah sakit.

### B. SARAN

1. Pembuatan alat penghitung jumlah denyut nadi manusia dapat menggunakan mikrokontroler ATmega8535 karena lebih efisien, cepat dan lebih murah.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam penggunaan alat penghitung jumlah detak jantung pada manusia, maka disarankan untuk menggunakan pengukuran waktu selama 1 menit penuh (60 detik) untuk meminimalisir *error* yang terjadi pada program dalam penghitungan

## DAFTAR PUSTAKA

Andrianto Hari. 2013. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodevisionAVR)*. Informatika. Jakarta

Anonimous. 2013. *Mikrokontroler ATmega8535*. <http://sistemkomputer.fasilkom.narotama.ac.id/?p=204>. Diakses 15 September 2014

Anonimous. 2013. *Cara Menghitung Persentase*. <http://rumushitung.com/2012/12/10/cara-menghitung-persentase>. Diakses 01 Oktober 2014



- Antonisfia Yul dan Wiryadinata Romi. 2009.** *Ekstradisi Ciri Pada Isyarat Suara Jantung Menggunakan Power Spectral Density Berbasis Metode Welch.* Media Informatika. Surabaya
- Budiharto Widodo. 2009.** *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega16.* Elek Media Komputindo. Jakarta
- Budiharto Widodo & Jefri Togu. 2012.** *12 Proyek Sistem Akuisi Data.* Elek Media Komputindo. Jakarta
- Chandra, Frangky. 2009.** *Jago Elektronika Rangkaian Sistem Otomatis.* Kawan Pustaka. Jakarta.
- Dharma Surya dr., Sp.JP, FIHA. 2009.** *Sistematika Interpretasi EKG: Pedoman Praktis.* Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta
- Ibnu Mas'ud Dr., M.S. 2010.** *Dasar-dasar Fisiologi Kardiovaskuler.* Penerbit EGC. Jakarta
- Prof. dr. Herman B. Rahmatika Phd, AIF. 2009.** *Buku Ajar Fisiologi Jantung.* Penerbit EGC. Jakarta
- Price Sylvia A. dan Wilson Loraine M. 2003.** *Patofisika: Konsep Klinis Proses-proses Penyakit.* EGC. Jakarta.
- RSUP Prof. dr. R. D. Kandou. 2014.** *Data Medical Record.* Manado
- Saludin Muis Dr. 2010.** *Prinsip Kerja LCD dan Pembuatannya (Liquid Crystal Display).* Graha Ilmu. Jakarta
- Sigit Riyanto. 2012.** *Robotika, Sensor dan Aktuator.* Graha Ilmu. Jakarta
- Silverthorn. 2013.** *Fisiologi Manusia.* Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta
- Stein Emmanuel, Delman J Abner. 2012.** *Interpretasi Akurat Bunyi Jantung.* EGC. Jakarta
- Syahrul. 2012.** *Mikrokontroler AVR ATmega8535, Menjelajahi Prinsip-prinsip, Antarmuka, dan Aplikasi Mikrokontroler Dengan Assembler (Bahasa Rakitan).* Informatika. Jakarta.
- Wardhana, Lingga. 2009** *Belajar Sendiri Mikrokontroler seri ATmega8535.* CV ANDI. Yogyakarta.
- Widodo Sri Thomas . 2010.** *Elektronika Dasar.* Salemba Teknik. Jakarta
- Winoto Ardi. 2010.** *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya Dengan Bahasa C Pada Win AVR.* Informatika. Jakarta
- Yahya Fauzi A. dr., Sp.J.P(K), FIHA. 2010.** *Menaklukan Pembunuh No. 1: Mencegah dan Mengatasi Penyakit Jantung Koroner Secara Cepat dan Tepat.* Mizan Pustaka. Bandung