PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT DETEKSI DETAK JANTUNG DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51

TUGAS AKHIR

Oleh:

AISYANA SARI HAJARYANTI
0110930005-93

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2008

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT DETEKSI DETAK JANTUNG DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains dalam bidang fisika

Oleh:

AISYANA SARI HAJARYANTI
0110930005-93

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2008

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
ALAT DETEKSI DETAK JANTUNG DIGITAL
BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51

Oleh :
AISYANA SARI HAJARYANTI
0110930005-93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal …….
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I	Pembimbing II
Drs. Hari A. Dharmawan, M.Eng.	Dr.Eng. Didik R. Santoso,M.Si
NIP. 132 125 706	NIP. 132 086 158

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo, M.Si,Ph.D.
NIP. 131 960 447

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aisyana Sari Hajaryanti
NIM : 0110930005-93
Jurusan : Fisika
Penulis tugas akhir berjudul :

Perancangan dan Pembuatan Alat Deteksi Detak Jantung Digital Berbasis Mikrokontroler AT89S51

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. **Isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Tugas Akhir ini.**
2. **Apabila dikemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.**

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Agustus 2008
Yang menyatakan,

(Aisyana Sari Hajaryanti)
NIM. 0110930005-93

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT DETEKSI DETAK JANTUNG DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51

ABSTRAK

Detak jantung merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kondisi kesehatan seseorang. Prosedur yang lazim dilakukan dalam pemeriksaan detak jantung adalah dengan menggunakan stetoskop. Pada penelitian ini telah dibuat alat deteksi detak jantung berdasarkan prinsip kerja stetoskop dengan pengendali utama berupa mikrokontroler AT89S51. Alat deteksi ini diharapkan dapat bekerja sebaik stetoskop dengan penggunaan yang lebih mudah dan dapat menampilkan parameter yang dibutuhkan, yaitu jumlah detak jantung permenit dan keteraturannya.

Alat deteksi detak jantung ini menggunakan stetoskop sebagai sensor. Setelah melalui rangkaian pengkondisi sinyal dan komparator maka sinyal yang terdeteksi akan diolah oleh mikrokontroler AT89S51 dan ditampilkan pada LCD berupa jumlah detak jantung permenit dan keteraturannya. Melalui serangkaian pengujian pada masing-masing komponen dan keseluruhan sistem dengan menggunakan 10 responden berusia 24-27 tahun, maka dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik.

DEVELOPMENT OF DIGITAL HEART BEAT MEASUREMENT DEVICE BASED ON MICROCONTROLLER AT89S51

ABSTRACT

Heart beat is a parameters that can show human healthy condition. Usually, a stethoscope is used to check the heart beats. In this research, a heart beat detection device based on stethoscope that using microcontroller AT89S51 as main control has been made. This device is made to have a function as well as stethoscope but it is easier to be used. It also perform the parameter such as an amount of heart beat per minute and the rapidness.

The constructed device utilizes a stethoscope as the sensor. After processing the signal conditional and comparator, the detected signal be proceed by microcontroller AT89S51 to be displayed in LCD. The parameters are the amount of the heart beat per minute and the rapidness.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala nikmat, rahmat, serta hidayah yang telah Dia limpahkan kepada kita semua, sehingga penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **"Perancangan dan Pembuatan Alat Deteksi Detak Jantung Digital Berbasis Mikrokontroler AT89S51"**, dapat diselesaikan.

Penulis menyadari tanpa bantuan dari berbagai pihak, maka Tugas Akhir ini tidak akan terseleseikan dengan baik. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Drs. Hari Arief Dharmawan, M.Eng., selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan bantuan, arahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr.Eng.Didik R. Santoso,M.Si, selaku pembimbing II.
3. Bapak Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Fisika MIPA Universitas Brawijaya Malang.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen FMIPA terutama Dosen Fisika atas ilmu-ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
5. Papa-Bunda, Bapak-Ibu dan keluarga atas kasih sayang dan doanya selama ini.
6. Rama Triadhi Legowo, atas cinta, dukungan dan kesabarannya.
7. Teman-teman penulis, terutama Hendra, Rinti, Teguh, Indah, Ilul, Ida, dan teman-teman 2001 atas dorongan semangatnya.
8. Seluruh Karyawan dan Laboran Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.
9. Seluruh rekan kerja atas pengertian dan kesempatan yang telah diberikan pada penulis.
10. Semua pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih belum sempurna, maka kritik dan saran sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR LAMPIRAN xi

BAB I PENDAHULUAN
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Tujuan Penelitian 3
1.5. Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1. Fisiologi Jantung 5
2.2. Metode Penghitungan Detak Jantung 9
2.3. Sensor 10
2.3.1. Stetoskop 10
2.3.2. Mikropon 11
2.4. Penguat Operasional (op-amp) 11
2.4.1. Penguat membalik 12
2.4.2. Penguat tak membalik 13
2.5. Mikrokontroler AT89S51 13
2.5.1. Pengenalan mikrokontroler AT89S51 13
2.5.2. Mode-mode pengalamatan 18
2.5.3. Register AT89S51 20
2.6. Liquid Crystal Display (LCD) 22

Halaman

BAB III METODOLOGI
3.1. Waktu dan Tempat 27
3.2. Tahapan Pelaksanaan 27
3.3. Perancangan Sistem..... 28
3.3.1. Perancangan perangkat keras 28
3.3.2. Perancangan perangkat lunak 34
3.4. Pengujian Sistem 37
3.4.1. Pengujian sensor dan pengkondisi sinyal 37
3.4.2. Pengujian penguat 38
3.4.3. Pengujian rangkaian comparator..... 38
3.4.4. Pengujian keseluruhan sistem 39

BAB IV PEMBAHASAN
4.1. Rangkaian Sensor dan Pengkondisi Sinyal 41
4.2. Rangkaian Penguat 42
4.3. Rangkaian Comparator..... 43
4.4. Keseluruhan Rangkaian..... 43

BAB V PENUTUP
5.1. Kesimpulan 51
5.2. Saran 51

DAFTAR PUSTAKA 53
LAMPIRAN 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagian jantung 5
Gambar 2.2. Siklus jantung 7
Gambar 2.3. Mikropon tipe kondenser 11
Gambar 2.4. Penguat membalik 12
Gambar 2.5. Penguat tak membalik 13
Gambar 2.6. Alamat RAM internal 14
Gambar 2.7. Nama pin – pin AT89S51 14
Gambar 2.8. Diagram Blok AT89S51 15
Gambar 2.9. Rangkaian osilator yang umum 19
Gambar 2.10. Peta register fungsi khusus (SFR) 20
Gambar 3.1. Diagram alir tahapan penelitian 27
Gambar 3.2. Blok diagram instrumen 28
Gambar 3.3. Rangkaian pengkondisi sinyal 30
Gambar 3.4. Rangkaian comparator 32
Gambar 3.5. Rangkaian mikrokontroler dan LCD 33
Gambar 3.6. Diagram alir program utama 34
Gambar 3.7. Diagram alir sub rutin hitung jumlah detak jantung 35
Gambar 3.8. Pengambilan data periode detak jantung 36
Gambar 3.9. Pengujian rangkaian sensor 37
Gambar 3.10. Pengujian rangkaian penguat 38
Gambar 3.11. Pengujian rangkaian comparator 39
Gambar 3.12. Pengujian keseluruhan sistem 40
Gambar 4.1. Alat deteksi detak jantung digital 44
Gambar 4.2. Tampilan LCD 44
Gambar 4.3. Tampilan pemrosesan data pada LCD 44
Gambar 4.4. Tampilan program deteksi detak jantung 44
Gambar 4.5. Tampilan sinyal detak jantung pada osiloskop 45
Gambar 4.6. Tampilan 1 sinyal detak jantung yang diperbesar 46
Gambar 4.7. Grafik pengujian keseluruhan sistem 48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penghitungan detak jantung normal 9
Tabel 2.2. Penghitungan detak jantung tidak normal..... 10
Tabel 2.3. Fungsi pengganti pada port 3 16
Tabel 2.4. Operasi dasar LCD 23
Tabel 2.5. Fungsi terminal pada LCD..... 25
Tabel 4.1. Hasil pengujian rangkaian sensor..... 42
Tabel 4.2. Hasil pengujian rangkaian penguat 42
Tabel 4.3. Hasil pengujian rangkaian comparator..... 43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Rangkaian Skematik Deteksi Detak Jantung 57
Lampiran B. Grafik Penghitungan Periode Detak Jantung 59
Lampiran C. Periode Detak Jantung..... 85
Lampiran D. Program Detak Jantung..... 87
Lampiran E. Grafik Penghitungan Detak Jantung..... 95
Lampiran F. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem..... 111
Lampiran G. Foto-foto Penelitian..... 113

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit jantung adalah penyakit yang mengganggu sistem pembuluh darah atau lebih tepatnya menyerang jantung dan urat-urat darah. Beberapa contoh penyakit jantung seperti penyakit jantung koroner, serangan jantung, tekanan darah tinggi, *stroke*, sakit di dada (biasa disebut "*angina*") dan penyakit jantung rematik. Penyakit jantung koroner merupakan penyakit yang paling banyak penderitanya. Penyakit ini menyerang pembuluh darah dan dapat menyebabkan serangan jantung. Serangan jantung dikarenakan pembuluh arteri yang tersumbat, yang menghambat penyaluran oksigen dan nutrisi ke jantung. *Stroke* disebabkan oleh kurangnya aliran darah yang mengalir ke otak, atau terkadang menyebabkan pendarahan di otak (www.YayasanJantungIndonesia.com).

Tingginya penderita penyakit jantung di Indonesia disebabkan oleh perubahan pola makan yang kurang serat, kebiasaan kurang berolahraga dan kurangnya kesadaran masyarakat untuk memeriksakan kondisi kesehatan jantungnya secara teratur. Tingginya biaya berobat juga menjadi salah satu faktor. Salah satu cara untuk mengurangi resiko kematian akibat penyakit jantung adalah dengan rajin memeriksakan kondisi jantung secara teratur..

Hal tersebut di atas yang melatarbelakangi perlunya dibuat suatu alat untuk mendeteksi kondisi jantung. Detak jantung merupakan salah satu parameter yang diperlukan untuk diagnosis awal adanya kelainan dalam jantung. Tetapi pemeriksaan secara lengkap dan menyeluruh tentang kondisi jantung mutlak diperlukan. Jadi, alat deteksi detak jantung ini merupakan langkah awal untuk membuat suatu sistem diagnosis jantung yang lebih lengkap dan praktis dalam menampilkan berbagai parameter yang dibutuhkan. Alat deteksi detak jantung ini dibuat dalam bentuk *portable* agar mudah dan praktis dalam penggunaan. Sebagai komponen pengolah data digunakan mikrokontroler tipe AT89S51. Mikrokontroler tipe ini mudah ditemukan di pasaran dan harganya terjangkau.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian serupa yang dilakukan oleh Mokhamad Sholihul Hadi (2004) tentang alat

pemeriksa kondisi kesehatan jantung janin. Secara garis besar metode yang digunakan sama yaitu metode auskultasi dengan menggunakan stetoskop tetapi pada beberapa bagian yaitu perancangan alat, pengujian, pemrograman dan aplikasinya berbeda. Pada perancangan alat perbedaannya terdapat pada pemilihan komponen untuk filter pasif, penguat, comparator, *buzzer* dan LCD. Pemilihan komponen ini didasarkan pada karakteristik masing-masing komponen. Detak jantung janin berbeda dengan detak jantung manusia dewasa dalam hal jumlah detak permenit, frekuensi , amplitudo serta keteraturannya. Oleh karena itu komponen yang digunakan juga berbeda. Pada tahap pengujian alat perbedaannya terletak pada pengujian sensor, program dan keseluruhan sistem. Pengujian ini diaplikasikan pada manusia dewasa dengan rentang usia 23-27 tahun. Sehingga respon alat dapat diketahui secara langsung dan jika ada ketidaksesuaian dengan penghitungan manual, alat dapat segera diperbaiki. Proses pengujian keseluruhan sistem pada penelitian ini menggunakan tiga metode sekaligus yaitu auskultasi, palpasi dan menggunakan alat deteksi yang sudah diuji demi menyempurnakan penelitian terdahulu. Sehingga dapat diketahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode terutama jika dibandingkan dengan alat deteksi detak jantung. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bahasa C dengan program yang berbeda dari penelitian terdahulu karena karakteristik detak jantung manusia dewasa mempunyai frekuensi, amplitudo dan periode yang bervariasi tergantung pada umur, jenis kelamin, kondisi fisik dan psikis, serta aktivitas fisik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, maka kajian penelitian ini ditekankan pada :

1. Bagaimana merancang dan membuat suatu alat untuk mendeteksi detak jantung yang dapat menampilkan parameter keteraturan irama detak jantung, jumlah detak jantung permenit dan bunyi detak jantung?.
2. Bagaimana merancang dan membuat alat deteksi detak jantung dengan menggunakan stetoskop sebagai sensor?.

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan yang dikaji dibatasi pada :

1. Sensor yang digunakan adalah stetoskop dengan menggunakan metode auskultasi.
2. Pengendali utama dari keseluruhan sistem menggunakan mikrokontroler tipe AT89S51.
3. Tidak membahas metode diagnosis penyakit jantung.
4. Pengambilan data dilakukan pada manusia normal dengan rentang usia 23-27 tahun.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai adalah membuat alat deteksi detak jantung berdasarkan prinsip stetoskop yang dapat menampilkan parameter digital berupa keteraturan irama detak jantung dan jumlah detak jantung permenit dengan berbasis mikrokontroler AT 89S51.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan alat yang telah dirancang dan dibuat dapat memberikan manfaat diantaranya sebagai berikut :

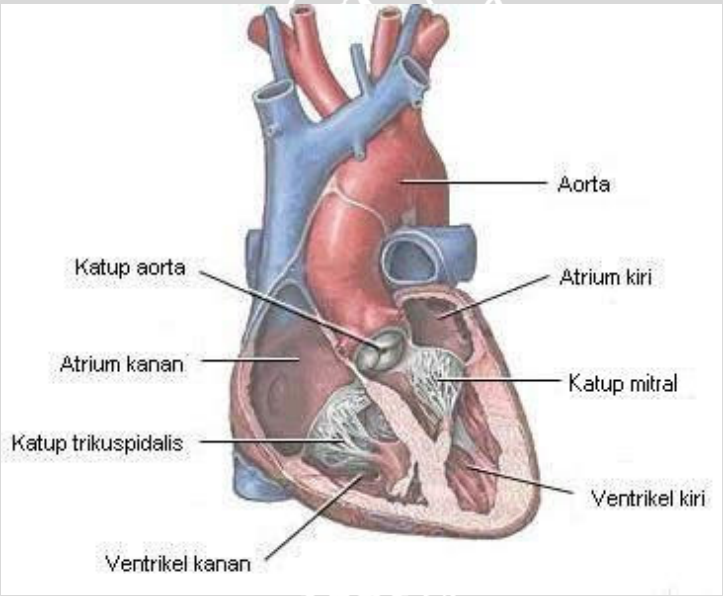
1. Alat ini digunakan sebagai diagnosis awal dengan mengetahui normal atau tidaknya kondisi jantung dengan ditampilkannya parameter jumlah detak jantung dan keteraturan irama detak jantung.
2. Alat ini dapat dijadikan referensi dalam penelitian lebih lanjut tentang alat serupa dengan parameter yang lebih lengkap dan praktis dalam penggunaan serta efektif sebagai alat bantu diagnosis penyakit.
3. Penelitian ini dapat menambah wawasan tentang jantung.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Fisiologi Jantung

Jantung merupakan suatu organ otot berongga yang terletak di pusat dada. Bagian kanan dan kiri jantung masing masing memiliki ruang sebelah atas (atrium) yang mengumpulkan darah dan ruang sebelah bawah (ventrikel) yang mengeluarkan darah. Agar darah hanya mengalir dalam satu arah, maka ventrikel memiliki satu katup pada jalan masuk dan satu katup pada jalan keluar. Bagian-bagian jantung dapat dilihat pada gambar 2.1 :



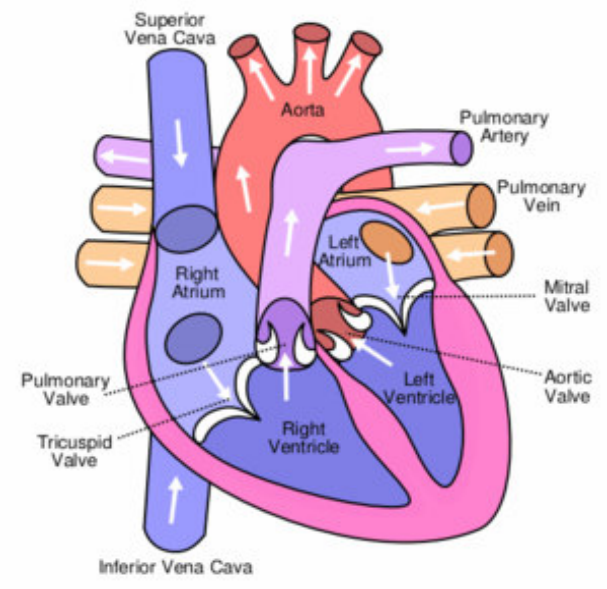
Gambar 2.1. Bagian jantung
(Sumber : http://www.medicastore.com/cybermed/)

Fungsi utama jantung adalah menyediakan oksigen ke seluruh tubuh dan membersihkan tubuh dari hasil metabolisme (*karbondioksida*). Jantung melaksanakan fungsi tersebut dengan mengumpulkan darah yang kekurangan oksigen dari seluruh tubuh dan memompanya ke dalam paru-paru, dimana darah akan

mengambil oksigen dan membuang karbondioksida, jantung kemudian mengumpulkan darah yang kaya oksigen dari paru-paru dan memompanya ke jaringan di seluruh tubuh (http://www.medicastore.com/cybermed/).

Pada saat berdenyut, setiap ruang jantung mengendur dan terisi darah (*diastole*), selanjutnya jantung berkontraksi dan memompa darah keluar dari ruang jantung (*sistole*). Kedua atrium mengendur dan berkontraksi secara bersamaan, dan kedua ventrikel juga mengendur dan berkontraksi secara bersamaan. Siklus jantung seperti terlihat pada gambar 2.2. Darah yang kehabisan oksigen dan mengandung banyak karbondioksida dari seluruh tubuh mengalir melalui 2 vena terbesar (*vena kava*) menuju ke dalam atrium kanan. Setelah atrium kanan terisi darah, darah akan terdorong melewati *tricuspid valve* menuju ke dalam ventrikel kanan. 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 (*kapiler*) yang mengelilingi kantong udara di paru-paru, menyerap oksigen dan melepaskan karbondioksida yang selanjutnya dihembuskan. Peredaran darah diantara bagian kanan jantung, paru-paru dan atrium kiri disebut sirkulasi *pulmoner.*

Darah yang kaya akan oksigen mengalir di dalam *vena pulmonalis* menuju ke atrium kiri. Darah dalam atrium kiri akan didorong ke dalam ventrikel kiri, yang selanjutnya akan memompa darah yang kaya akan oksigen ini melewati *katup aorta* masuk ke dalam *aorta* (arteri terbesar dalam tubuh). Darah kaya oksigen ini disediakan untuk seluruh tubuh, kecuali paru-paru. Peredaran darah ini disebut dengan sirkulasi sistemik.



Gambar 2.2. Siklus jantung
(Sumber : http://en.wikipedia.org/wiki/Cardiac_cycle)

Peristiwa perubahan yang terjadi dalam jantung selama peredaran darah disebut dengan siklus jantung. Soehardo (1987) menyatakan *sistole* dan *diastole* ventrikel terjadi karena konstraksi dan relaksasi *myocardia* (otot jantung) serta membuka dan menutupnya katup jantung untuk mengalirkan darah dari atrium ke ventrikel dan dari ventrikel ke batang nadi. Siklus ini dapat terasa sebagai denyut jantung, dengan menggunakan stetoskop dapat terasa sebagai detak jantung.

Detak jantung pertama terdengar bernada rendah, halus, dan lama. Hal ini disebabkan menutupnya katup *atrioventricular*. Bunyi yang terjadi disebabkan oleh vibrasi diantara dinding ventrikel dan arteri utama selama katup menutup. Detak jantung pertama menunjukkan keadaan *sistole*. Detak jantung kedua mempunyai nada yang tinggi, keras dan pendek. Hal ini berhubungan dengan menutupnya katup semilunar yang terjadi pada saat *ventricular* berelaksasi. Pada bagian kanan dan kiri tekanan *ventricular* turun di bawah tekanan aorta dan arteri *pulmonary*. Detak jantung kedua menunjukkan keadaan *diastole* (Webster, John G. 2004).

Detak jantung menjalar melewati tubuh dari jantung dan pembuluh darah utama ke permukaan tubuh. Karena lintasan transmisi bersifat akustik maka gelombang bunyi dilemahkan dan tidak direfleksikan. Pelemahan terbesar dari pergerakan gelombang terjadi pada jaringan padat seperti paru-paru dan lemak. Detak jantung dan denyut nadi mempunyai amplitudo yang sangat kecil dengan frekuensi dari 0,1 Hz sampai 2000 Hz. Pada frekuensi kurang dari 20 Hz detak jantung sulit dideteksi karena berada pada ambang bawah pendengaran manusia. Frekuensi terbaik di atas 20 Hz sampai 2000 Hz yang merupakan sensitivitas maksimal (Webster, John G. 1998).

Menurut Yayasan Jantung Indonesia (2008), pada orang dewasa normalnya jantung berdetak 60 sampai 100 kali tiap menit (atau sekitar 100 ribu kali setiap harinya). Pada wanita jumlah detak jantungnya lebih banyak 10-15 dibandingkan pria. Jantung yang berdetak tidak normal biasanya disebut *arryhytmia* (sering juga disebut *dysrhythmia*). Jantung yang berdetak terlalu lambat (dibawah 60 kali per menit) disebut *bradyarrhythmias*. Sedangkan yang berdetak di atas 100 per menit disebut *tachyarrhytmias*. Evelyn (1991) menyatakan bahwa kecepatan denyut jantung dalam kondisi sehat berbeda-beda dipengaruhi aktivitas, makanan, umur, dan emosi. Suhu badan juga mempengaruhi jumlah denyut jantung. Tiap kenaikan suhu 1˚C, denyut jantung akan bertambah 10-15 denyutan. Irama dan denyut jantung sesuai dengan siklus jantung.

Perbedaan antara detak jantung dan denyut nadi menurut John (1998) adalah detak jantung merupakan vibrasi atau suara yang berhubungan dengan pergerakan darah sedangkan denyut nadi merupakan vibrasi atau suara yang berhubungan dengan turbulasi darah yang merupakan manifestasi adanya penjalaran perubahan tekanan pada waktu sistole ventrikel. Karena detak jantung bersesuaian dengan denyut nadi dalam hal siklus jantung maka, jumlah detak jantung dan denyut nadi dapat dikatakan sama.

Denyut nadi dapat dilihat atau dirasakan melalui perabaan daerah pergelangan tangan bagian radial, atau daerah leher. Perubahan denyut nadi dipengaruhi oleh faktor yang mempengaruhi aliran darah seperti elastisitas arteri, tahanan pembuluh darah, viskositas darah, dan bentuk-bentuk aliran darah. Pada jantung yang tidak normal terdapat denyutan yang tidak teratur dan sulit diraba karena cepatnya frekuensi denyutnya. Untuk mengatasi hal ini maka

diadakan beberapa kriteria untuk mempermudah penilaian kekuatan dan jenis denyut nadi, seperti uraian berikut :

1. Laju denyut nadi yang dibedakan dalam tipe cepat (*pulsus frekuen*) atau lambat (*pulsus rarus*).
2. Ukuran denyut nadi yang dibedakan dalam tipe besar (*pulsus magnus*) atau kecil (*pulsus parvus*).
3. Gelombang denyut nadi yang dibedakan dalam tipe tajam atau runcing (*pulsus celer*) atau landai (*pulsus tardus*).
4. Irama denyut nadi yang dibedakan dalam tipe teratur (*pulsus regular*) dan tidak teratur (*pulsus irregular*).
5. Tegangan denyut nadi (*tension*) yang dibedakan dalam bentuk keras (*pulsus durus*) dan lunak (*pulsus mollis*) (Masud, Ibnu 1989).

2.2. Metode Penghitungan Detak Jantung

Metode yang digunakan untuk mengetahui jumlah detak jantung adalah metode auskultasi. Metode auskultasi (periksa dengar) merupakan tahapan untuk mengetahui kondisi jantung melalui detak jantung yang terdengar. Cara menghitung detak jantung agar mudah diketahui apakah detak jantung itu teratur atau tidak adalah dengan menghitung setiap lima detik selama 15 detik kemudian dikalikan empat agar tercapai satu menit, kemudian dilihat hasil 5 detik pertama, kedua, ketiga. Agar lebih jelas hasil perhitungannya diperlihatkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Penghitungan detak jantung normal

Waktu	Jumlah Detak
5 detik ke-1	7
5 detik ke-2	8
5 detik ke-3	8
Total	23

Jadi jumlah detak dalam 15 detik adalah : 7+8+8=23. Untuk mencapai satu menit, 34 detak dikalikan dengan 4 jadi sama dengan 92 detak. Detak jantung ini dikatakan normal karena berjumlah 92. Jumlah detak jantung orang dewasa normal berkisar antara 60 sampai 100 detak permenit. Detak jantung ini teratur karena hasil penghitungan dari 5 detik pertama, kedua, ketiga tidak menunjukkan perbedaan mencolok. Jumlah detak jantung normal tidak selalu

menunjukkan bahwa jantung tersebut normal karena keteraturan detak juga berpengaruh. Hal ini dapat ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Penghitungan detak jantung tidak normal

Waktu	Jumlah Detak
5 detik ke-1	5
5 detik ke-2	8
5 detik ke-3	10
Total	23

Jumlah detak jantung di atas sama dengan 92 detak, tetapi detak jantung ini tidak teratur karena interval detak pertama ke detak kedua dan detak kedua ke detak ketiga lebih dari 1 jadi detak tersebut tidak normal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ravin (1997), bahwa keteraturan detak jantung tergantung pada interval antara detak kesatu dan kedua, dan detak kedua dengan detak ketiga tidak lebih dari 1 dan jumlah detak setiap menit berjumlah 60 sampai 100.

2.3. Sensor

2.3.1. Stetoskop

Stetoskop digunakan untuk mentransmisikan detak jantung dari rongga dada ke telinga manusia. Teknik penggunaan stetoskop sangat mempengaruhi suara yang diterima. Ertel (1996) telah meneliti akustik yang ditransmisikan stetoskop dan interaksi akustik antara telinga manusia dan stetoskop. Ertel menemukan bahwa akustik stetoskop direfleksikan oleh telinga manusia. Individu yang lebih muda mempunyai respon yang lebih baik. Stetoskop mekanik memperkuat bunyi karena adanya fenomena gelombang tegak yang terjadi pada seperempat gelombang bunyi (Webster, John G. 1998).

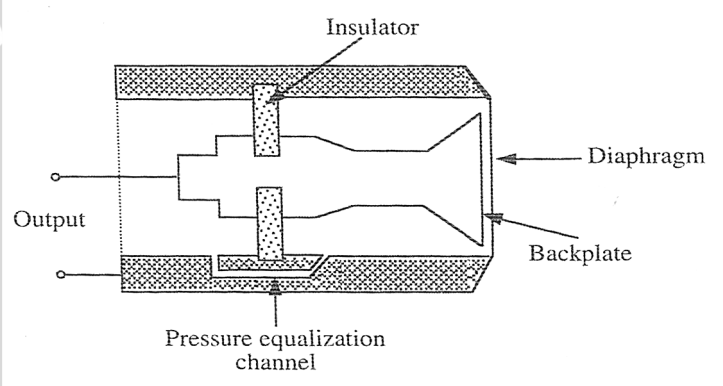
2.3.2. Mikropon

Mikropon tipe kapasitor disebut juga dengan mikropon kondenser yang merupakan mikropon paling ideal untuk pengukuran suara. Mikropon ini merupakan komponen yang bersifat linier dan dapat menghasilkan sinyal audio dengan kualitas bagus tanpa membutuhkan teknik konstruksi yang rumit. Beberapa mikropon tipe kapasitor menggunakan material berupa film *pyroelectric*. Material ini akan menghasilkan polarisasi akibat adanya perubahan regangan.

Polarisasi ini menghasilkan kualitas suara yang baik (Eren, Halit.2004).

Mikropon ini terdiri dari sebuah diafragma berbentuk piringan pada kapasitor dielektrik udara. Diafragma ini terbuat dari plastik yang bersifat konduktif, secara lengkap dapat dilihat pada gambar 2.3. Tekanan suara menghasilkan getaran pada diafragma yang selanjutnya dikeluarkan dalam bentuk tegangan. Sesuai dengan persamaan 2.1 (Beckwith.1982).

$$E \sim Qd \qquad (2.1)$$

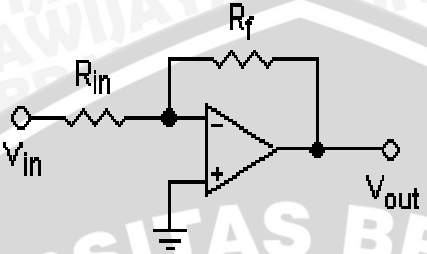


Gambar 2.3 Mikropon tipe kondenser
(Sumber : Eren, Halit.2004)

2.4. Penguat Operasional (op-amp)

Penguat operasional atau op-amp (operational amplifier) adalah penguat diferensial dengan 2 masukan dan 1 keluaran yang mempunyai penguatan tegangan yang amat tinggi. Penguat operasional dengan rangkaian balikan lebih banyak digunakan daripada dalam lingkar terbuka (Sutrisno,1987). Penguat dibedakan menjadi 2 yaitu, penguat membalik (inverting amplifier) dan penguat tak membalik (non inverting amplifier).

2.4.1. Penguat membalik



Gambar 2.4. Penguat membalik
(Sumber : www.uoguelph.com)

Pada penguat membalik sumber isyarat dihubungkan dengan masukan membalik seperti pada gambar 2.4. Penggunaan op-amp dengan masukan membalik akan menghasilkan keluaran yang berlawanan fase dengan sinyal masukan. Penguat ini memperkuat tegangan dengan dikalikan konstanta yang bernilai negatif. Besarnya nilai penguatan (gain) pada op-amp ini adalah :

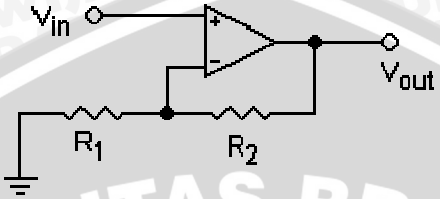
$$A = -\left(\frac{Rf}{Rin}\right) \tag{2.2}$$

$$Vout = -AVin \tag{2.3}$$

dengan,

A = gain
Rf = resistor feedback pada op-amp
Rin = resistor input
Vin = tegangan input
Vout = tegangan output

2.4.2. Penguat tak membalik



Gambar 2.5. Penguat tak membalik
(Sumber : www.uoguelph.com)

Op-amp dapat dipasang untuk membentuk penguat tak membalik seperti pada gambar 2.5. Penggunaan op-amp dengan masukan tak membalik akan menghasilkan keluaran yang sefase dengan sinyal masukan. Penguat ini memperkuat tegangan dengan dikalikan konstanta lebih besar dari 1. Besarnya nilai penguatan (gain) pada op-amp ini adalah :

$$A = \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \tag{2.4}$$

$$Vout = AVin \tag{2.5}$$

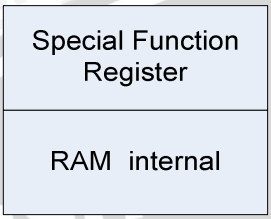
dengan,
A = gain
R2 = resistor feedback pada op-amp
R1 = resistor input
Vin = tegangan input
Vout = tegangan output

2.5. Mikrokontroler AT89S51

2.5.1. Pengenalan mikrokontroler AT89S51

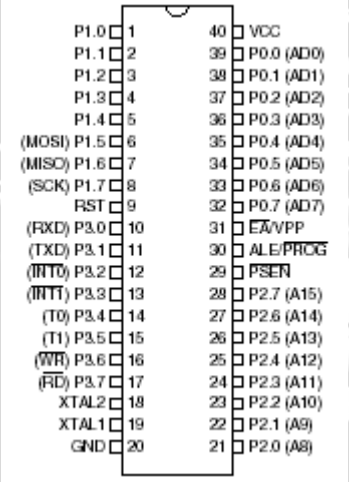
AT89S51 mempunyai memori yang terdiri dari RAM internal dan *special function register*. RAM internal berukuran 128 byte dan beralamatkan 00H -7FH serta dapat diakses menggunakan RAM *address register*. RAM internal terdiri dari 8 buah register (R0 – R7) yang membentuk *register banks*. *Special function register* yang

berjumlah 21 buah berada di alamat 80H – FFH. RAM ini berbeda lokasi dengan Flash PEROM dengan alamat 000H – 7FFH.



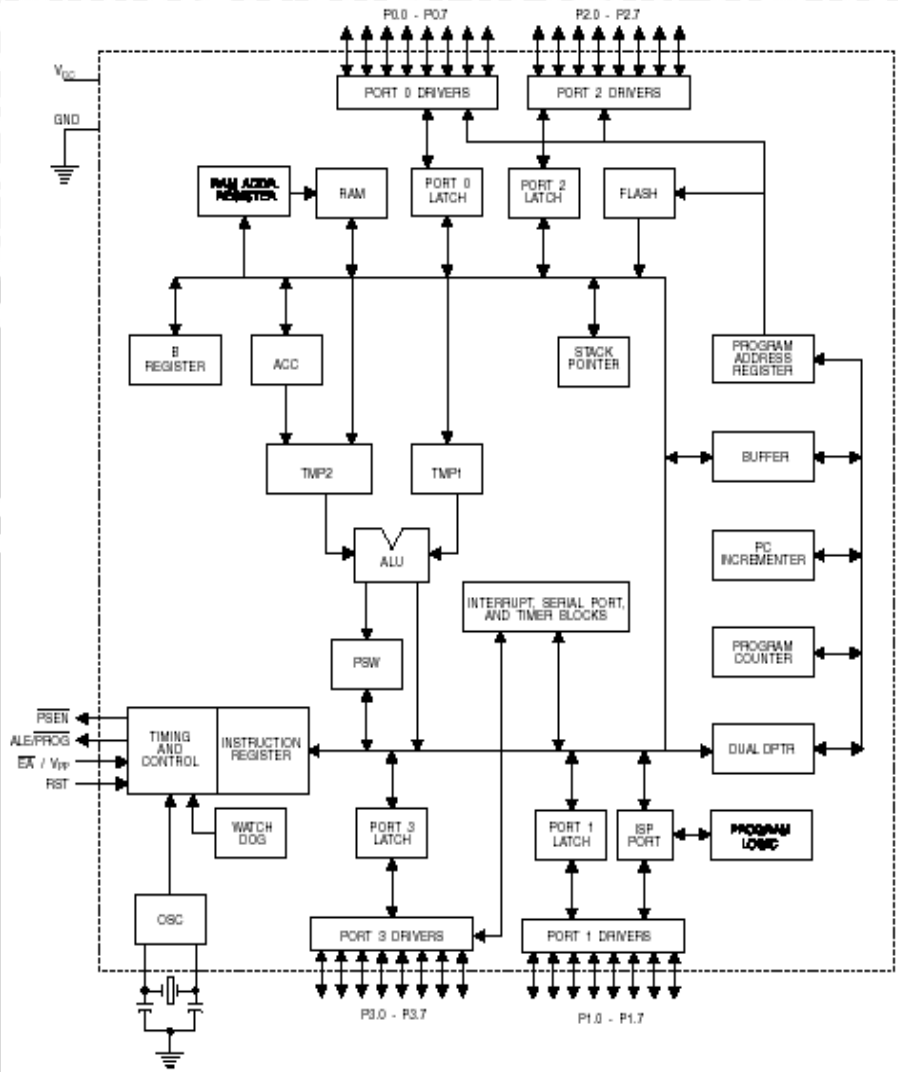
Gambar 2.6. Alamat RAM internal
(Sumber : www.atmel.com)

IC AT89S51 mempunyai 40 pin yang sesuai dengan mikrokontroler 8031 dan memiliki susunan pin seperti gambar 2.7.



Gambar 2.7. Nama pin – pin AT89S51
(Sumber : www.atmel.com)

Jika kita lihat diagram blok mikrokontroler ini terlihat jelas fasilitas yang diberikannya. Gambar 2.8 merupakan blok IC tersebut:



Gambar 2.8. Diagram Blok AT89S51
(Sumber : www.atmel.com)

Pada gambar 2.8 terlihat bahwa terdapat 4 port untuk I/O dan tersedia pula akumulator, register, RAM, *stack pointer*, *Arithmetic Logic Unit* (ALU), pengunci (*latch*) dan rangkaian osilasi yang

membuat 89S51 dapat beroperasi hanya dengan sekeping IC. Berikut penjelasan masing-masing pin :

- Pin 1-8
  Pin 1-8 adalah port 1 yang merupakan saluran atau bus I/O 8 bit 2 arah dengan internal *pull up* yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti mengendalikan 4 input TTL. Port ini juga digunakan sebagai saluran alamat saat pemrograman dan verifikasi.
- Pin 9
  Pin 9 merupakan masukan riset (Aktif tinggi). Pulsa transisi dari rendah ke tinggi akan mereset mikrokontroler ini.
- Pin 10-17
  Port 3 merupakan saluran atau bus I/O 8 bit 2 arah dengan internal *pull up* yang memiliki fungsi pengganti. Bila fungsi pengganti tidak dipakai maka dapat digunakan sebagai port paralel 8 bit serbaguna. Selain itu, sebagian port 3 dapat berfungsi sebagai sinyal kontrol saat proses pemrograman dan verifikasi. Adapun fungsi penggantinya diperlihatkan tabel 2.3 :

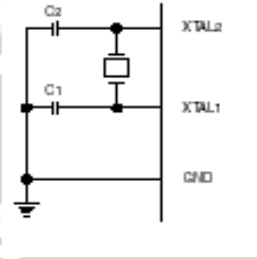
Tabel 2.3. Fungsi pengganti pada port 3
(Sumber : Putra,A.E.2004)

Bit	Nama	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD	Untuk menerima data port serial
P3.1	TXD	Untuk mengirim data port serial
P3.2	INT0	Interupsi eksternal 0
P3.3	INT1	Interupsi eksternal 1
P3.4	T0	Input eksternal waktu/pencacah 0
P3.5	T1	Input eksternal waktu/pencacah 1
P3.6	WR	Jalur menulis memori data eksternal
P3.7	RD	Jalur membaca memori data eksternal

- Pin 18 dan 19

Jalur ini merupakan masukan ke penguat osilator berpenguat tinggi. Mikrokontroler ini memiliki seluruh rangkaian osilator yang diperlukan pada chip, kecuali rangkaian kristal yang mengendailkan frekuensi osilator. Oleh karenanya pin 18 dan 19 sangat diperlukan untuk dihubungkan dengan kristal. Selain itu, XTAL 1 juga dapat digunakan sebagai input untuk inverting *oscillator amplifier* dan

input ke rangkaian internal clock, sedangkan XTAL 2 merupakan output dari inverting *oscillator amplifier*.



Gambar 2.9. Rangkaian osilator yang umum
(Sumber : www.atmel.com)

Catatan : C1 dan C2 bernilai 30 pF untuk kristal atau 40pF untuk resonator keramik.

- Pin 20
  Merupakan ground sumber tegangan dan diberi simbol GND.
- Pin 21 – 28
  Pin ini adalah port 2 yang merupakan saluran atau bus I/O 8 bit 2 arah dengan internal *pull ups*. Saat pengambilan data dari program memori eksternal atau selama pengaksesan data memori eksternal yang menggunakan alamat 16 bit (MOVX @DPTR), port 2 berfungsi sebagai saluran atau bus alamat tinggi (A8 – A15). Akan tetapi, saat mengakses data memori eksternal yang menggunakan alamat 8 bit (MOVX @R1), port 2 mengeluarkan isi P2 pada *special function register*.
- Pin 29
  Program store enable (PSEN) merupakan sinyal pengontrol untuk mengakses program memori eksternal agar masuk kedalam bus selama proses pemberian / pengambilan instruksi (*fetching*).
- Pin 30
  Address Latch Enable $(ALE)/\overline{PROG}$ merupakan penahan alamat memori eksternal (pada port 1) selama mengakses ke memori eksternal. Pin ini juga berfungsi sebagai pulsa/sinyal input pemrograman (PROG) selama proses pemrograman.
- Pin 31
  Eksternal Akses Enable (EA) merupakan sinyal kontrol untuk pembacaan memori program. Apabila diset rendah (L) maka

mikrokontroler akan melaksanakan seluruh instruksi dari memori program eksternal, sedangkan jika diset tinggi (H) maka mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari memori program internal ketika isi program *counter* kurang dari 4096. Port ini juga berfungsi sebagai tegangan pemrograman (V_{pp}=+12V) selama proses pemrograman.

- Pin 32 – 39
  Port 0 yang merupakan saluran bus I/O 8 bit *open collector* dapat juga digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah dan bus data selama adanya akses ke memori program eksternal. Saat proses pemrograman dan verifikasi, port 0 digunakan sebagai saluran atau bus data. *Pull up* eksternal diperlukan selama proses verifikasi.
- Pin 40
  Pin 40 merupakan sumber tegangan positif yang diberi simbol V_{cc}.

2.5.2. Mode-mode pengalamatan

1. Pengalamatan Langsung (*Direct Addressing*)

Dalam pengalamatan langsung, operan-operan ditentukan berdasar alamat 8bit (1byte) dalam suatu instruksi. Hanya RAM data internal dan SFR saja yang bisa diakses secara langsung.

2. Pengalamatan Tak Langsung (*Indirect Addressing*)

Dalam pengalamatan tak langsung, instruksi menentukan suatu register yang digunakan untuk menyimpan alamat operan. Baik RAM internal maupun eksternal dapat diakses secara tak langsung. Register alamat untuk alamat-alamat 8bit bisa menggunakan *Stack Pointer* atau R0 atau R1 dari bank register yang dipilih. Sedangkan untuk alamat 16bit hanya bisa menggunakan register pointer data 16bit atau DPTR.

3. Instruksi-Instruksi Register

Bank-bank register, yang masing-masing berisi R0 hingga R7 atau 8 register, dapat diakses melalui instruksi yang op-kodenya mengandung 3bit spesifikasi register (000 untuk R0, 001 untuk R1 hingga 111 untuk R7). Pengaksesan register dengan cara demikian

bisa menghemat penggunaan kode instruksi, karena tidak memerlukan sebuah byte untuk alamat. Saat instruksi tersebut dikerjakan, satu dari delapan register pada bank yang terpilih yang diakses.

4. Instruksi-Instruksi Register Khusus

Beberapa instruksi hanya dikhususkan untuk suatu register tertentu. Misalnya, suatu instruksi yang hanya bekerja pada akumulator saja, sehingga tidak memerlukan alamat byte untuk menunjuk ke akumulator tersebut. Dalam hal ini, op-kodenya sendiri telah mengandung penunjuk ke register yang benar. Instruksi yang mengacu akumulator sebagai A akan dikodekan dengan op-kode spesifik akumulator.

5. Konstanta Segera (*Immediate Constants*)

Nilai dari suatu konstanta dapat segera menyatu dengan op-kode dalam memori program. Misalnya, instruksi : MOV A,#100, yang akan menyimpan kostanta 100 (desimal) ke dalam akumulator. Bilangan yang sama tersebut bisa juga dituliskan dalam format heksa sebagai 64h (MOV A,#64h).

6. Pengalamatan Terindeks (*Indexed Addressing*)

Memori program hanya bisa diakses melalui pengalamatan terindeks. Mode pengalamatan ini ditujukan untuk membaca tabel tengok (look-up tables) yang tersimpan dalam memori program (data yang menyatu dengan program). Sebuah register dasar 16bit (bisa DPTR atau Pencacah Program atau *Program Counter*) menunjuk ke awal atau dasar tabel dan akumulator di set dengan angka indeks tabel yang akan diakses. Alamat dari entri tabel dalam memori program dibentuk dengan menjumlahkan data akumulator dengan penunjuk awal tabel.

Tipe lain dari pengalamatan terindeks digunakan dalam instruksi-instruksi “lompat bersyarat”. Dalam hal ini, alamat tujuan dari instruksi lompat (*jump*) dihitung sebagai jumlah dari penunjuk dasar (*base pointer*) dengan data akumulator (Putra, A.E.2004.).

2.5.3. Register AT89S51

Register adalah penampung data sementara yang terletak dalam CPU. Sekumpulan SFR atau *Special Function Register* yang terdapat pada mikrokontroler Atmel keluarga 51 ditunjukkan pada Gambar 2.10., pada bagian kiri dan kanan dituliskan alamat-alamatnya dalam heksadesimal.

	8bytes								
F8									FF
F0	B								F7
E8									EF
E0	ACC								E7
D8									DF
D0	PSW								D7
C8	(T2CON)	(T2MOD)	(RCAP2L)	(RCAP2H)	(TL2)	(TH2)			CF
C0									C7
B8	IP								BF
B0	P3								B7
A8	IE								AF
A0	P2								A7
98	SCON	SBUF							9F
90	P1								97
88	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1			8F
80	P0	SP	DPL	DPH				PCON	87

Gambar 2.10. Peta register fungsi khusus (SFR)
(Sumber ; Putra, A. E.2004)

Tidak semua alamat pada SFR digunakan, alamat-alamat yang tidak digunakan tidak diimplementasikan pada chip. Jika dilakukan usaha pembacaan pada alamat-alamat yang tidak terpakai tersebut akan menghasilkan data acak dan penulisannya tidak menimbulkan efek sama sekali. Berikut akan dijelaskan secara singkat SFR-SFR beserta fungsinya yang semuanya terletak pada internal RAM :

1. *Accumulator* (register A)

Accumulator ialah sebuah register 8 bit yang merupakan pusat dari semua operasi *accumulator* , termasuk dalam operasi aritmatika dan operasi logika.

2. Register B

Register ini memiliki fungsi yang sama dengan register A.

3. *Program Counter* (PC)

Program Counter / pencacah program merupakan sebuah register 16 bit yang selalu menunjukkan lokasi memori instruksi yang akan diakses.

4. Data Pointer

Data Pointer atau DPTR merupakan register 16 bit yang terletak di alamat 82H untuk DPL dan 83H untuk DPH. Biasanya Data Pointer digunakan untuk mengakses data atau *source code* yang terletak di memori eksternal.

5. *Stack Pointer* (SP)

Stack Pointer merupakan sebuah register 8 bit yang mempunyai fungsi khusus sebagai penunjuk alamat atau data paling atas pada operasi penumpukan di RAM. *Stack Pointer* terletak di alamat 81H. Penunjuk penumpukan selalu berkurang dua tiap kali data didorong masuk ke dalam lokasi penumpukan dan selalu bertambah dua tiap kali data ditarik ke luar dari lokasi penumpukan.

6. Program Status Word

Register ini berisi beberapa bit status yang mencerminkan keadaan mikrokontroler. Definisi bit-bit dalam PSW dijelaskan dalam gambar di bawah :

CY	AC	F0	RS1	RS2	OV	-	P

Gambar 2.11. Program status word
(Sumber : Budiharto,Widodo.2004)

a. Bit *Carry Flag* (CY)

Bit *carry* (bit ke-8) mempunyai dua fungsi, pertama, *carry* akan menunjukkan apakah operasi penjumlahan mengandung *carry* (sisa) atau apakah operasi pengurangan mengandung *borrow* (kurang). Apabila operasi ini mengandung *carry*, bit ini akan diset agar bernilai satu sedangkan jika mengandung *borrow*, bit ini akan diset agar bernilai nol. Kemudian yang kedua, *carry* dimanfaatkan sebagai bit ke-8 untuk operasi pergeseran (*shift*) atau perputaran.

b. Bit *Auxiliary Carry* (AC)

Bit ini menunjukkan adanya *carry* (bawaan) dari bit ketiga menuju ke bit keempat atau dari empat bit rendah ke empat bit tinggi pada operasi aritmatika. Bit ini jarang digunakan dalam program, tetapi digunakan oleh mikrokontroler secara implisit pada operasi aritmatika bilangan BCD.

c. Bit Flag 0 (F0)

Bit ini menunjukkan apakah hasil operasi bernilai nol atau tidak. Apabila hasil operasi adalah nol, bit ini diset agar bernilai satu, sedangkan apabila hasil operasinya bukan nol maka bit ini akan direset. Bit ini juga digunakan pada perbandingan dua buah data. Jika kedua data bernilai sama maka bit ini akan diset agar bernilai satu, sedangkan jika kedua data berbeda maka bit ini akan direset agar bernilai nol.

d. Bit *Register Select* (RS)

RS0 dan RS1 digunakan untuk memilih bank register. Delapan buah register ini merupakan register serbaguna. Lokasinya pada awal 32 byte RAM internal yang memiliki alamat dari 00H sampai 1FH. Register ini dapat diakses melalui simbol *assembler* (R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6, dan R7) (Budiharto,Widodo.2004).

2.6. *Liquid Crystal Display* (LCD)

LCD merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan karakter baik berupa karakter angka, huruf, maupun karakter lain. Penampil kristal cair ini terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca yang sampingnya tertutup rapat. Antara kedua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya. Sel mempunyai ketebalan sekitar $1x10^{-5}$ meter dan diisi dengan kristal cair.

Pada dasarnya penampil kristal cair/*Liquid Crystal Display* (LCD) bekerja dari tegangan rendah (3 sampai 15Vrms), frekuensi rendah (25-60Hz) sinyal AC, dan memakai arus listrik yang sangat kecil. LCD seringkali ditata sebagai tampilan seven segment untuk menampilkan angka. LCD membutuhkan arus listrik yang lebih

sedikit dan tidak mengeluarkan cahaya seperti LED. LCD merupakan modul display yang saat ini telah banyak digunakan untuk bermacam-macam peralatan. Keuntungan penggunaan LCD ini antara lain adalah :

1. Dapat menampilkan karakter-karakter ASCII,
2. Mudah dihubungkan dengan port masukan/keluaran, karena hanya membutuhkan 8bit data dan 3bit kontrol,
3. Mempunyai ukuran yang relatif kecil,
4. Dapat menampilkan dua baris, masing-masing 16 karakter ASCII (tergantung jenis LCD yang digunakan).

Operasi dasar LCD terdiri dari 4 kondisi, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. Operasi dasar dari LCD dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Operasi dasar LCD
(Sumber : www.alldatasheet.com)

RS	RW	OPERASI
0	0	Operasi Internal
0	1	Baca Kondisi Sibuk
1	0	Tulis Data
1	1	Baca Data

Pada perancangan sistem ini memakai LCD tipe TM162ABC dari Tianma Mikroelektronik yang merupakan sebuah modul LCD dot matrik yang membutuhkan daya kecil. LCD modul TM162ABC dilengkapi panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengendali LCD CMOS yang telah terpasang dalam modul tersebut. LCD modul TM162ABC mempunyai spesifikasi teknis sebagai berikut :

a. Memiliki 16 karakter dan 2 baris tampilan yang terdiri dari 5 x 7 dot matrik ditambah dengan kursor.
b. Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter.
c. Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter.
d. 80 x 8 display data RAM (maksimum 80 karakter).
e. Osilator di dalam modul.

f. Catu daya +5 Volt.
g. Otomatisasi reset saat catu daya dinyalakan.

LCD modul TM162ABC mempunyai 16 pin/penyemat, fungsi masing-masing pin adalah sebagai berikut :

1. ***Display Clear*** : berfungsi membersihkan tampilan pada LCD sekaligus menyimpan sedangkan kursor kembali ke semula.
2. ***Cursor Home*** : berfungsi membersihkan semua tampilan dan kursor kembali ke semula.
3. ***Entri Mode Set*** : layar beraksi sebagai tampilan tulis.
   S = I/O : menggeser layar
   I/O = 1 : kursor bergerak ke kiri dan layar bergerak ke kiri
   I/O = 0 : kursor bergerak ke kiri dan layar bergerak ke kanan
4. ***Display On/Off control***
   D = 1 : layar *on*
   D = 0 : layar *off*
   C = 1 : kursor *on*
   C = 0 : kursor *off*
   B = 1 : kursor berkedip-kedip
   B = 0 : kursor tidak berkedip-kedip
5. ***Cursor Display Shift***
   S/C = 1 : LCD diidentifikasikan sebagai layar
   S/C = 0 : LCD diidentifikasikan sebagai kursor
   R/L = 1 : menggeser satu spasi ke kanan
   R/L = 0 : menggeser satu spasi ke kiri
6. ***Function Set***
   DL = 1 : panjang data LCD pada 8 bit (DB7-DB0)
   DL = 0 : panjang data LCD pada 4 bit (DB7-DB0)
   Bit *upper* ditransfer kemudian diikuti oleh 4 bit *lower*
   N = I/O : LCD menggunakan 2 atau 1 baris
   P = I/O : LCD menggunakan 5 x 10 atau 5 x 7 dot matrik
7. **CG RAM *address set*** : menulis RAM ke karakter.
8. **DD RAM *address set*** : menulis alamat ke tampilan.
9. **BF / *address set*** : BF = I/O, LCD dalam keadaan sibuk atau tidak sibuk.
10. ***Data write to CG RAM or DD RAM*** : menulis byte ke alamat terakhir RAM yang dipilih.
11. ***Data read from CG RAM or DD RAM*** : membaca byte dari alamat terakhir RAM yang dipilih (El Tech Electronics.1997).

Fungsi-fungsi terminal pada LCD ditunjukkan tabel 2.5.

Tabel 2.5. Fungsi terminal pada LCD
(Sumber : El Tech Electronics.1997)

Nama Sinyal	No. Terminal	I/O	Tujuan	Fungsi
DB0 – DB3	4	I/O	MPU	Lalu-lintas data dan instruksi, *lower byte*
DB4 – DB7	4	I/O	MPU	Lalu-lintas data dan instruksi, *upper byte*
E	1	INPUT	MPU	Sinyal start (*read/write*)
R/W	1	INPUT	MPU	Sinyal seleksi instruksi
R/S	1	INPUT	MPU	Sinyal seleksi register
V_{cc}	1	-	*Power Supply*	Driver LCD
V_{DD}	1	-	*Power Supply*	5 volt
V_{SS}	1	-	*Power Supply*	0 volt (*ground*)

Halaman ini sengaja dikosongkan

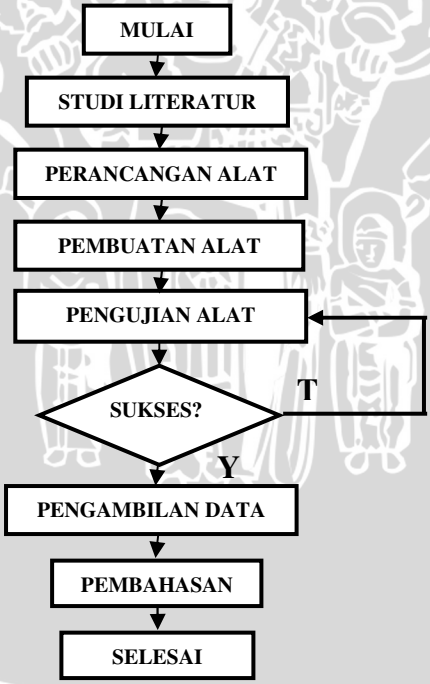
BAB III
METODOLOGI

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dimulai pada bulan Juni 2006-Desember 2006 dan dilanjutkan pada bulan Maret 2008-Juli 2008. Bertempat di laboratorium Instrumentasi dan Pengukuran Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.

3.2. Tahapan Pelaksanaan

Penelitian tersebut dimulai dengan studi literatur yang dilanjutkan dengan perancangan alat, pembuatan alat, pembuatan program dan pengujian alat, secara lengkap dapat digambarkan pada diagram alir di bawah :



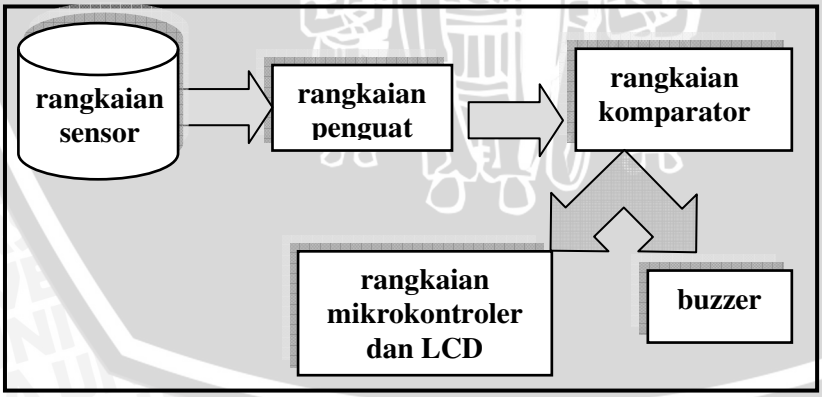
Gambar 3.1. Diagram alir tahapan penelitian

3.3. Perancangan Sistem

Tahapan pertama yang dilakukan adalah perancangan sistem. Pada tahap perancangan ini dilakukan studi literatur. Studi literatur berfungsi untuk mempelajari karakteristik komponen yang akan digunakan dan untuk mempelajari fisiologi jantung serta metode diagnosisnya. Metode ini penting dipelajari sehingga dapat menentukan parameter apa saja yang perlu ditampilkan dan bagaimana cara menghitungnya. Perancangan sistem terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan *hardware* meliputi penentuan spesifikasi sistem yang dirancang, penyusunan blok diagram sistem untuk mempermudah pemahaman mengenai alur kerja alat yang akan dibuat serta pembuatan skema rangkaian. Pemilihan komponen perangkat keras berdasarkan dalam komponen yang umum dan mudah didapatkan di pasaran lokal serta ukuran fisik yang lebih kecil. Untuk komponen aktif dipilih tipe yang berkualitas baik. Sedangkan perancangan *software* meliputi pembuatan diagram alir.

3.3.1. Perancangan perangkat keras

Diagram blok rangkaian merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan sistem ini, karena dari diagram blok dapat diketahui perangkat keras apa saja yang digunakan dalam perancangan dan cara kerja dari sistem yang terdapat pada alat tersebut. Diagram blok rangkaian alat deteksi detak jantung adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2. Blok diagram instrumen

Fungsi dari masing-masing bagian pada blok diagram dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sensor terdiri dari stetoskop,mikropon dan filter pasif. Stetoskop yang digunakan adalah stetoskop manual yang berfungsi untuk menangkap sinyal detak jantung berupa gelombang bunyi. Mikropon berfungsi mengubah sinyal fisik berupa bunyi detak jantung menjadi sinyal listrik (perubahan tegangan). Selanjutnya rangkaian filter pasif berupa *low pass filter* berfungsi menyaring frekuensi tinggi berupa *noise* dan meloloskan frekuensi rendah berupa detak jantung.
2. Rangkaian penguat berfungsi menguatkan tegangan keluaran dari sensor.
3. Komparator berfungsi untuk membandingkan tegangan masukan analog dengan tegangan referensi, hasilnya menjadi sinyal masukan mikrokontroler.
4. Buzzer berfungsi untuk keluaran berupa bunyi detak jantung.
5. Mikrokontroler sebagai pengendali utama dari keseluruhan sistem, sedangkan LCD 16x2 (*Liquid Crystal Display*) berfungsi untuk menampilkan sejumlah karakter yang berupa jumlah detak jantung dan keteraturannya yang dihitung sesuai data yang masuk ke mikrokontroler.

Prinsip kerja alat dapat dijelaskan sebagai berikut, gelombang bunyi berupa detak jantung yang ditangkap stetoskop diteruskan ke mikropon yang kemudian merubah sinyal tersebut menjadi sinyal listrik. Sinyal diteruskan ke filter pasif, setelah *noise* dihilangkan maka sinyal akan diteruskan ke penguat. Selanjutnya sinyal yang telah dikuatkan menjadi masukan komparator dari komparator sinyal listrik dipecah menjadi dua, bagian pertama dirubah menjadi suara oleh buzzer bagian kedua menjadi masukan mikrokontroler.

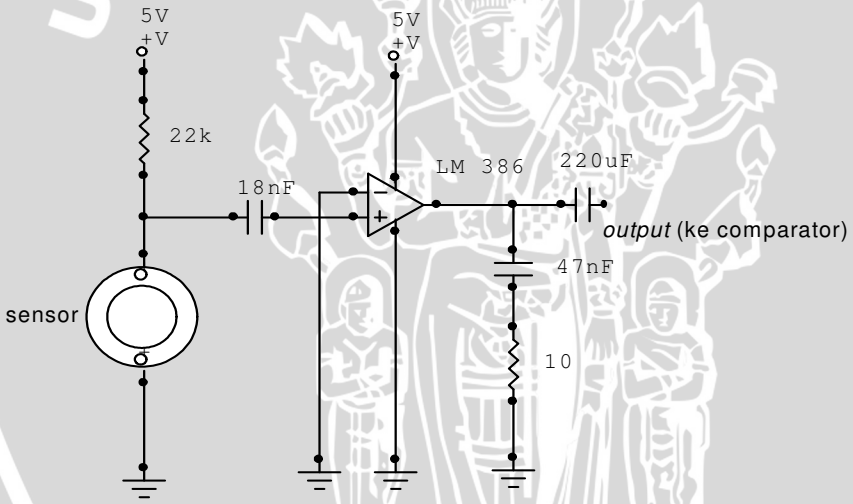
Tahapan selanjutnya sinyal listrik akan diolah oleh mikrokontroler berdasarkan program yang telah dibuat sehingga dapat menghasilkan parameter keluaran antara lain jumlah detak jantung permenit dan keteraturan irama detak jantung. Parameter tersebut akan ditampilkan pada *display* berupa layar LCD.

a. Sensor dan Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Sensor terdiri dari dua bagian, yaitu stetoskop yang berfungsi untuk menangkap gelombang bunyi berupa detak jantung. Bagian kedua yaitu mikropon yang berfungsi untuk mengubah gelombang

bunyi menjadi sinyal listrik. Gelombang suara mempunyai amplitudo dan frekuensi yang berubah-ubah sehingga diperlukan mikropon yang dapat menghasilkan sinyal listrik sesuai dengan karakteristik dan amplitudo gelombang bunyi yang diterima.

Mikropon yang digunakan harus dapat berfungsi secara sensitif terhadap gelombang suara yang diterima dalam hal ini digunakan mikropon kondensor elektrik. Mikropon kondenser akan bersifat sebagai kapasitor variabel yang berubah-ubah nilai kapasitansinya jika menerima gelombang bunyi, sehingga menghasilkan sinyal listrik yang sesuai dengan karakteristik gelombang bunyi tersebut. Mikropon kondenser mempunyai sensitivitas yang sangat baik. dengan menambahkan rangkaian pengkondisi sinyal filter pasif komponen resistor dan kapasitor yang dirangkai bersama. Catu daya yang digunakan sebesar 5 volt dengan resistor sebesar 22 kΩ dan kapasitor sebesar 18 nF.



Gambar 3.3. Rangkaian pengkondisi sinyal

Rangkaian sensor dalam perancangan ini menggunakan dua pengkondisi sinyal, yaitu rangkaian *RC low pass filter* (LPF), dan rangkaian penguat sinyal. RC *low pass filter* digunakan untuk mengurangi derau (*noise*) dalam sinyal analog yang berasal dari luar. Berdasarkan hasil uji coba rangkaian mikropon didapatkan frekuensi *noise* lebih besar dari 1,6 kHz. Oleh karena itu digunakan rangkaian

low pass filter agar hanya sinyal detak jantung saja yang dapat terdeteksi. Persamaan untuk *low pass filter* sebagai berikut :

$$fc = \frac{1}{2\pi RC} \tag{3.1}$$

Berdasarkan persamaan di atas dengan memasukkan nilai kapasitansi sebesar 18nF, maka diperoleh nilai resistansinya sebesar :

$$R = \frac{1}{2.3,14.1,6.10^{3}.18.10^{-9}} \tag{3.2}$$

Dari perhitungan di atas maka diperoleh besarnya nilai R adalah 22kΩ.

Rangkaian penguat sinyal menggunakan umpan balik negatif dengan umpan balik tanpa pembalikan (*non-inverting*). Rangkaian ini digunakan sebagai penguat sinyal dari keluaran sensor mikropon. Op-amp yang digunakan adalah IC LM386 yang merupakan penguat khusus untuk audio. IC ini dipilih karena mempunyai *noise* rendah, ideal untuk catu daya menggunakan baterei, mempunyai distorsi rendah 0,2%. Besarnya penguatan sudah ditentukan sebesar 20 kali. Rangkaian ini menggunakan resistor bernilai 10 Ω dan kapasistor bernilai 220 µF dan 47 nF yang berfungsi untuk mengurangi *noise*. Besarnya tegangan keluaran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

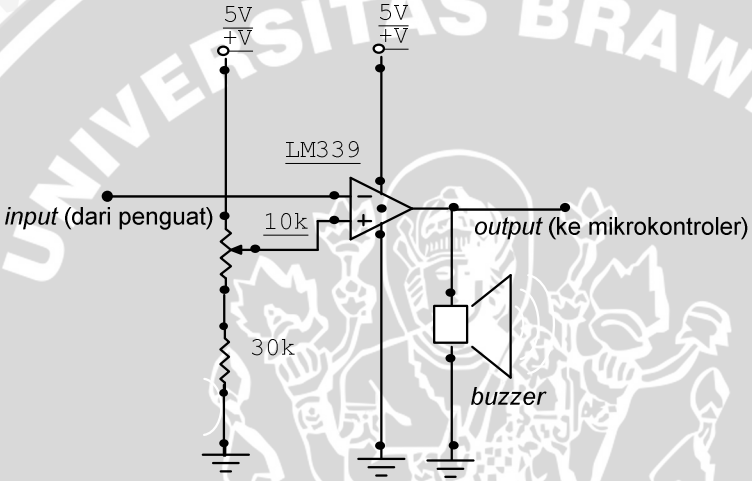
$$Vout = AxVin \tag{3.3}$$

A merupakan besarnya penguatan yang bernilai 20, sedangkan *Vin* merupakan tegangan masukan penguat yang bernilai antara 0,07V sampai 0,12V. Dengan memasukkan nilai tersebut dapat diketahui besarnya tegangan keluaran.

b. Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator berfungsi untuk membandingkan tegangan masukan dengan tegangan referensi. Tegangan referensi bernilai 1/2*Vout* penguat atau 1,25V. Hasilnya berupa gelombang persegi dengan amplitudo 2V dan 0,02V. Pada saat amplitudo 2V

bernilai logika 1 sedangkan pada saat amplitudonya 0,02V bernilai logika 0. Keluaran dari komparator ini menjadi masukan mikrokontroler. Mikrokontroler hanya dapat menerima masukan berupa sinyal digital, oleh karena itu sinyal listrik dari rangkaian penguat harus diubah menjadi sinyal digital yang berupa gelombang persegi. Komponen yang digunakan yaitu variabel resistor dengan nilai 10 kΩ sedangkan sebagai komparator digunakan IC LM 339. Rangkaian komparator seperti tampak pada gambar 3.4 :



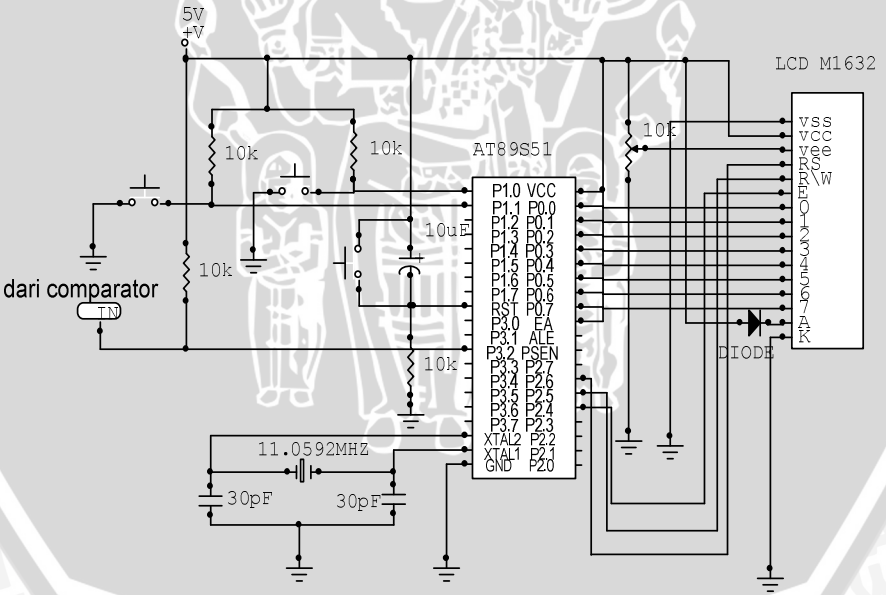
Gambar 3.4. Rangkaian comparator

c. Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 dan LCD

Mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah data berdasarkan program yang telah di buat. Mikrokontroler dan LCD dirangkai seperti pada gambar 3.5 dengan mengacu pada *datasheet*. P00-P07 pada mikrokontroler digunakan untuk mengirim data hasil analisa ke layar LCD melalui kaki DB0-DB7 LCD. Pin timer (t1) pada mikrokontroler berfungsi untuk menerima masukan dari rangkaian comparator. Sinyal yang masuk akan dihitung dan dianalisa oleh mikrokontroler berdasarkan program yang telah dibuat. Selanjutnya data yang telah diolah akan ditampilkan pada layar LCD. Mikrokontroler beroperasi menggunakan kristal dengan frekuensi osilator 11,0592 MHz, frekuensi kerja mikrokontroler 1 MHz dan besarnya 1 siklus adalah 1µs.

Rangkaian LCD digunakan sebagai unit penampil keluaran berupa karakter (data digital) dari detektor detak jantung ini. LCD yang digunakan adalah LCD *backlight* matrik 16x2 karakter type TM 162ABC dari Tianma Mikroelektronik. Masukan untuk mengendalikan modul LCD ini berupa 8 bit bus data yaitu pin0-pin7 yang masih termultipleks dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol yaitu RS, RW, dan E. Pin0-pin7 dihubungkan dengan port 0.1-port 0.7 pada mikrokrontroler. Port 0 merupakan saluran bus I/O 8 bit *open collector* yang juga digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah dan bus data selama adanya akses ke memori program eksternal.

Pin RW pada LCD dihubungkan dengan port 2.6 pada mikrokontroler, pin RS dihubungkan dengan port 2.7, sedangkan pin E dihubungkan dengan port 2.5. Tegangan kerja V_{CC} sebesar 5V dilengkapi bias adjusment V_{EE} untuk mengatur *brightness* dot LCD dengan menggunakan trimer sebesar 10 KΩ, sehingga dengan adanya perubahan besarnya arus akan berpengaruh pada terang gelapnya LCD. Rangkaian keseluruhan sistem seperti diperlihatkan pada gambar 3.5.



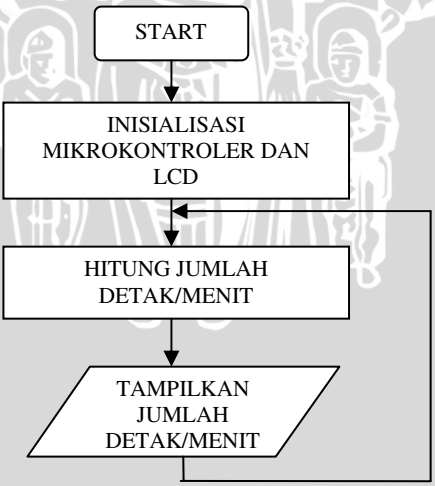
Gambar 3.5. Rangkaian mikrokontroler dan LCD

3.3.2 Perancangan perangkat lunak

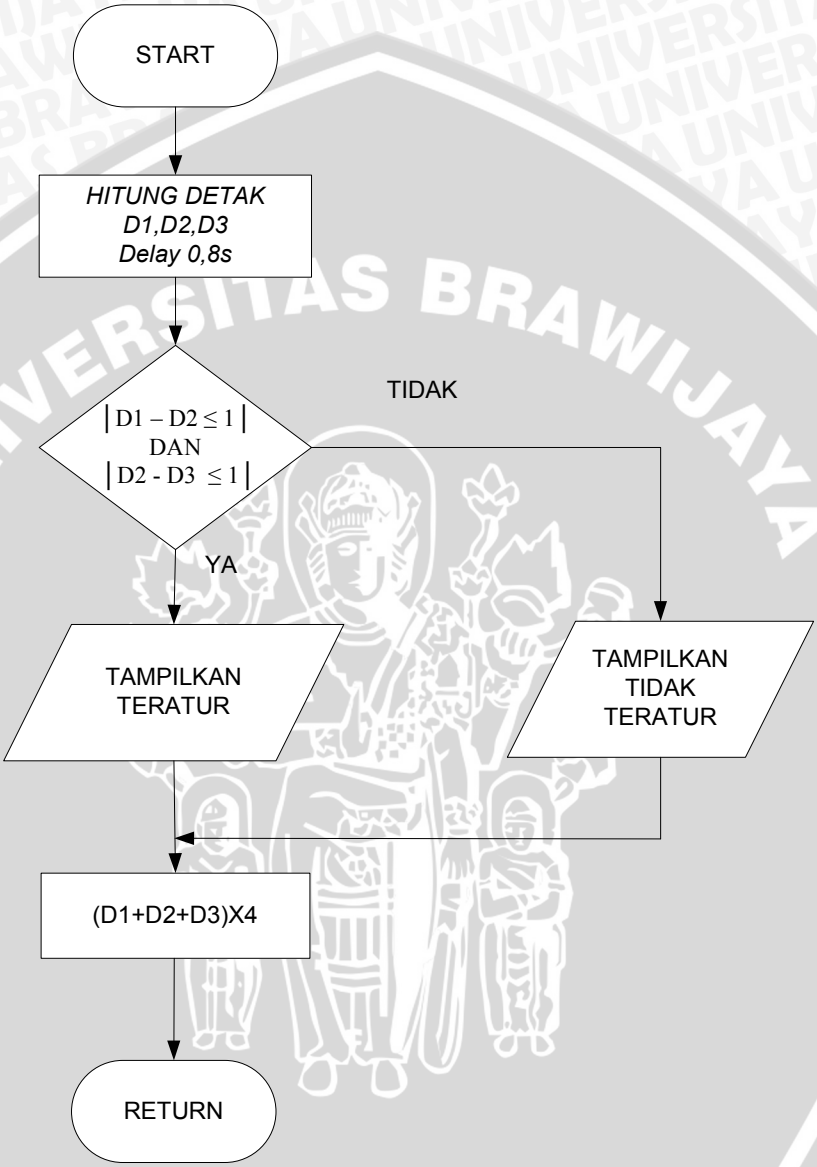
Mikrokontroler memerlukan program agar bisa mengontrol keseluruhan sistem yang ada. Program pada mikrokontroler AT89S51 dibuat dengan menggunakan bahasa C. Penulisan program ini bisa menggunakan sembarang editor, kemudian program yang telah dibuat tersebut disimpan sebagai file berekstensi C. Dengan menggunakan *software* RIDE, bahasa C yang telah diedit tersebut dicompile menjadi file heksa yang kemudian diisikan ke dalam flash PEROM mikrokontroler AT89S51 melalui kabel serial ISP.

Pada mikrokontroler AT89S51 dipasang saklar yang berfungsi sebagai tanda agar program mulai membaca data dari comparator yang sebanding dengan keluaran sensor kemudian mengolahnya berdasarkan program yang telah dibuat. Diagram alir program utama yang telah didisain untuk menjalankan keseluruhan sistem diperlihatkan pada Gambar 3.6. Pembacaan data dari comparator dilakukan dengan mengirim sinyal start pada mikrokontroler untuk memulai proses penghitungan detak jantung. Setelah beberapa saat akan muncul tampilan di layar LCD berupa informasi jumlah detak jantung dan keteraturannya.

Diagram alir program utama dan sub rutin hitung detak adalah sebagai berikut :



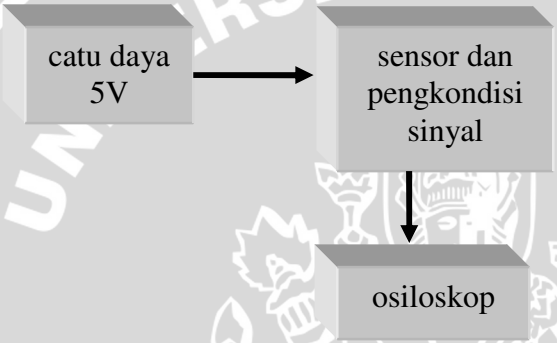
Gambar 3.6. Diagram alir program utama



Gambar 3.7. Diagram alir sub rutin hitung jumlah detak jantung

Pada proses penghitungan detak jantung digunakan interupsi untuk memasukkan *delay* sebesar 0,8s. Setiap sinyal yang masuk diberi *delay* sebesar 0,8s. Setiap satu siklus, detak jantung terdiri

dari 2 atau 3 puncak gelombang tergantung pada kekuatan detaknya. Sinyal yang diperlukan untuk proses penghitungan hanya pada puncak gelombang pertama. Puncak gelombang pertama ini menandakan kondisi *sistole*. Jadi untuk menghilangkan bunyi lainnya digunakan *delay*. Cara menentukan besarnya *delay* dengan melakukan penghitungan rata-rata periode detak jantung dalam satu siklus. Pengambilan data ini dilakukan terhadap 10 orang responden dengan usia 24-27 tahun. Prosedur pengambilan datanya diperlihatkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Pengambilan data periode detak jantung

Setelah alat dirangkai seperti gambar diatas, stetoskop diletakkan pada dada. Tampilan pada osiloskop digital diamati jika sinyal sudah terdeteksi maka tampilan sinyal disimpan pada *flashdisk*. Prosedur ini diulangi masing-masing 5 kali untuk setiap responden. Tampilan sinyal pada osiloskop diperlihatkan pada lampiran B. Setelah diperoleh grafik detak jantung maka dilakukan penghitungan periode detak jantung pada masing-masing sampel. Hasil dari penghitungan periode detak jantung kemudian dirata-rata. Dari penghitungan didapatkan nilai periode rata-rata detak jantung sebesar 0,76s. Periode yang paling sering muncul 0,8s. Hasil yang digunakan adalah 0,8s sesuai dengan nilai yang diperoleh dari literatur. Halliday dan Resnick (1978) menyatakan bahwa selang waktu antara degup jantung normal adalah $8{,}0 \times 10^{-1}$ detik (0,8s). Demikian juga dengan Evelyn Pearce (1991) yang menyatakan bahwa setiap satu siklus jantung yang terdiri dari *sistole* dan *diastole* terjadi dalam 0,8 detik. Secara lengkap dapat dilihat pada lampiran C, tabel C.1 periode detak jantung. Sedangkan program detak jantung dapat dilihat pada lampiran D.

3.4. Pengujian Sistem

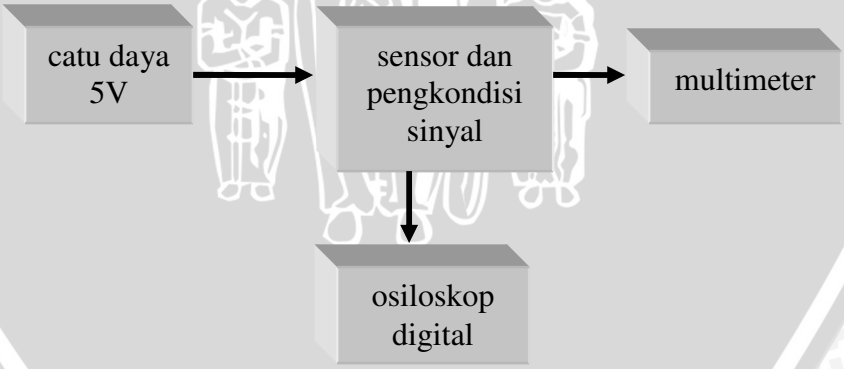
Setelah tahap perancangan dan pembuatan alat, maka perlu dilakukan pengujian. Adapun tujuan pengujian alat adalah untuk memastikan bahwa sistem yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Bagian-bagian yang akan diuji antara lain :

1. Rangkaian sensor dan pengkondisi sinyal
2. Rangkaian penguat
3. Rangkaian komparator
4. Pengujian keseluruhan sistem

3.4.1. Pengujian sensor dan pengkondisi sinyal

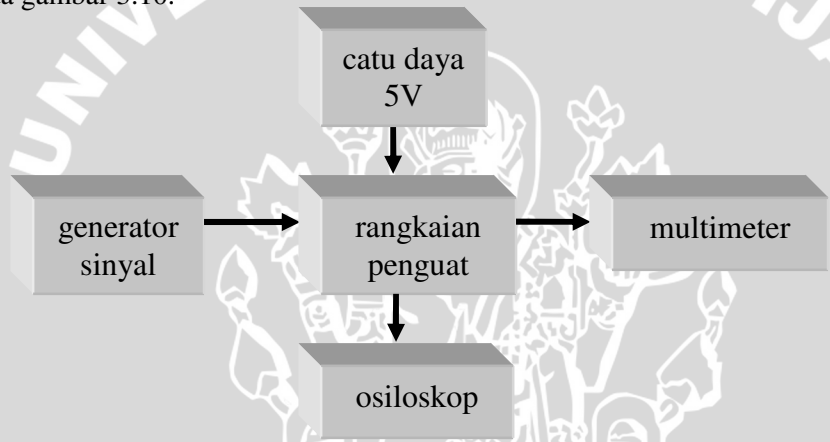
Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui apakah sensor yang telah dibuat dapat menangkap sinyal detak jantung dan mengubah sinyal analog menjadi sinyal listrik yang dapat ditampilkan pada layar osiloskop. Prosedur pengujian sensor dapat dijelaskan sebagai berikut, sensor yang terdiri dari stetoskop, mikropon dan filter pasif dihubungkan dengan catu daya, tegangan keluarannya dihubungkan dengan multimeter dan osiloskop seperti terlihat pada gambar 3.9. Stetoskop diletakkan pada daerah sandapan dada. Stetoskop berfungsi untuk memberikan masukan sinyal berupa detak jantung. Pada layar osiloskop diamati tampilan sinyal yang terdeteksi stetoskop. Sedangkan pada multimeter dicatat besarnya tegangan keluarannya.



Gambar 3.9. Pengujian rangkaian sensor

3.4.2. Pengujian penguat

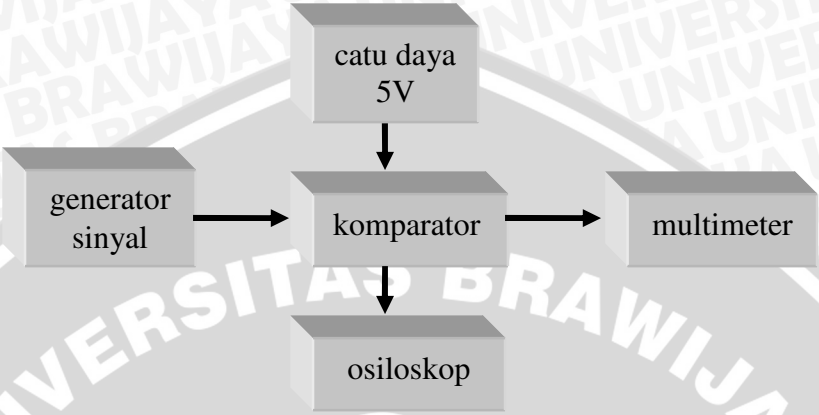
Pengujian ini untuk mengetahui apakah rangkaian penguat yang telah dibuat dapat memberikan penguatan sesuai dengan perancangan. Prosedur pengujian yang dilakukan adalah dengan menghubungkan masukan rangkaian penguat dengan generator sinyal. Keluaran penguat dihubungkan dengan osiloskop dan multimeter, kemudian beri catu daya 5V. Rangkaian penguat diberi masukan mulai dari 0,1V sampai 1V. Tegangan keluaran pada multimeter dicatat. Hasilnya dibandingkan dengan hasil penghitungan dari teori. Prosedur pengujian penguat seperti terlihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Pengujian rangkaian penguat

3.4.3. Pengujian rangkaian komparator

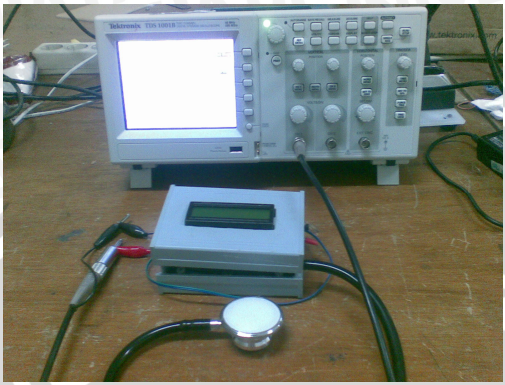
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keluaran komparator. Prosedur pengujian yang dilakukan adalah dengan menghubungkan masukan komparator dengan generator sinyal. Keluaran komparator dihubungkan dengan osiloskop dan multimeter, kemudian beri catu daya 5V. Rangkaian komparator diberi masukan mulai dari -4V sampai 5V. Tegangan keluaran pada multimeter dicatat. Bentuk sinyal keluaran pada osiloskop diamati. Prosedur pengujiannya disajikan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Pengujian rangkaian komparator

3.4.4. Pengujian keseluruhan sistem

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka perlu dilakukan suatu pengujian untuk keseluruhan sistem. Sebelum dilakukan pengujian keseluruhan sistem, terlebih dahulu masing-masing sub sistem yang telah dirancang, baik itu perangkat keras maupun perangkat lunak dijadikan satu. Kemudian *software* yang telah dibuat dimasukkan ke dalam mikrokontroler AT89S51. Untuk mengetahui apakah alat ini berfungsi dengan baik, dilakukan penghitungan detak jantung pada 10 orang dengan usia 24-27 tahun. Penghitungan dilakukan bersamaan dengan menggunakan osiloskop digital sebagai pembandingnya. Prosedur pengujiannya dengan meletakkan stetoskop pada daerah sandapan dada, tekan tombol *power*. Posisi stetoskop harus tepat ditandai dengan bunyi detak jantung dari buzzer yang terdengar keras dan jelas. Tampilan sinyal detak jantung pada osiloskop digital kemudian disimpan. Selanjutnya tekan tombol *start* untuk menjalankan program. Bersamaan dengan itu mulai hitung sinyal detak jantung yang tampak pada osiloskop digital. Penghitungan ini dilakukan sampai ditampilkannya jumlah detak jantung pada LCD, yaitu selama 15 detik. Catat hasil penghitungan pada osiloskop dan nilai yang tertera pada LCD. Prosedur pengujian ini diulangi 3 kali untuk masing-masing orang. Gambar rangkaian alat untuk pengujian diperlihatkan pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Pengujian keseluruhan sistem

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil yang diperoleh setelah melakukan serangkaian kegiatan perancangan dan pengujian sistem, baik itu perangkat keras maupun perangkat lunak untuk mewujudkan detektor detak jantung dengan *output* berupa *display* dan *sound* berbasis mikrokontroler AT89S51.

4.1.Rangkaian Sensor dan Pengkondisi Sinyal

Hasil yang diperoleh pada pengujian rangkaian sensor dan pengkondisi sinyal antara lain tampak pada osiloskop terlihat gelombang sinus yang berubah-ubah amplitudonya sesuai dengan irama detak jantung. Amplitudonya besar saat detak jantung terdengar keras kemudian mengecil saat detak jantung terdengar lemah, demikian seterusnya berganti-ganti. Setiap satu siklus detak terdapat 2 atau 3 puncak gelombang tergantung pada kekuatan detaknya. Hal ini menunjukkan stetoskop dan mikropon sebagai sensor dapat berfungsi dengan baik.

Sinyal yang terlihat sudah tidak bercampur dengan *noise* dari luar, kecuali jika tingkat kebisingannya sangat tinggi melebihi batas normal. Gesekan pada bagian sensor antara lain stetoskop, pipa stetoskop dan mikropon dapat mengakibatkan *noise.* Demikian juga dengan getaran pada rongga dada akibat responden berbicara atau tertawa. Oleh karena itu, hal tersebut di atas harus dihindari pada saat proses pengujian agar diperoleh sinyal yang bagus. *Volt/div* pada osiloskop diset pada 100mV sedangkan *time/div* diset pada 1s. Pada tabel 4.1 dapat dilihat hasil penghitungan amplitudo detak jantung. Dari tabel diketahui bahwa amplitudo tertinggi bernilai 0,12V dan amplitudo terendah bernilai 0,12V sedangkan amplitudo rata-ratanya 0,1V. Amplitudo ini menunjukkan tegangan keluaran sensor.

Tabel 4.1. Hasil pengujian sensor

No.	Nama	Jenis Kelamin(L/P)	Usia (tahun)	Amplitudo (V)					
				Pengukuran ke-					
				1	2	3	4	5	Rata-rata
1	Anna	P	24	0,06	0,06	0,08	0,06	0,08	0,07
2	Abror	L	24	0,1	0,12	0,12	0,1	0,12	0,11
3	Eko	L	24	0,12	0,12	0,12	0,12	0,1	0,12
4	Hendra	L	23	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10
5	Rama	L	23	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	Rata-rata amplitudo detak jantung dari keseluruhan responden								**0,10**

4.2.Rangkaian Penguat

Tabel 4.2. Hasil pengujian rangkaian penguat

Vin (V)	Vout TEORI (V)	Vout (V)
0,10	2,00	2,04
0,20	4,00	4,03
0,30	6,00	6,04
0,40	8,00	8,06
0,50	10,00	10,07
0,60	12,00	12,05
0,70	14,00	14,06
0,80	16,00	16,08
0,90	18,00	18,10
1,00	20,00	20,10

Besarnya penguatan yang diharapkan 20 kali. Adanya perbedaan antara hasil yang didapatkan dari penghitungan teori dengan keluaran rangkaian penguat disebabkan adanya *offset*. Besarnya tegangan *offset* tidak sama untuk masing-masing tegangan masukan. Tegangan *offset* ini mempunyai kecenderungan semakin besar untuk tegangan masukan yang semakin besar. Hasil pengujian sensor menunjukkan besarnya tegangan masukan, maksimal adalah 0,1 volt. Pengujian rangkaian penguat menghasilkan nilai *offset* 0,04 volt untuk tegangan masukan sebesar 0,1 volt. Nilai *offset* ini kecil jadi dapat diabaikan, maka dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa

besarnya penguatan yang dihasilkan sudah sesuai dengan yang diharapkan.

4.3.Rangkaian Komparator

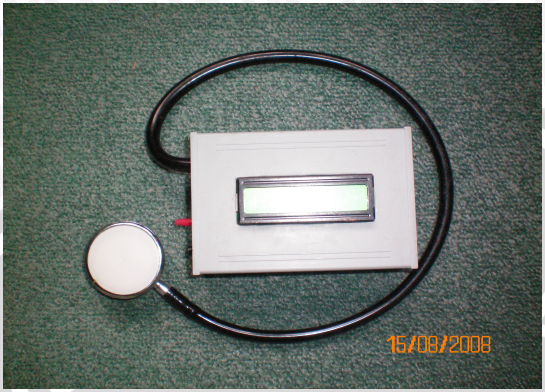
Tabel 4.3. Hasil pengujian rangkaian komparator

No.	Vin(V)	Vout(V)
1.	-4	0,02
2.	-3	0,02
3.	-2	0,02
4.	-1	0,02
5.	0	0,02
6.	1	0,02
7.	2	2,03
8.	3	2,03
9.	4	2,03
10.	5	2,03

Pada tabel di atas terlihat keluaran rangkaian akan bernilai 0,02V jika tegangan masukan yang diberikan kurang dari 2V dan akan bernilai 2,03V jika tegangan masukan lebih besar dari 1V. Hasil pengamatan pada osiloskop didapatkan gelombang persegi dengan nilai amplitudo yang konstan. Pada saat diberi masukan 0V tegangan keluarannya bernilai 0,02V. Nilai ini terjadi karena adanya tegangan *offset* dari LM339. Adanya tegangan *offset* yang bernilai 0,02V merupakan karakteristik dari LM339. Hal tersebut sesuai dengan penjelasan pada *datasheet*.

4.4.Keseluruhan Rangkaian

Pada gambar 4.1 ditampilkan alat deteksi detak jantung digital yang telah dibuat. Alat ini terdiri dari stetoskop, rangkaian pengolah sinyal, LCD dan catu daya baterei 9V dalam sebuah *casing*, tombol *power* dan *start* pada sisinya. Gambar 4.2 sampai 4.3 merupakan tampilan dari LCD mulai dari prosedur pertama yaitu pada saat tombol *power* ditekan sampai pada prosedur terakhir yaitu ditampilkannya jumlah detak jantung permenit.



Gambar 4.1.Alat deteksi detak jantung digital

Setelah tombol *power* ditekan maka pada layar LCD akan muncul tampilan seperti ditunjukkan pada gambar 4.2.

Gambar 4.2.Tampilan LCD

Pada saat stetoskop ditempelkan ke dada maka detak jantung akan terdengar. Pada saat tombol *start* ditekan maka LCD akan menampilkan tulisan seperti pada gambar 4.3.

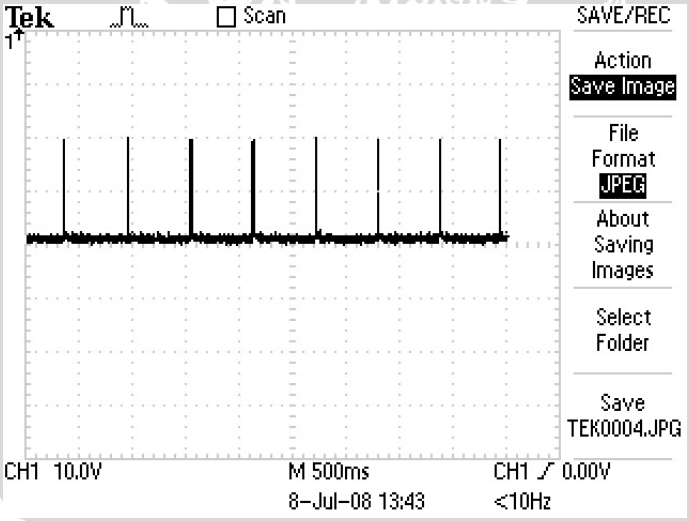
Gambar 4.3.Tampilan pemrosesan data pada LCD

Setelah proses penghitungan selesai maka pada layar LCD akan ditampilkan :

Gambar 4.4.Tampilan program deteksi detak jantung

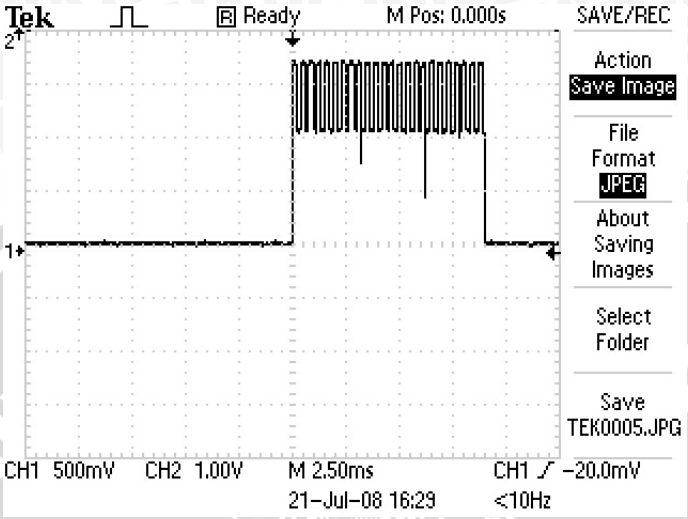
Tulisan “SELESAI” menandakan program telah berakhir. Layar LCD akan menampilkan hasil tergantung dari banyaknya detak jantung yang terhitung permenit. Deretan angka setelah tulisan “SELESAI” dapat dijelaskan sebagai berikut, 010 berarti jumlah detak jantung yang terhitung pada 5 detik pertama adalah 10. 014 berarti jumlah detak jantung yang terhitung pada 5 detik kedua adalah 14, sedangkan 002 berarti jumlah detak jantung yang terhitung pada 5 detik ketiga adalah 2. Hasil penghitungan selama 15 detik adalah 28. Nilai ini dikalikan 4 untuk mendapatkan jumlah detak jantung selama 1 menit. Jadi hasilnya adalah 104 detak sesuai dengan tampilan pada baris kedua LCD. Selanjutnya tulisan “TAK TERATUR” menandakan dari hasil penghitungan, detak jantungnya tidak teratur.

Osiloskop digital menampilkan sinyal detak jantung dari keluaran comparator. Keluaran comparator merupakan masukan dari mikrokontroler. Jadi sinyal yang tampak pada osiloskop merupakan sinyal yang dihitung oleh program. Osiloskop diset dengan *attenuation* 10x, jadi pada tampilan osiloskop *volt/div* bernilai 10V, nilai *volt/div* sebenarnya adalah 1V. Tampilan sinyal detak jantung seperti terlihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5.Tampilan sinyal detak jantung pada osiloskop

Gambar di atas dapat dijelaskan sebagai berikut, bagian sebelah kanan merupakan tampilan osiloskop untuk *mode save*. *Action* menyatakan tentang perintah yang diberikan pada osiloskop dalam hal ini untuk menyimpan gambar. *File format* menyatakan tentang pemilihan format file atau gambar yang akan diambil. Pada pengujian ini format file dipilih dalam bentuk JPEG. *About saving image* merupakan pilihan untuk menyeting gambar yang akan diambil. *Select foler* berfungsi untuk memilih folder pada *flashdisk* atau dapat juga membuat folder tersendiri pada *flashdisk*. *Save TEK0004.JPG* menyatakan nama file, angka 4 menunjukkan pengambilan data kelima, karena pada pengambilan pertama selalu diawali dengan 0 (*TEK0000.JPG).* Pada bagian bawah CH1 menunjukkan *channel 1*, 10.0V merupakan *volt/div*, 500ms menunjukkan *time/div* . 8-Jul-08 13:43 menunjukkan parameter tanggal dan waktu saat data diambil. Area kerja merupakan bagian yang terdapat garis kotak-kotak. Pada area kerja ditampilkan sinyal yang terukur. Dari pengamatan sinyal masih terdapat *noise* sebesar 0,2V, hal ini selain disebabkan oleh karakteristik dari LM339 juga karena sambungan kabel yang kurang bagus. Kualitas kabel yang digunakan untuk mengambil data dari komparator juga kurang bagus. Karena osiloskop digital sangat sensitif terhadap *noise* maka *noise* yang terukur menjadi besar. Sinyal yang terukur terlihat mempunyai amplitudo konstan dengan interval antar detak yang relatif sama. Amplitudo bernilai 2V sedangkan interval rata-rata 0,6s. Amplitudo menunjukkan tinggi puncak gelombang dalam hal ini adalah sinyal detak jantung yang terdeteksi. Interval rata-rata merupakan periode dari satu detak ke detak berikutnya. Rata-rata besarnya nilai periode detak jantung adalah 0,8s. Gambar 4.5 menunjukkan pengukuran detak jantung normal dan teratur. Sinyal yang terbentuk berupa gelombang persegi jika diperbesar akan terlihat seperti gambar 4.6.



Gambar 4.6.Tampilan 1 sinyal detak jantung yang diperbesar

Pada pengujian responden pertama diketahui detak jantungnya teratur, kecepatan detaknya normal sehingga pada hasil penghitungan osiloskop dan tampilan LCD tidak ada perbedaan. Hasil tampilan osiloskop dapat dilihat pada lampiran E, gambar L.E.1.1 sampai L.E.1.3.

Pada responden kedua, penghitungan pertama menunjukkan detak jantung tidak teratur, pada penghitungan kedua dan ketiga detak jantungnya terlihat teratur tetapi ada perbedaan antara hasil penghitungan osiloskop dan LCD. Perbedaan ini dapat dijelaskan sebagai berikut, karena detak jantungnya kuat maka setiap satu siklus detak muncul 2 sinyal, sinyal pertama menandakan bunyi pertama dan sinyal kedua menandakan bunyi kedua. Tetapi kedua sinyal ini dihitung satu detak karena terjadi dalam satu siklus detak. Setiap ada sinyal masuk, mikrokontroler harus menunggu selama 0,8 detik sebelum memulai menghitung sinyal lagi dikarenakan ada interupsi *delay* 0,8s. Penyebab diperlukannya *delay* sudah dijelaskan pada bab 3 bagian perancangan perangkat lunak. Jadi tidak setiap sinyal yang terlihat pada osiloskop dihitung sebagai detak jantung. Hasil tampilan osiloskop dapat dilihat pada lampiran E, gambar L.E.2.1 sampai L.E.2.3.

Penghitungan pada responden ketiga menghasilkan jumlah detak jantung yang hampir sama antara tampilan LCD dan penghitungan

osiloskop. Bedanya hanya pada tampilan LCD penghitungan pertama yang terpaut 4 detak. Sebenarnya hanya terpaut 1 detak karena dalam program dikalikan 4 untuk mendapatkan jumlah detak dalam 1 menit maka selisihnya menjadi 4 detak. Hasil tampilannya dapat dilihat pada lampiran E, gambar L.E.3.1 sampai L.E.3.3.

Penghitungan pada responden keempat menghasilkan jumlah detak jantung yang sama antara tampilan LCD dan penghitungan osiloskop. Kecepatan detaknya normal dengan detak jantung yang lemah dan tidak teratur, tampilan detaknya dapat dilihat pada lampiran E, gambar L.E.4.1 sampai L.E.4.3. Meskipun demikian sinyal detaknya masih mudah terdeteksi sehingga jumlah detaknya tidak terdapat perbedaan.

Pada responden kelima jumlah detaknya terdapat selisih antara penghitungan dari osiloskop dengan tampilan LCD, dikarenakan detaknya tidak teratur cenderung kuat dan cepat meskipun jumlahnya masih dalam batas normal. Tampilan detaknya dapat dilihat pada lampiran E, gambar L.E.5.1 sampai L.E.5.3.

Responden keenam mempunyai detak jantung yang serupa dengan responden keempat, tampilan detaknya terlihat pada lampiran E, gambar L.E.6.1 sampai L.E.6.3. Hasil penghitungan antara osiloskop dan tampilan LCD sama.

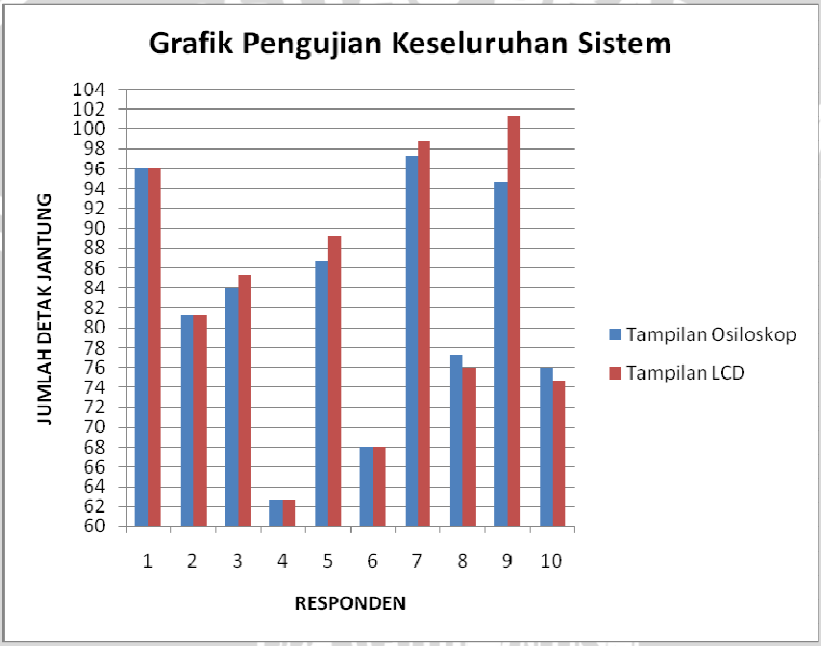
Responden ketujuh hasil penghitungan pertama berbeda antara penghitungan dari osiloskop dengan tampilan LCD karena detaknya cepat, kuat dan tidak teratur. Tetapi hasil penghitungan kedua dan ketiga sama, meskipun detaknya cepat tetapi periodenya teratur antara satu detak dengan detak lainnya. Tampilan detaknya dapat dilihat pada lampiran E, gambar L.E.7.1 sampai L.E.7.3.

Responden kedelapan mempunyai karakteristik detak jantung yang sama dengan responden kelima, oleh karena itu terdapat perbedaan antara hasil penghitungan pada osiloskop dengan tampilan pada LCD. Tampilan detaknya seperti terlihat pada lampiran E, gambar L.E.8.1 sampai L.E.8.3. Selisihnya detaknya pada hasil penghitungan osiloskop dan tampilan LCD 1 detak.

Hasil yang paling banyak terdapat selisih detak, pada responden kesembilan. Hal ini terjadi karena meskipun detak jantungnya teratur tetapi detaknya kuat dan cepat, sehingga sulit jika dihitung dengan cara manual. Karena terlalu cepat kemungkinan ada detak yang terlewati sehingga tidak terhitung. Untuk lebih jelasnya, tampilan

detaknya dapat dilihat pada lampiran E, gambar L.E.9.1 sampai L.E.9.3.

Responden terakhir, dari ketiga kali pengujian hanya terdapat satu kali perbedaan. Sinyalnya masih mudah terdeteksi meskipun interval antara detak jantung yang satu dengan lainnya tidak teratur. Tampilan detaknya dapat dilihat pada lampiran E, gambar L.E.10.1 sampai L.E.10.3. Secara lengkap hasil pengujian disajikan dalam tabel yang dapat dilihat pada lampiran E.



Grafik 4.7. Pengujian keseluruhan sistem

Grafik 4.7 menunjukkan hasil dari pengujian keseluruhan sistem. Garis berwarna merah menunjukkan hasil yang ditunjukkan pada LCD sedangkan garis berwarna biru menunjukkan hasil penghitungan manual pada osiloskop. Dari grafik dapat diketahui adanya fluktuasi yang disebabkan perbedaan jumlah detak jantung masing-masing responden dengan interval antara 62 sampai 102 detak. Jumlah detak jantung antara pembacaan pada alat deteksi dengan penghitungan manual terdapat selisih antara 4 sampai 8 detak.

Dari hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa jika detak jantung yang dihitung merupakan detak yang normal, teratur dengan jarak interval antar detak normal 0,8 detik maka hasil penghitungan pada osiloskop dan tampilan LCD sama. Hal ini mengindikasikan bahwa detektor detak jantung dapat bekerja dengan baik. Jika detaknya tidak teratur tetapi masih dalam interval yang normal atau lebih dari 0,8 detik maka hasilnya juga sama. Demikian juga untuk detak yang cepat , kuat dan teratur dengan interval detak normal maka pada LCD hasilnya sesuai dengan jumlah detak responden. Meskipun pada kenyataannya hasil penghitungan pada osiloskop berbeda tetapi perbedaan ini dapat ditolerir karena berhubungan dengan hal teknis. Tingkat kesalahan penghitungan manual untuk detak yang cepat cenderung tinggi.

Perbedaan satu atau dua detak pada penghitungan detak selama 15 detik yang berakibat pada tampilan LCD menghasilkan selisih 4 sampai 8 detak masih dalam tahap wajar. Tetapi akan lebih baik lagi jika prosedur penghitungan detak diulangi minimal 2 kali, sehingga dapat diperoleh hasil rata-rata. Prosedur ini juga harus diulangi jika pada saat pengambilan data responden, sensor mengalami gesekan atau getaran yang diakibatkan oleh responden berbicara atau tertawa. Jadi dapat disimpulkan bahwa jumlah yang ditampilkan oleh osiloskop digital hampir sama dengan tampilan dari LCD. Hal ini menandakan bahwa detektor detak jantung yang telah dibuat sudah bekerja sesuai dengan baik.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Alat deteksi detak jantung dapat menampilkan parameter jumlah detak jantung dan keteraturan detak jantung serta menghasilkan bunyi detak jantung.
2. Selisih jumlah detak jantung dengan penghitungan biasa antara 1 sampai 2 detak per 15 detik.

5.2 Saran

1. Perlunya dilakukan pengujian alat deteksi detak jantung dengan menggunakan ECG agar diperoleh hasil lebih akurat.
2. Perlunya dilakukan penelitian pada responden dengan rentang usia diatas 30 tahun untuk mengetahui kinerja alat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

_____,http://alldatasheet.com. Diakses tanggal 20 Juni 2006

_____,http://medicastore.com/cybermed/. Diakses tanggal 30 September 2006

_____,http://en.wikipedia.org/wiki/Cardiac_cycle. Diakses tanggal 1 Oktober 2006

_____,http://uoguelph.ca/~antoon/gadgets/741/741.html. Diakses tanggal 1 Oktober 2006

Atmel. 2004. Flash Microcontroller : Architectural Overview. www.atmel.com. Diakses tanggal 25 September 2006

Atmel. 2004. AT89 Series Hardware Description. www.atmel.com. Diakses tanggal 25 September 2006

Beckwith,G,Thomas dan Buck,Lewis. 1982. ***Mechanical Measurement, third edition***. Addison Wesley. Filipina

Budiharto, W. 2004. **Interfacing Komputer dan Mikrokontroler**. Elex Media Komputindo. Jakarta

Eko Putra, Agfianto. 2004. **Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi**. Gava Media. Yogyakarta

El Tech Electronic. 1997. ***LCD Module User Manual***. El Tech Inc. USA

Eren, Halit. 2004. ***Electronic Portable Instruments Design and Application***. CRC Press. USA

Hadi,Mokh. Sholihul. 2004. **Alat pemeriksa Kondisi Kesehatan Jantung Janin (Skripsi)**. Brawijaya. Malang

Halliday,David dan Resnick,Robert. 1978. Fisika. Jilid 1. Alih bahasa Silaban,Pantur dan Sucipto,Erwin. Erlangga. Jakarta

Kertohoesodo, Soehardo. 1987. **Pengantar Kardiologi**. UI Press. Jakarta

Malvino. 1990. **Prinsip-Prinsip Elektronika**. Alih bahasa Hanapi Gunawan. Erlangga. Jakarta

Masud, Dr Ibnu. 1989. **Dasar-dasar Fisiologi Kardiovaskuler**. EGC. Jakarta

Putra,A.E. 2004. **Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi**. Gava Media. Yogyakarta

Ravin,M.D. 1967. ***Auscultation of The Heart***. Tokyo Year Book Medical Publisher. Tokyo

Sutrisno.1987.**Teori Dasar dan Penerapannya Jilid 2**.ITB.Bandung

Webster, John G. 2004. **Bioinstrumentation**. John Wiley & Sons. Singapura

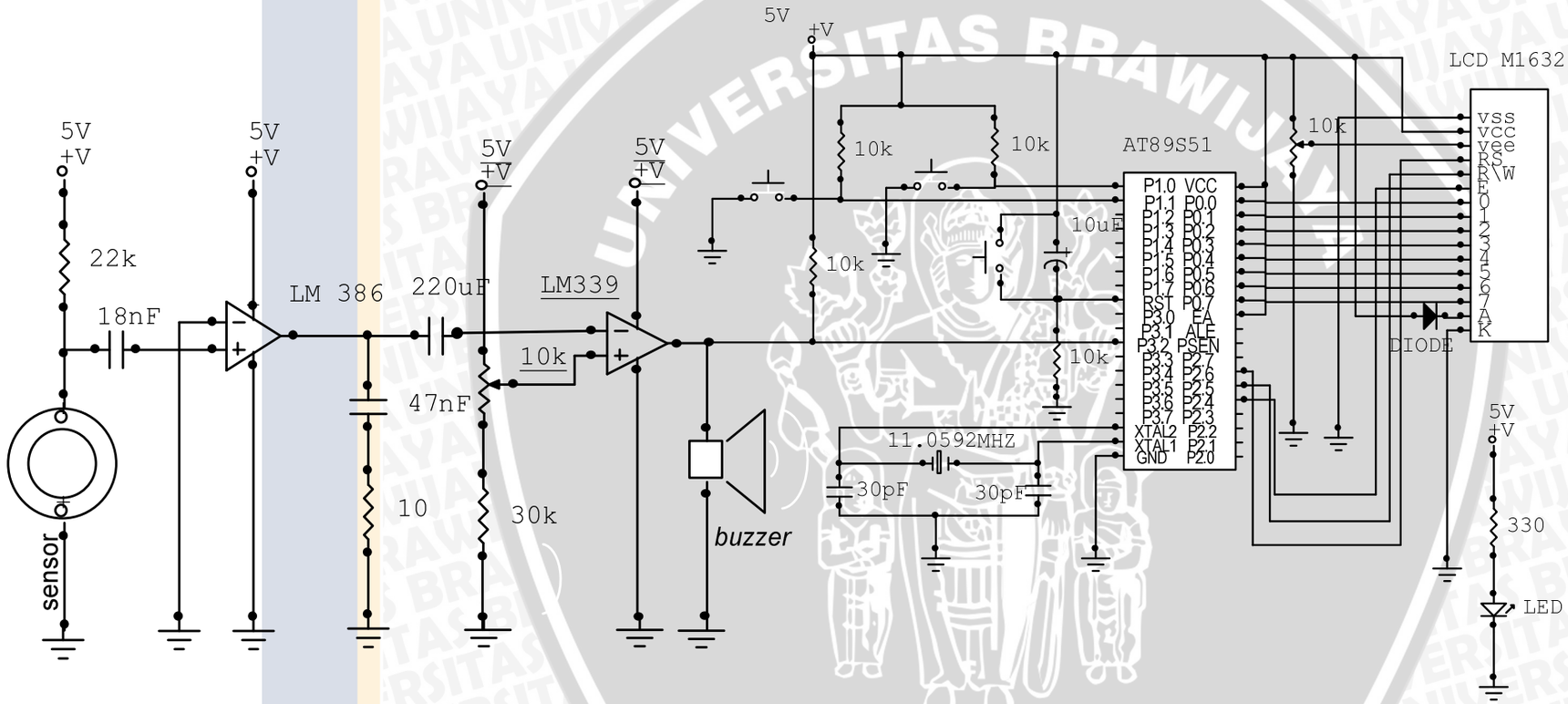
Webster, John G. 1998.**Medical Instrumentation Application and Design**. John Wiley & Sons. USA

Wasito. 1984. **Vademekum Elektronika**. PT. Gramedia. Jakarta.

LAMPIRAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

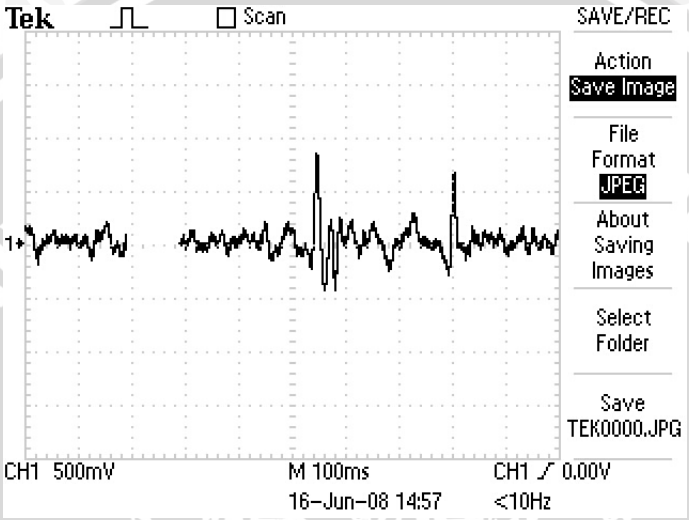
LAMPIRAN A. RANGKAIAN KESELURUHAN SISTEM



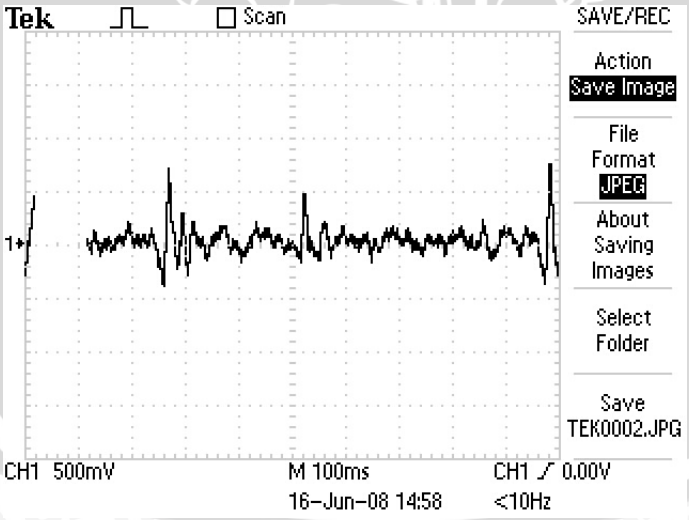
Lampiran B. Grafik Penghitungan Periode Detak Jantung

Lampiran B.1 Grafik detak jantung Adul

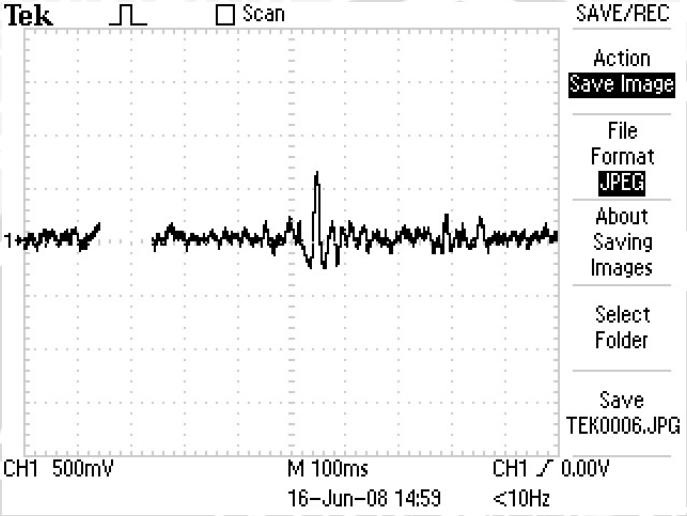
Grafik L.B.1.1 Pengukuran ke-1



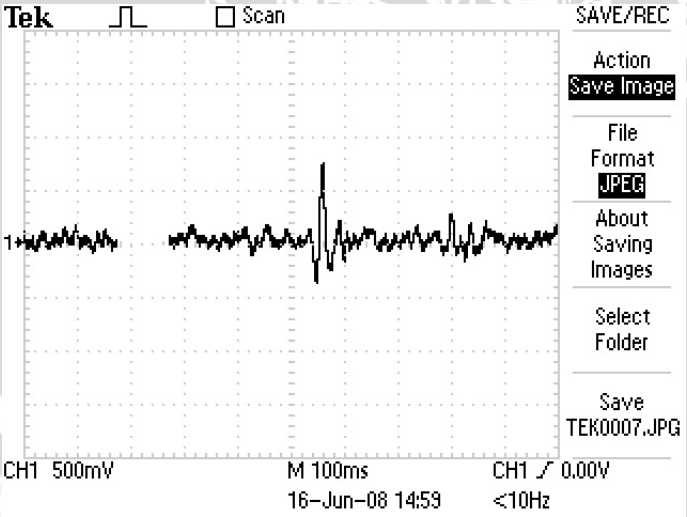
Grafik L.B.1.2 Pengukuran ke-2



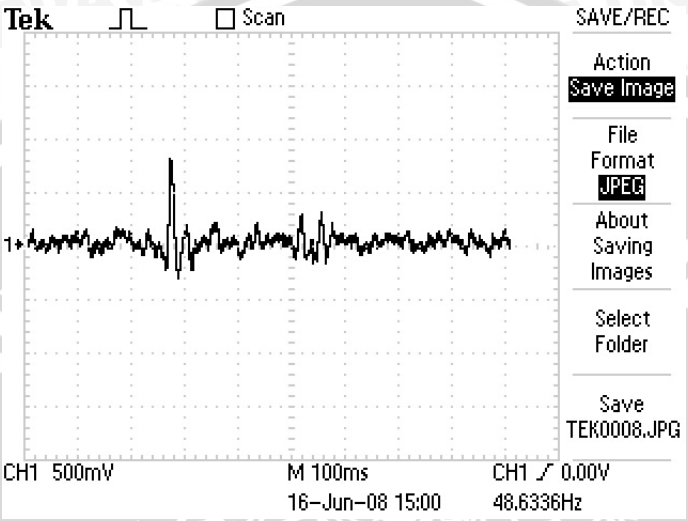
Grafik L.B.1.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.1.4 Pengukuran ke-4

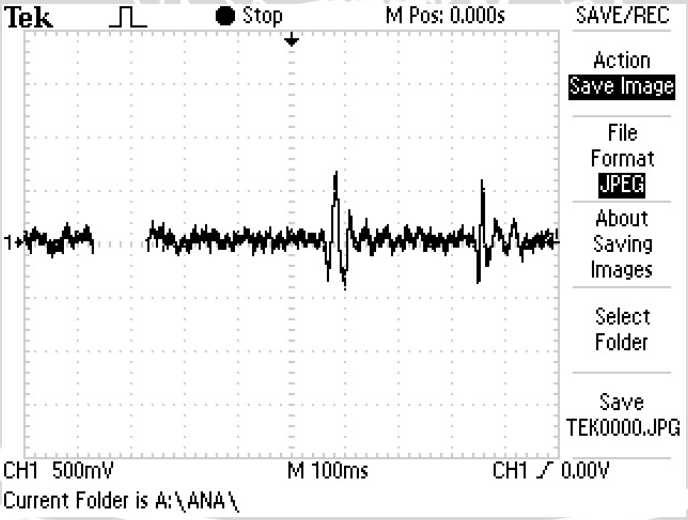


Grafik L.B.1.5 Pengukuran ke-5

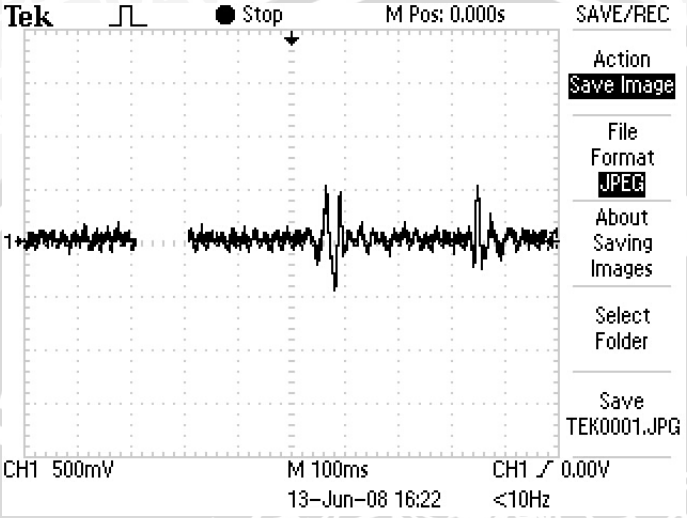


Lampiran B.2 Grafik detak jantung Ana

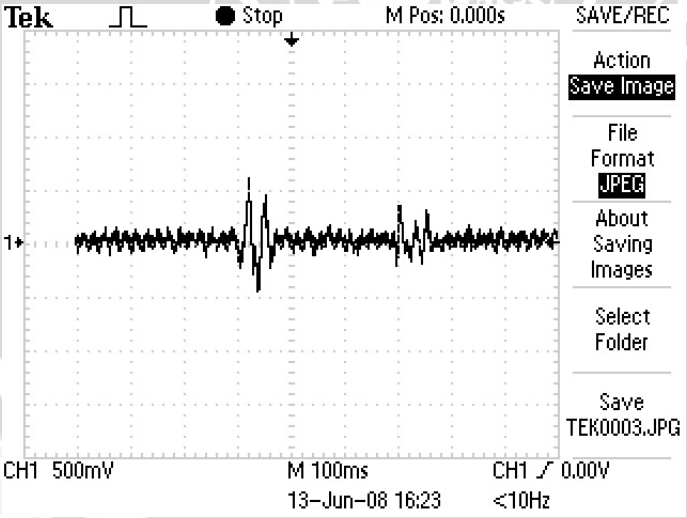
Grafik L.B.2.1 Pengukuran ke-1



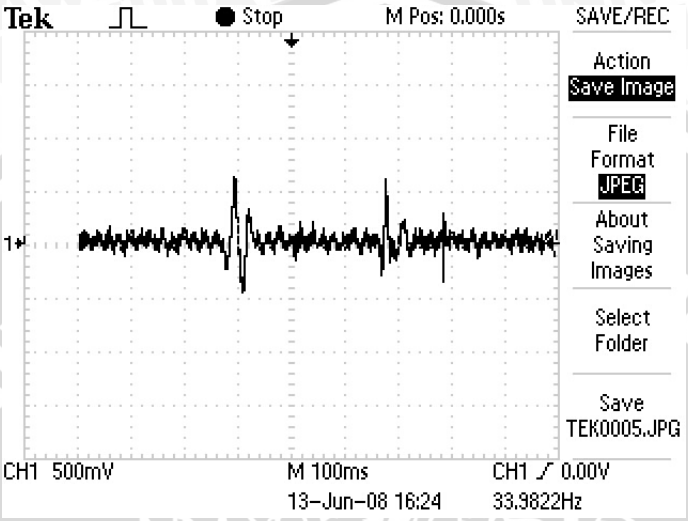
Grafik L.B.2.2 Pengukuran ke-2



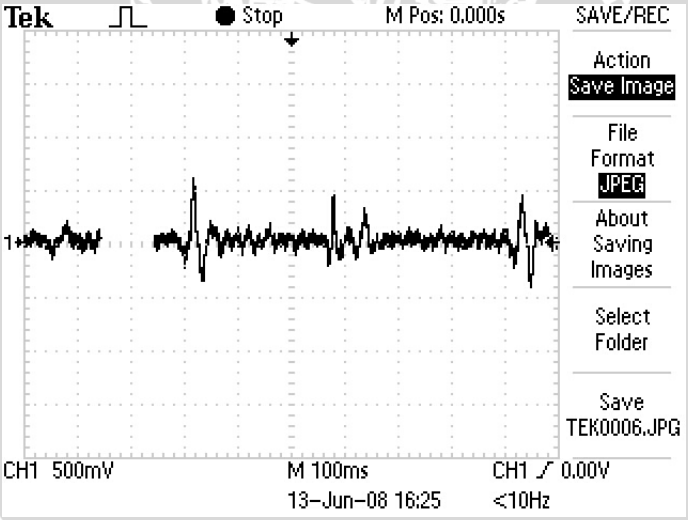
Grafik L.B.2.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.2.4 Pengukuran ke-4

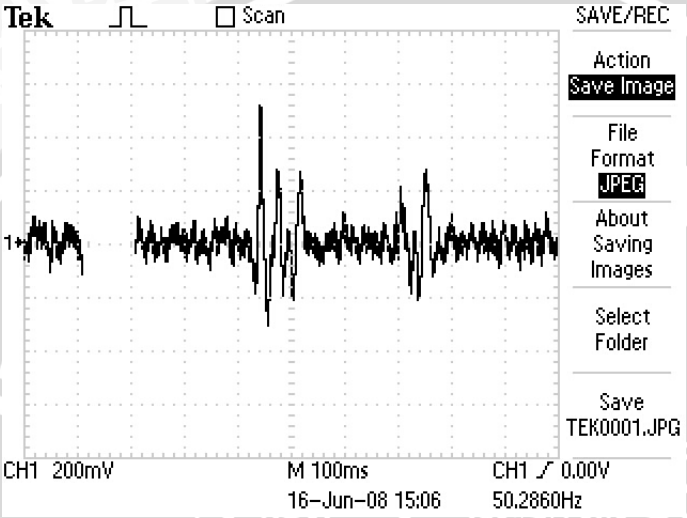


Grafik L.B.2.5 Pengukuran ke-5

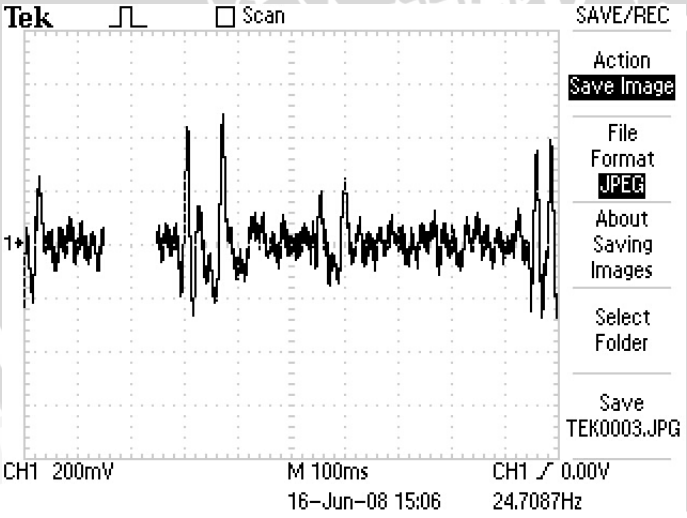


Lampiran B.3 Grafik detak jantung Danang

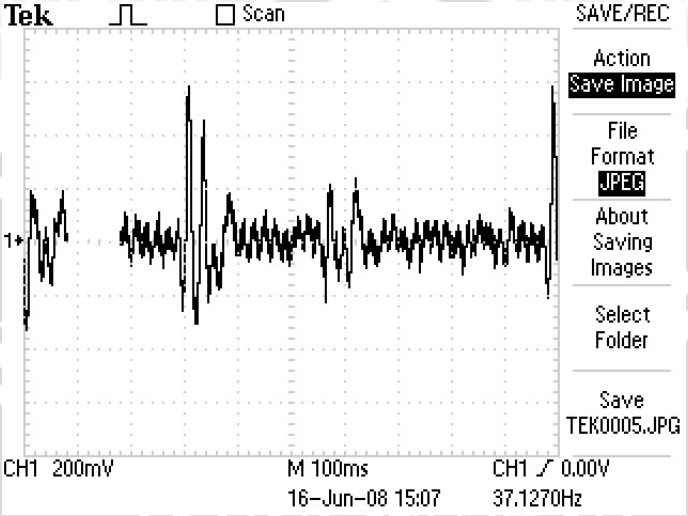
Grafik L.B.3.1 Pengukuran ke-1



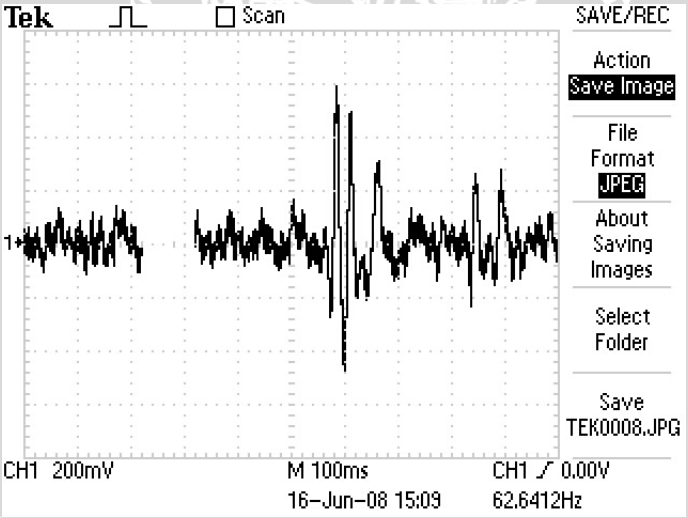
Grafik L.B.3.2 Pengukuran ke-2



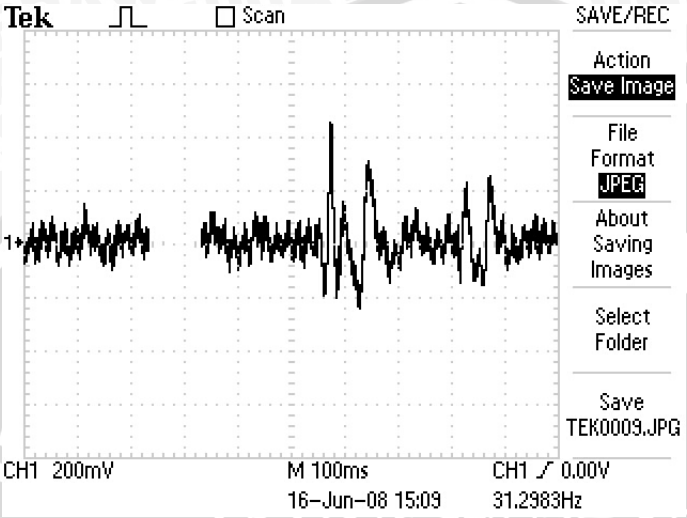
Grafik L.B.3.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.3.4 Pengukuran ke-4

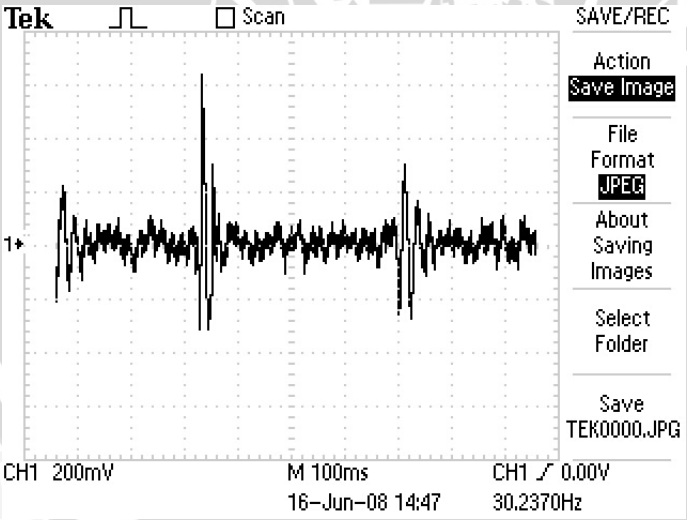


Grafik L.B.3.5 Pengukuran ke-5

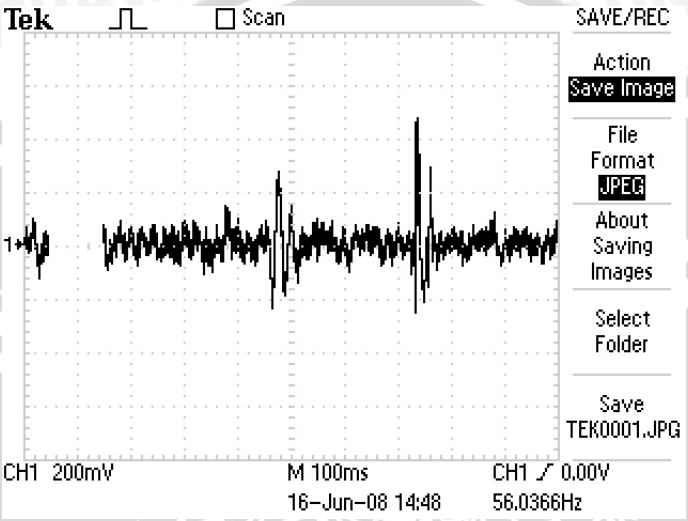


Lampiran B.4 Grafik detak jantung Ida

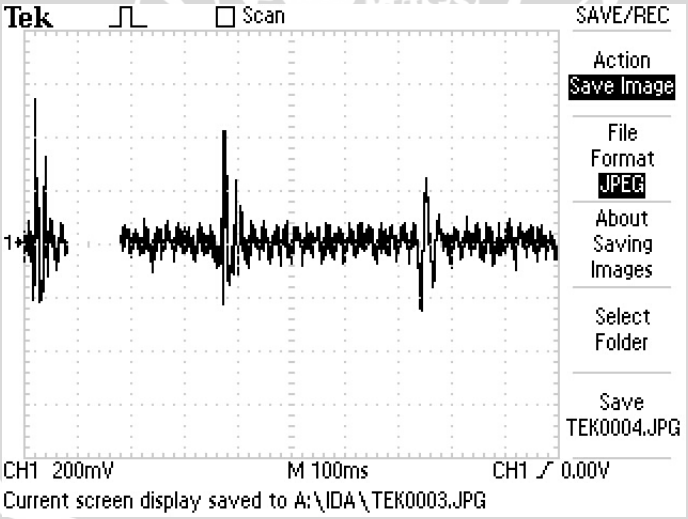
Grafik L.B.4.1 Pengukuran ke-1



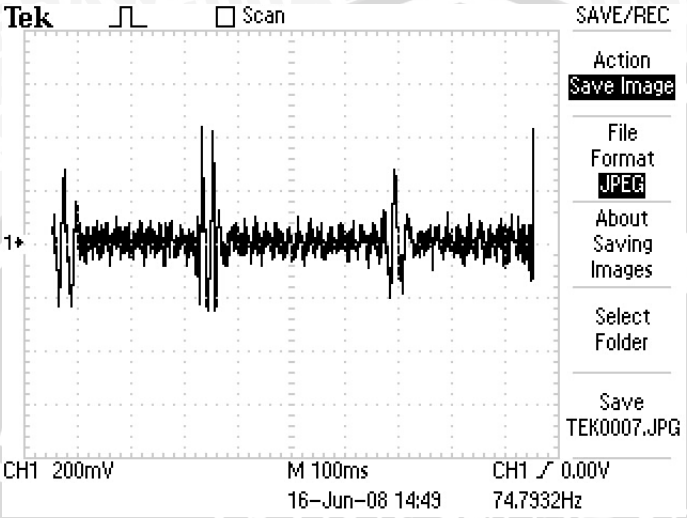
Grafik L.B.4.2 Pengukuran ke-2



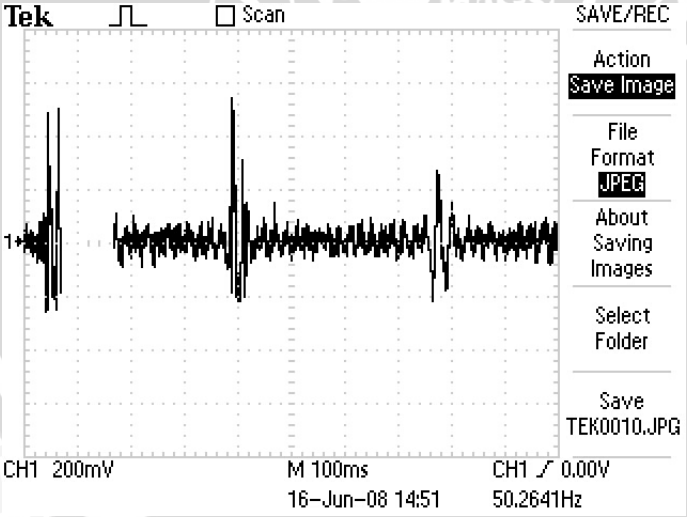
Grafik L.B.4.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.4.4 Pengukuran ke-4

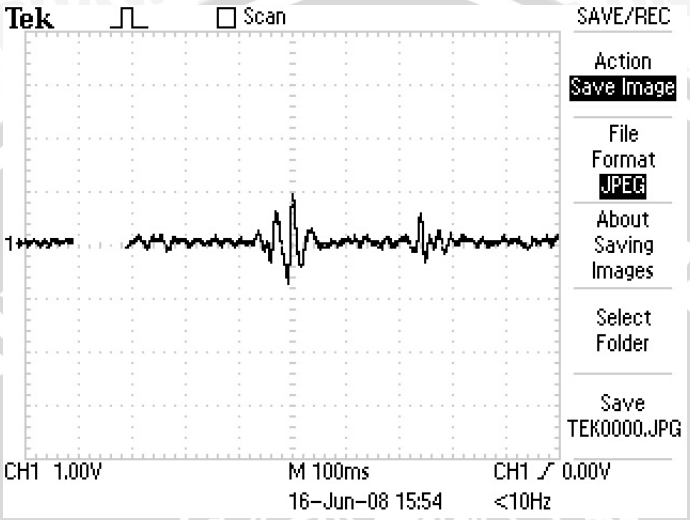


Grafik L.B.4.5 Pengukuran ke-5

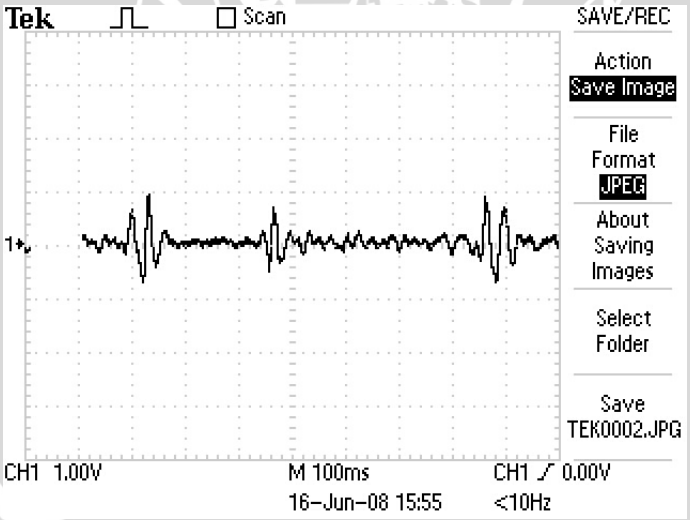


Lampiran B.5 Grafik detak jantung Ilul

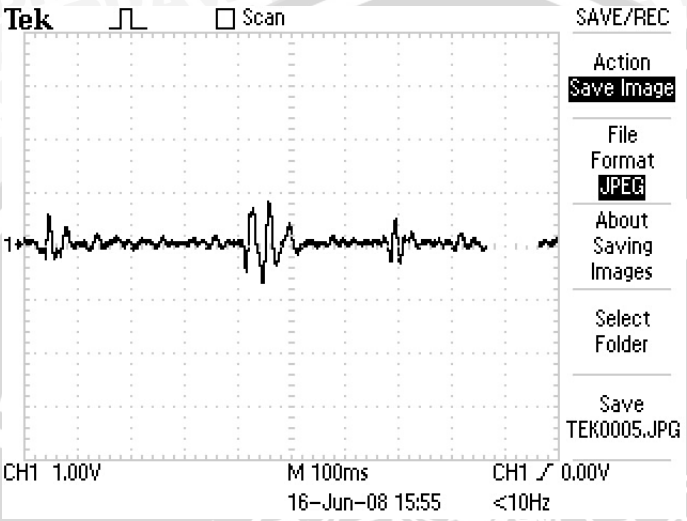
Grafik L.B.5.1 Pengukuran ke-1



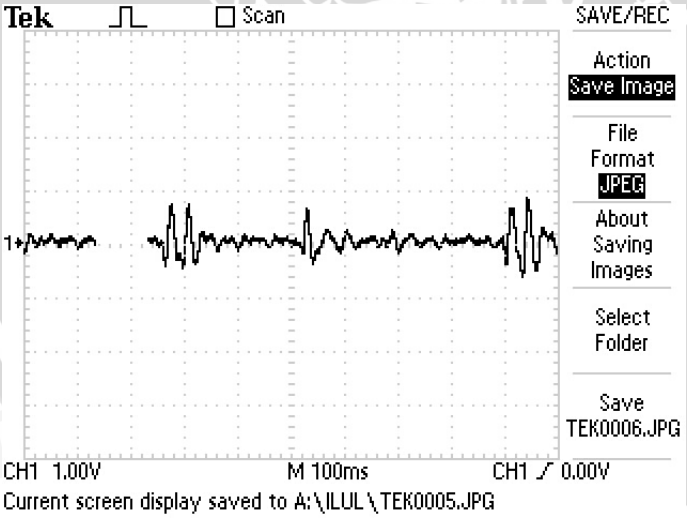
Grafik L.B.5.2 Pengukuran ke-2



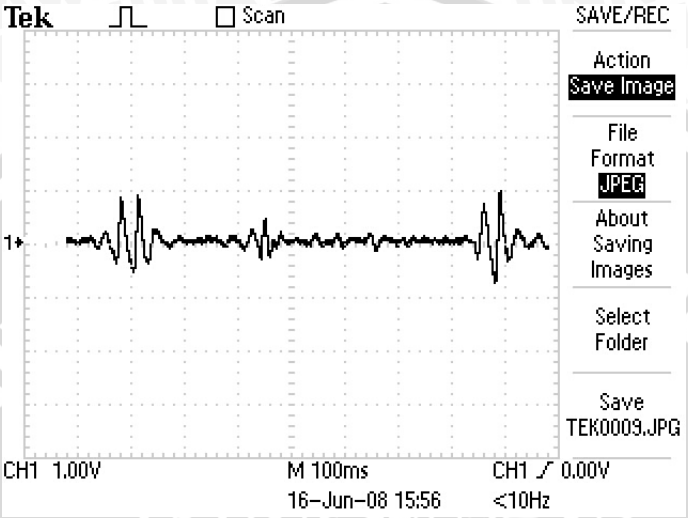
Grafik L.B.5.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.5.4 Pengukuran ke-4

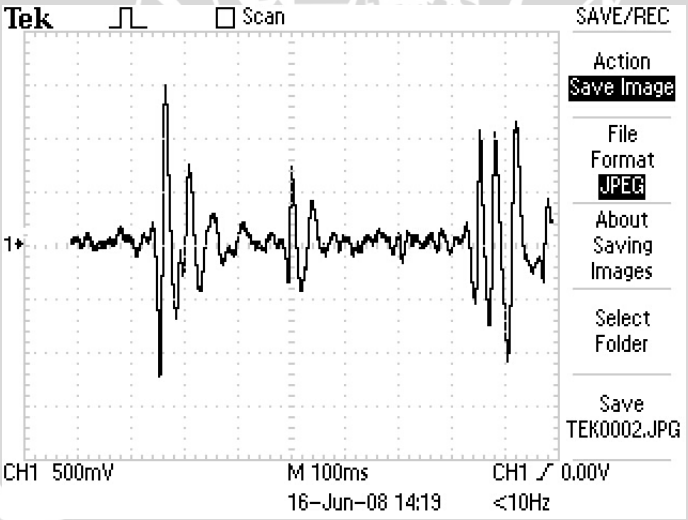


Grafik L.B.5.5 Pengukuran ke-5

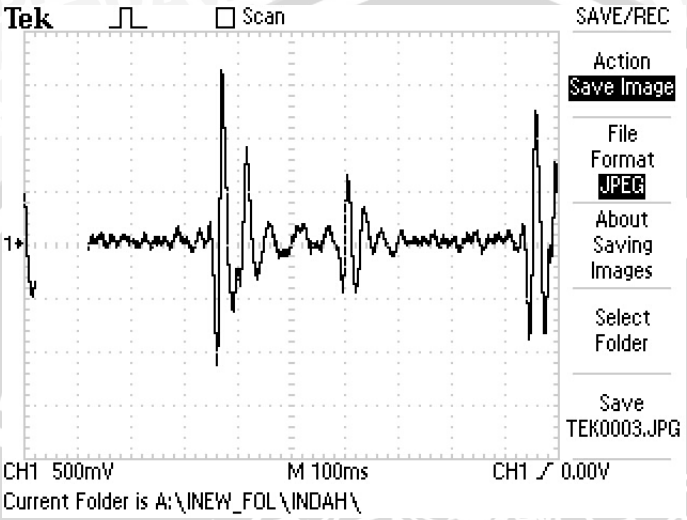


Lampiran B.6 Grafik detak jantung Indah

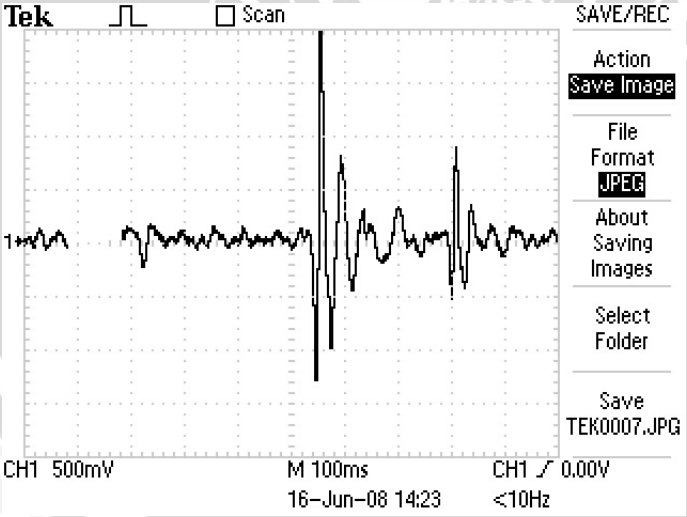
Grafik L.B.6.1 Pengukuran ke-1



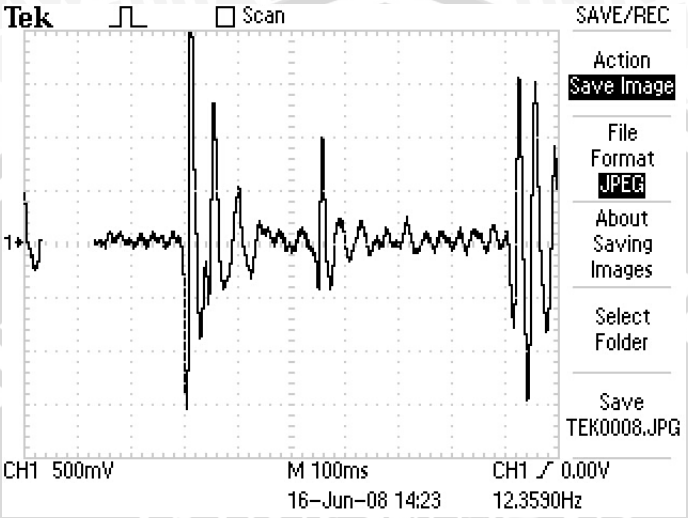
Grafik L.B.6.2 Pengukuran ke-2



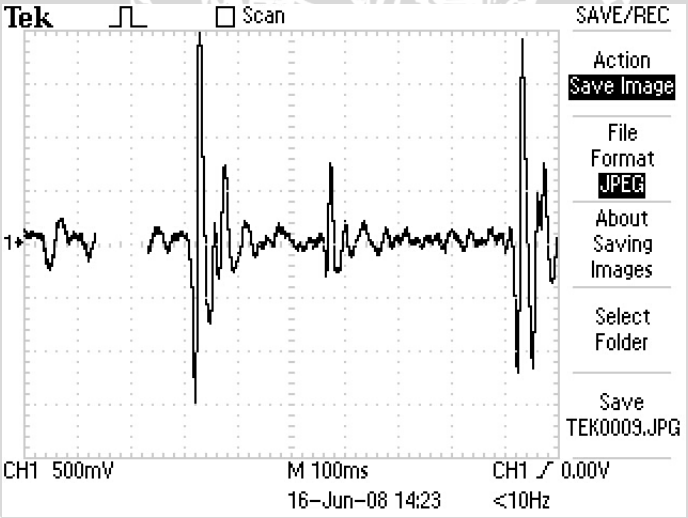
Grafik L.B.6.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.6.4 Pengukuran ke-4

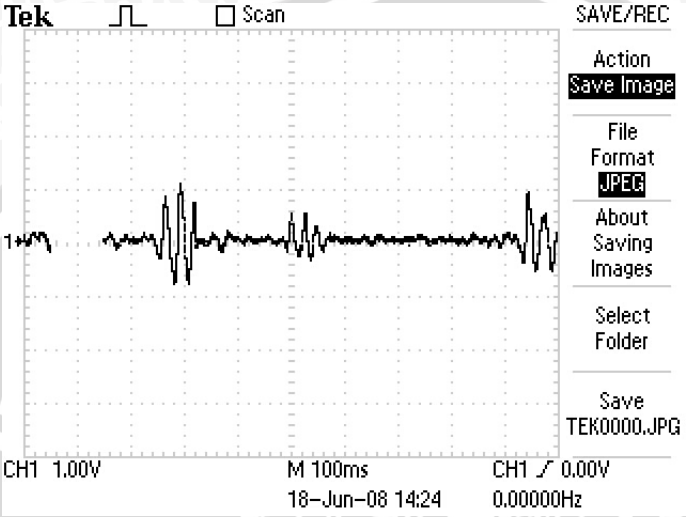


Grafik L.B.6.5 Pengukuran ke-5

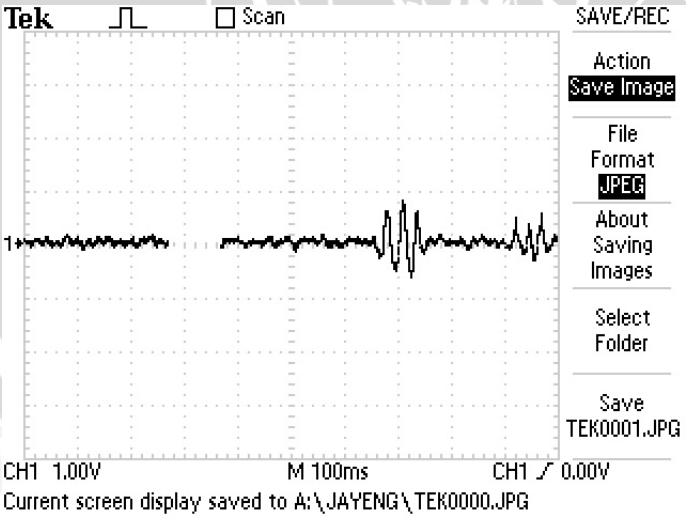


Lampiran B.7 Grafik detak jantung Jayeng

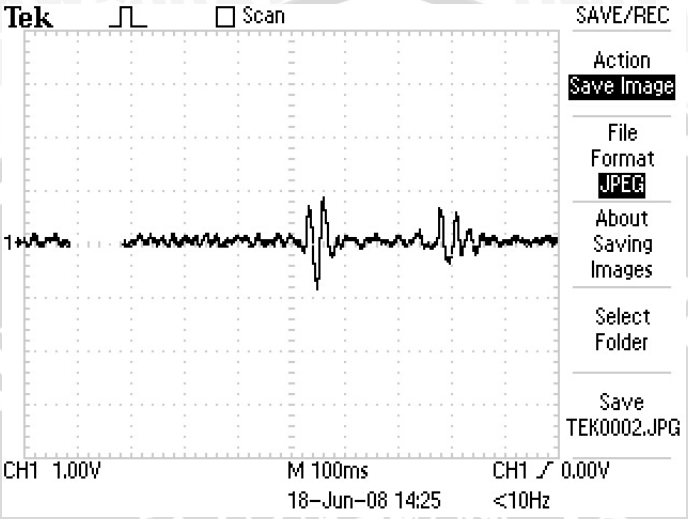
Grafik L.B.7.1 Pengukuran ke-1



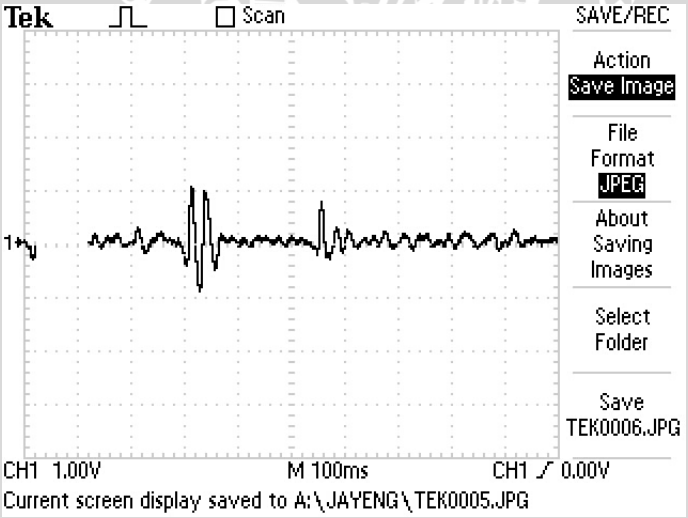
Grafik L.B.7.2 Pengukuran ke-2



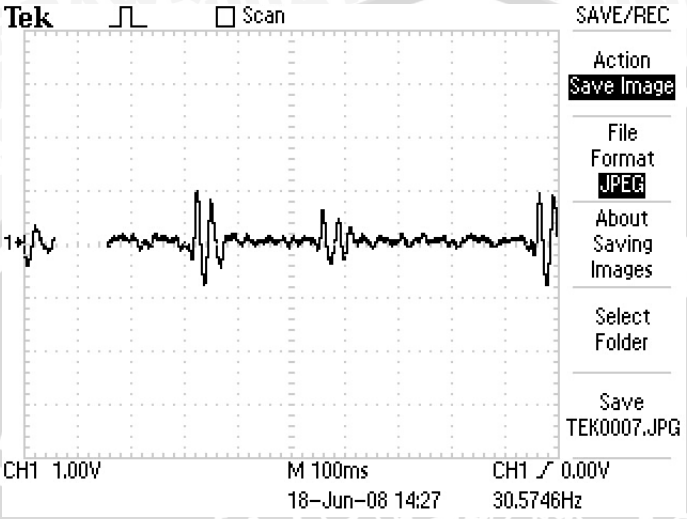
Grafik L.B.7.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.7.4 Pengukuran ke-4

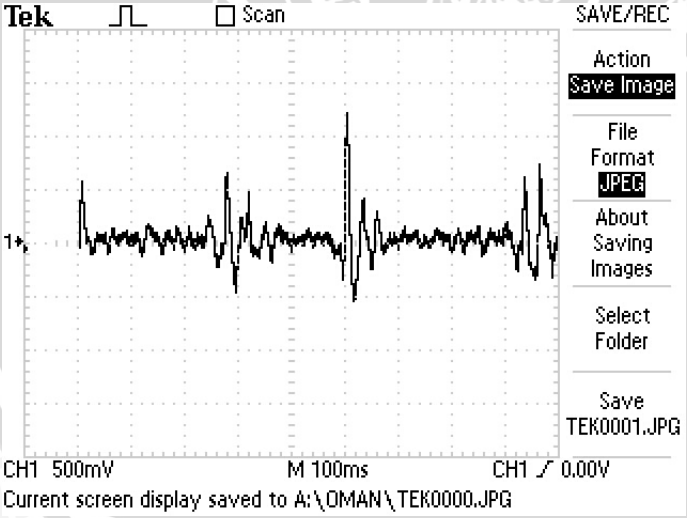


Grafik L.B.7.5 Pengukuran ke-5

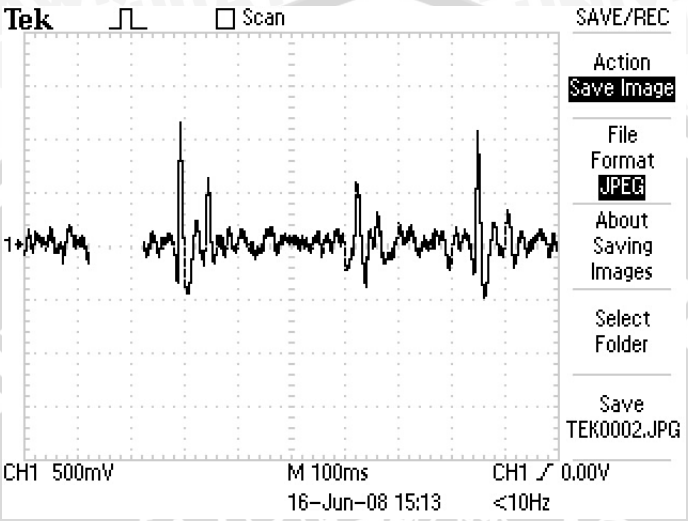


Lampiran B.8 Grafik detak jantung Oman

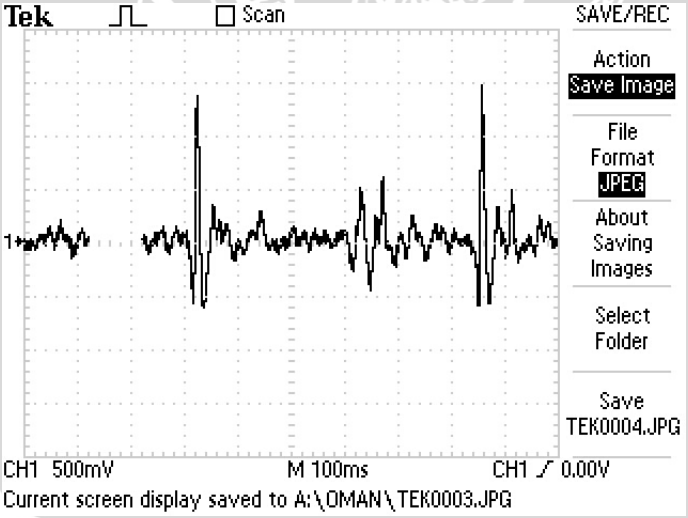
Grafik L.B.8.1 Pengukuran ke-1



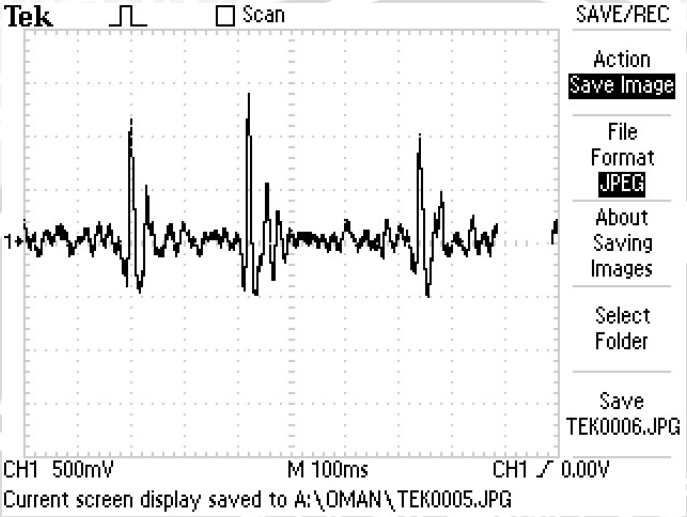
Grafik L.B.8.2 Pengukuran ke-2



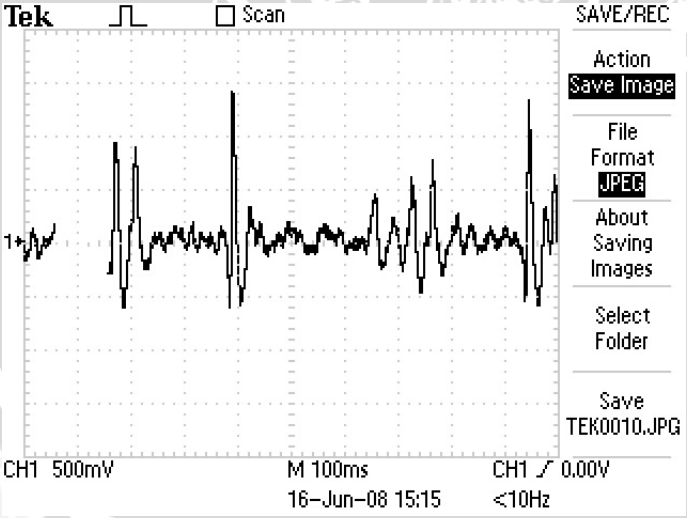
Grafik L.B.8.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.8.4 Pengukuran ke-4

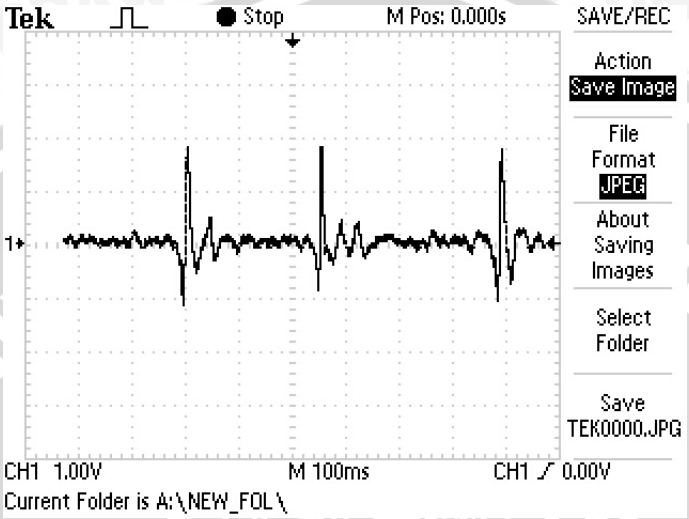


Grafik L.B.8.5 Pengukuran ke-5

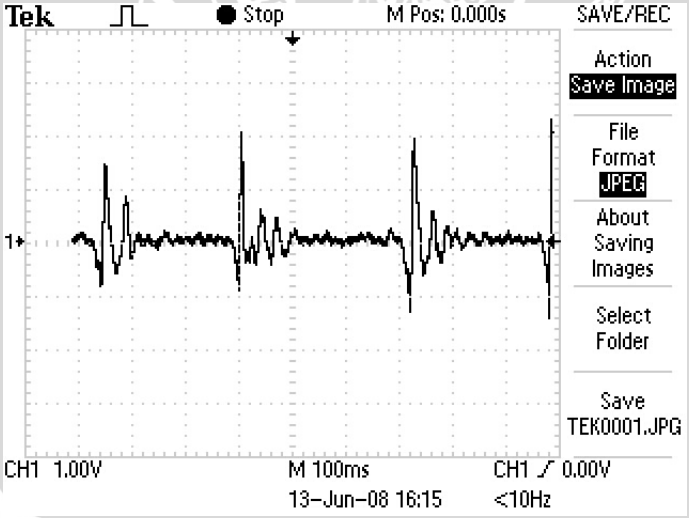


Lampiran B.9 Grafik detak jantung Rama

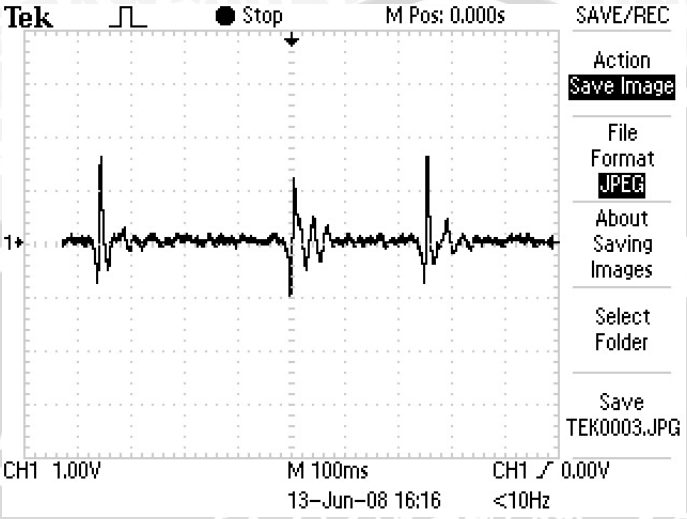
Grafik L.B.9.1 Pengukuran ke-1



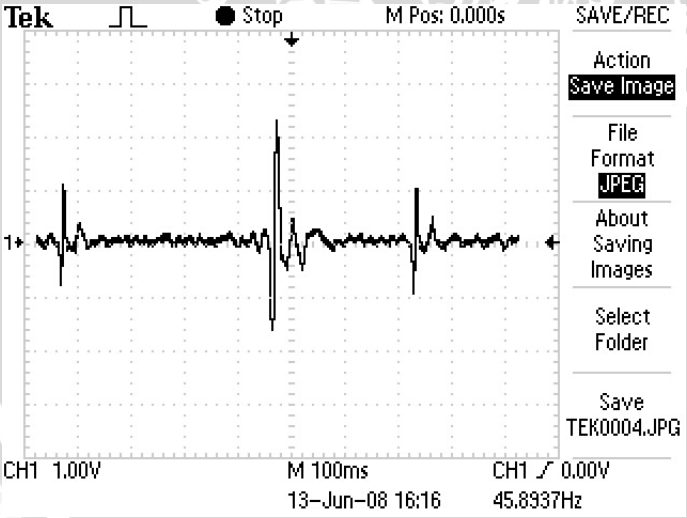
Grafik L.B.9.2 Pengukuran ke-2



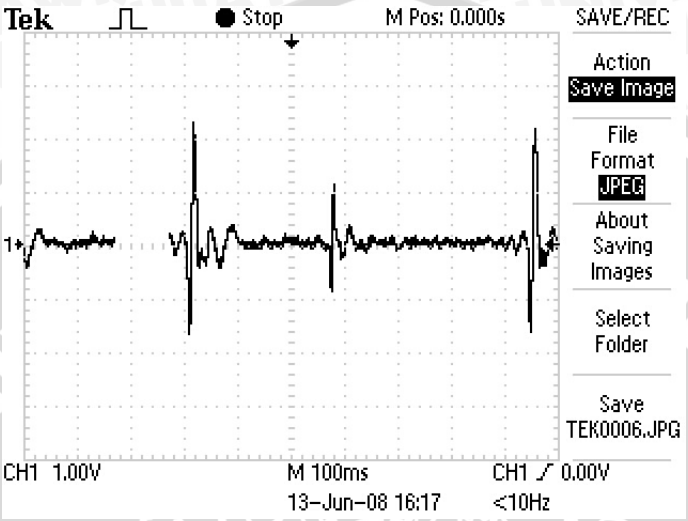
Grafik L.B.9.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.9.4 Pengukuran ke-4

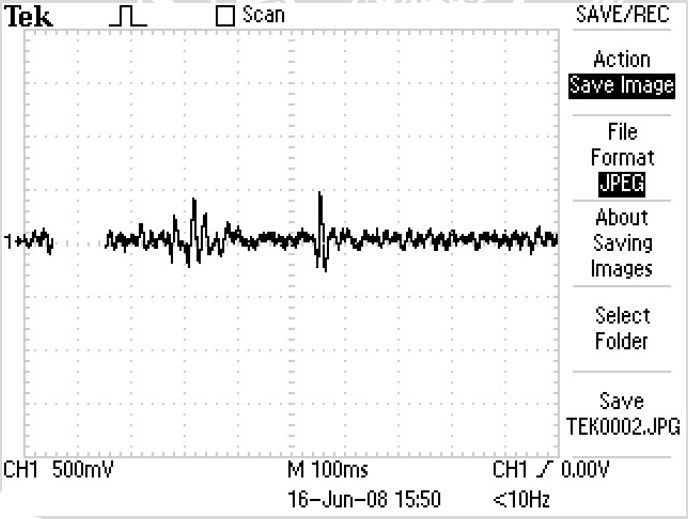


Grafik L.B.9.5 Pengukuran ke-5

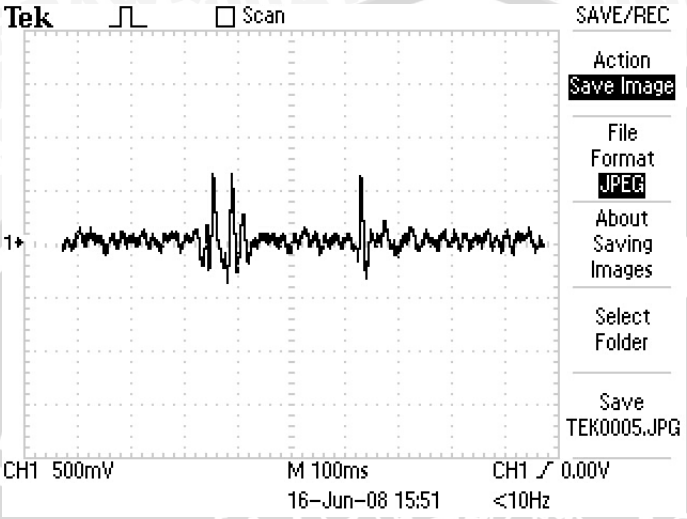


Lampiran B.10 Grafik detak jantung Syukri

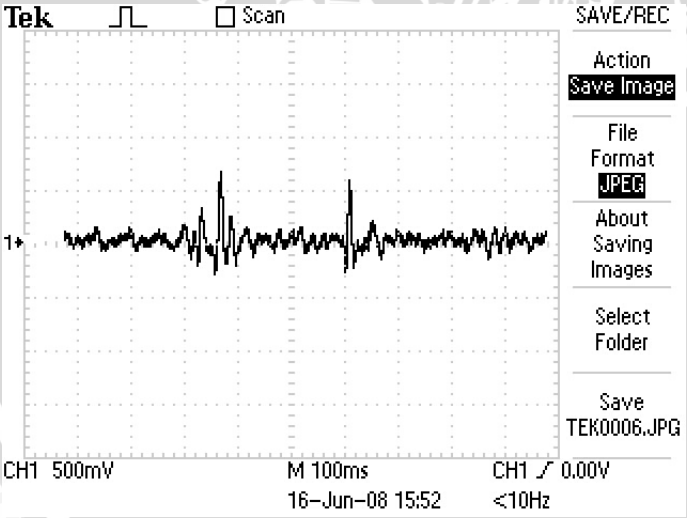
Grafik L.B.10.1 Pengukuran ke-1



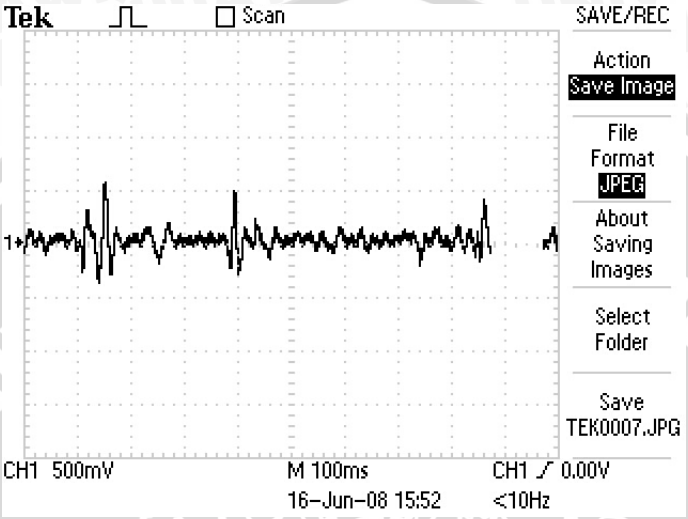
Grafik L.B.10.2 Pengukuran ke-2



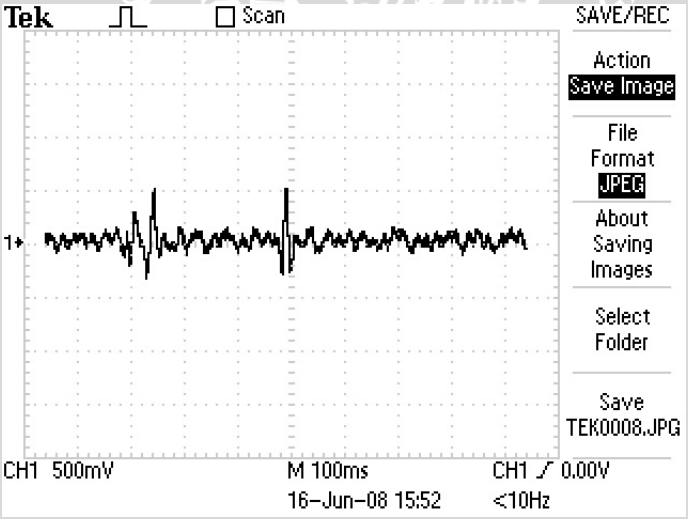
Grafik L.B.10.3 Pengukuran ke-3



Grafik L.B.10.4 Pengukuran ke-4



Grafik L.B.10.5 Pengukuran ke-5



Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran C. Periode Detak Jantung

Tabel L.C.1 Periode Detak Jantung

No.	Nama	Jenis Kelamin (L/P)	Usia (tahun)	Periode (s)					
				Pengukuran ke-					Rata-rata
				1	2	3	4	5	
1	Adul	L	27	0,40	0,60	0,40	0,60	0,60	0,52
2	Anna	P	26	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
3	Danang	L	27	0,10	0,10	0,10	0,10	0,80	0,96
4	Ida	P	25	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,44
5	Ilul	P	26	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
6	Indah	P	25	0,12	0,12	0,16	0,10	0,10	0,12
7	Jayeng	L	26	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,68
8	Oman	L	27	0,10	0,80	0,80	0,80	0,10	0,88
9	Rama	L	25	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
10	Syukri	L	24	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80	0,68
	Rata-rata periode detak jantung dari keseluruhan responden								**0,76**
	Nilai periode yang paling sering muncul								**0,80**

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran D. Program Detak Jantung

```
#include <reg51.h>
//LCD header
//======================
sbit at 0xA7 rs;
sbit at 0xA6 rw;
sbit at 0xA5 e;
sfr at 0x80 bus_data;
//======================

sbit at 0x90 tombol;
code unsigned char done            [7]="SELESAI";
code unsigned char awal1[16]="    DETEKTOR    ";
code unsigned char awal2[16]=" DETAK JANTUNG  ";
code unsigned char pion1[16]=" MULAI         ";
code unsigned char pion2[16]="  LOADING.......";
code unsigned char fine [8]=" TERATUR";
code unsigned char bad  [12]=" TAK TERATUR";

unsigned char k;
unsigned int j;

data unsigned char  ascci[16];
data unsigned char ascci_in,datasisa,datahsl;

unsigned char detak1,detak2,detak3,selisih;
unsigned char psw,R1;
unsigned int      detak,R0;

void delayp (unsigned int tunda)
{
        for(j=0;j<tunda;j++);
}

void delay (void)
{
        for(j=0;j<255;j++);
}
```

```
void tul_data (unsigned char datalcd)
{
        rs=1;
        bus_data=datalcd;
        e=1;
        delay();
        e=0;
        //delay();
}
void tul_inst (unsigned char instlcd)
{
        rs=0;
        bus_data=instlcd;
        e=1;
        delay();
        e=0;
        //delay();
}
void init_lcd(void)
{
        rw=0;
        delay( );
        tul_inst(0x01);
        delay( );
        tul_inst(0x38);
        tul_inst(0x0c);
        tul_inst(0x06);
        delay( );
}
void get_ascci (void)
{
        //ambil ratusan
        datahsl=ascci_in/100;
        datasisa=ascci_in-(datahsl*100);
        ascci[3]='0'+datahsl;

        //ambil puluhan
        datahsl=datasisa/10;
        datasisa=datasisa-(datahsl*10);
```

```
        ascci[2]='0'+datahsl;

        //ambil satuan
        ascci[1]='0'+datasisa;

        //ascci[3] ascci[2] ascci[1]
}
void init_inttimer1()
{
        TR1=0;
        TMOD=0x10;  //timer1 mode 1
        TH1=76;     //50.000us=5 s
        TL1=16;
        TF1=0;              //flag clear

        EA=1;

        ET1=1;    //en int timer1
        PT1=0;      //priority int

        TR1=1;              //jalankan timer
}
void keteraturan ()
{
        R1=0;
        selisih=detak1-detak2;

susunan:
        if ((selisih==0)||(selisih==1)||(selisih==255))
        {
                tul_inst(0xC3);
                for(k=0;k<8;k++)
                {
                  tul_data(fine[k]);
                }
        }
        else
        {
                if(R1==0)
```

```
                {
                        selisih=detak2-detak3;
                  R1++;
                  goto susunan;
                }
               else
                {
                        tul_inst(0xC3);
                        for(k=0;k<12;k++)
                        {
                                tul_data(bad[k]);
                        }
                }
        }
}
void hitung ()
{
        detak=detak1+detak2+detak3;

        detak=detak*4;

        ascci_in=detak;
        //ascci_in=108;
        get_ascci();

        tul_inst(0xC0);
        tul_data(ascci[3]);
        tul_data(ascci[2]);
        tul_data(ascci[1]);
}
void tampil ()
{
         tul_inst(0x01);

        ascci_in=detak1;
        get_ascci();

        tul_inst(0x87);
  tul_data(ascci[3]);
```

```
            tul_data(ascci[2]);
            tul_data(ascci[1]);

            ascci_in=detak2;
            get_ascci();

            tul_inst(0x8A);
    tul_data(ascci[3]);
            tul_data(ascci[2]);
            tul_data(ascci[1]);

            ascci_in=detak3;
            get_ascci();

            tul_inst(0x8D);
    tul_data(ascci[3]);
            tul_data(ascci[2]);
            tul_data(ascci[1]);

            delayp(40000);

            tul_inst(0x80);
    for(k=0;k<7;k++)
            {
                    tul_data(done[k]);
            }

            keteraturan ();

            hitung();

}
void int_t0 () interrupt 3 using 1
{
            psw=PSW;
            EA=0;
            R0++;

            if (R0==50)// (5s)
```

```
                {
                        detak1=detak;

                        detak=0;
                        PSW=psw;
                        init_inttimer1();
                }
        else if (R0==100)
                {
                        detak2=detak;

                        detak=0;
                        PSW=psw;
                        init_inttimer1();
                }
        else if (R0==150)
                {
                        detak3=detak;

                        TR1=0;
        //matikan timer1
                        EA=0;           //non aktifkan sebelum keluar
                        tampil();
                        PSW=psw;
                }
        else
                {
                        PSW=psw;
                        init_inttimer1();
                }

}
unsigned char i;

void delay80ms()
{
        for(i=0;i<80;i++)
        {
                delayp(100);
```

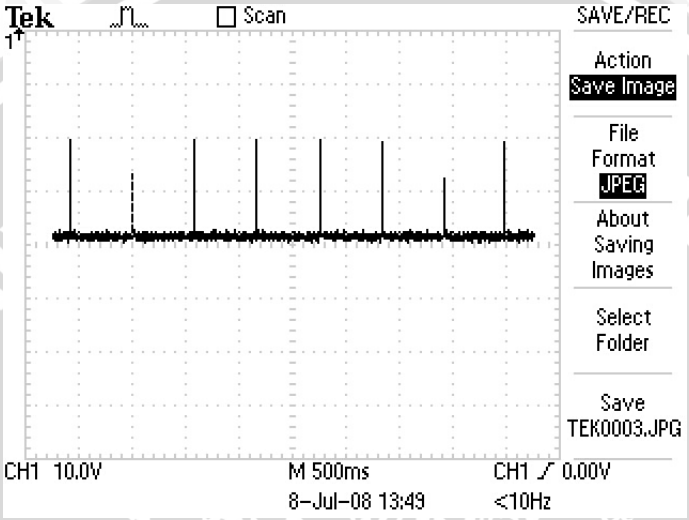
```
        }
}
void int_eks0 () interrupt 0 using 2
{
        psw=PSW;

        EA=0;
        detak++;

        delay80ms();

        EA=1;

        EX0=1;          //en int eks0
        IT0=1;     //dipicu pd transisi turun
        PX0=1;          //priority int

        PSW=psw;
}
void main ()
{
        delay( );
        init_lcd( );
        delay( );

        R0=0;
        detak=0;
        detak1=0;
        detak2=0;
        detak3=0;

        tul_inst(0x80);
  for(k=0;k<16;k++)
        {
                tul_data(awal1[k]);
        }

        tul_inst(0xC0);
  for(k=0;k<16;k++)
```

```
        {
                tul_data(awal2[k]);
        }

while(1)
 {
        while (tombol!=0)
        {
                ;
        }
                tul_inst(0x80);
        for(k=0;k<16;k++)
                {
                        tul_data(pion1[k]);
                }

                tul_inst(0xC0);
        for(k=0;k<16;k++)
                {
                        tul_data(pion2[k]);
                }
                detak=0;
                EA=1;       //global int
                init_inttimer1();

                //___init_inteks0_____
                EX0=1;          //en int eks0
                IT0=1;      //dipicu pd transisi turun
                PX0=1;          //priority int
                //_____________________


 }

}
```

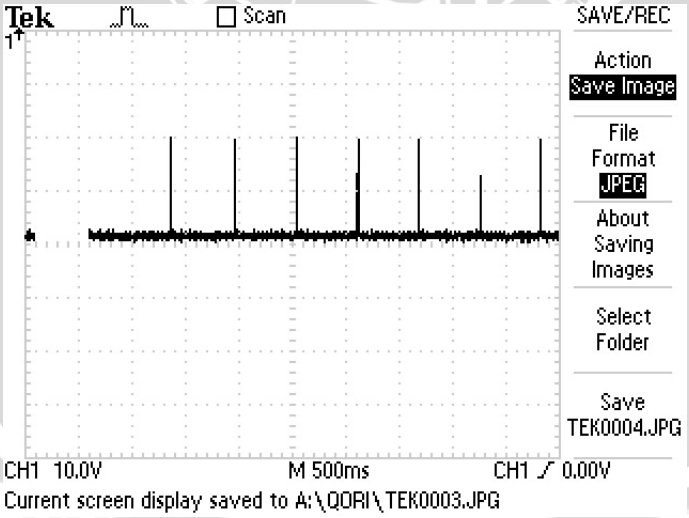
Lampiran E. Grafik Penghitungan Detak Jantung

Lampiran E.1.Grafik detak jantung Abqori

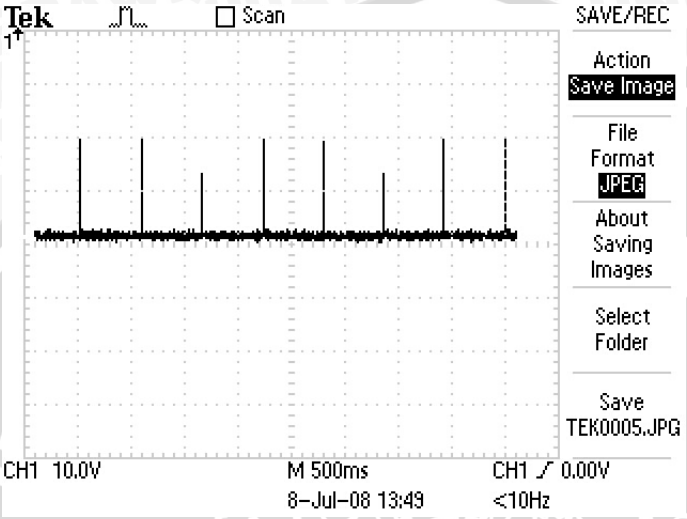
Grafik L.E.1.1 Pengukuran ke-1



Grafik L.E.1.2 Pengukuran ke-2

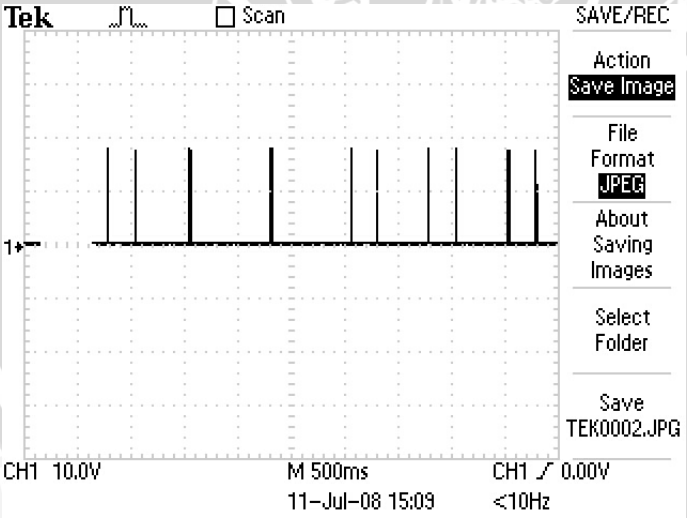


Grafik L.E.1.3 Pengukuran ke-3

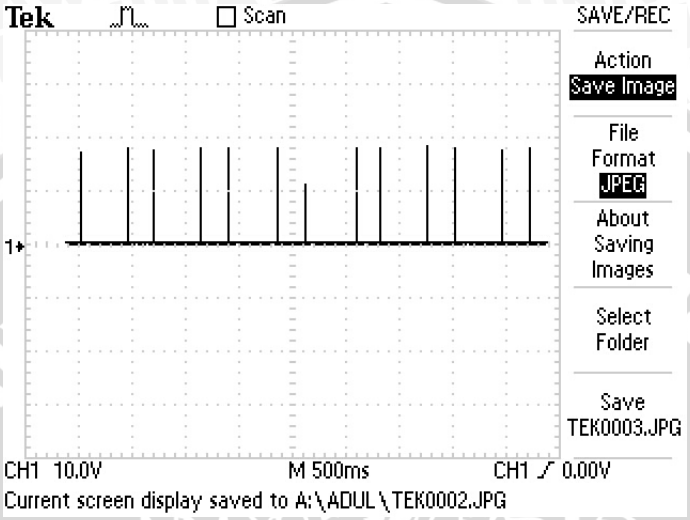


Lampiran E.2 Grafik detak jantung Adul

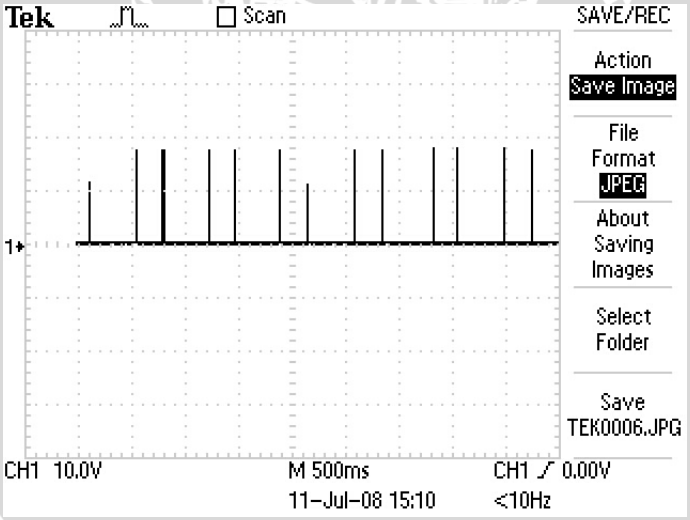
Grafik L.E.2.1 Pengukuran ke-1



Grafik L.E.2.2 Pengukuran ke-2

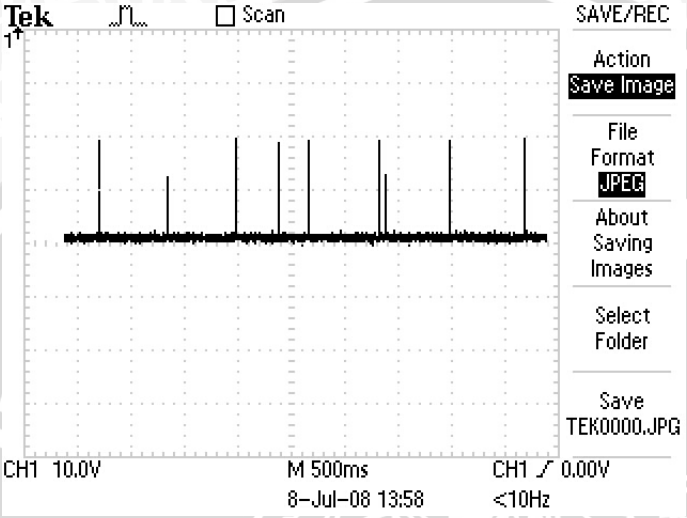


Grafik L.E.2.3 Pengukuran ke-3

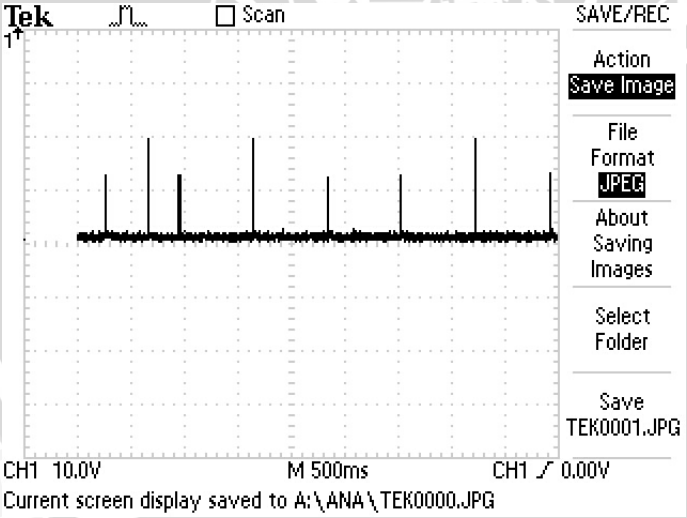


Lampiran E.3 Grafik detak jantung Ana

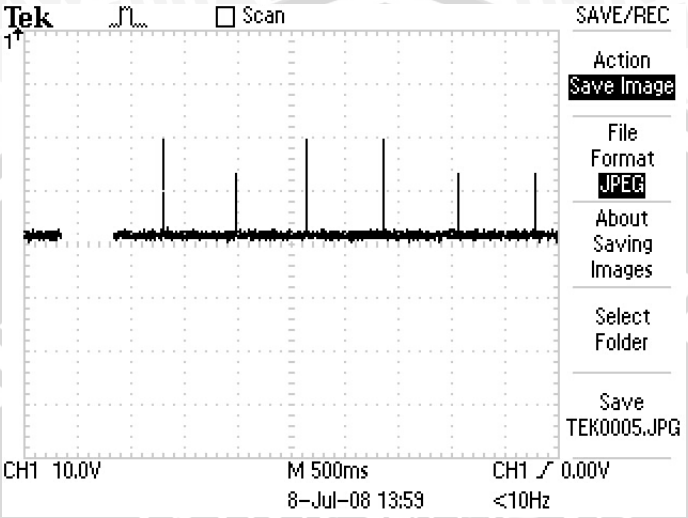
Grafik L.E.3.1 Pengukuran ke-1



Grafik L.E.3.2 Pengukuran ke-2

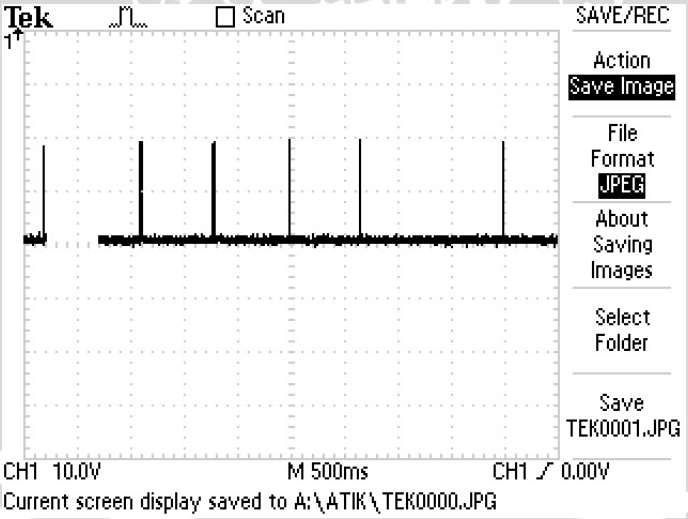


Grafik L.E.3.3 Pengukuran ke-3

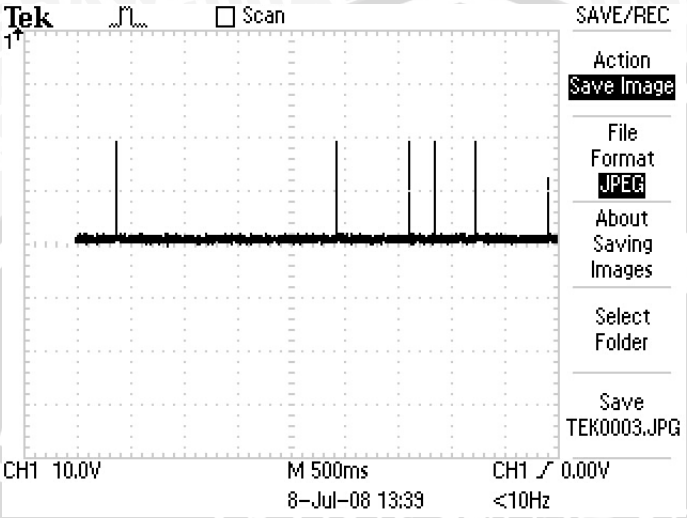


Lampiran E.4 Grafik detak jantung Atik

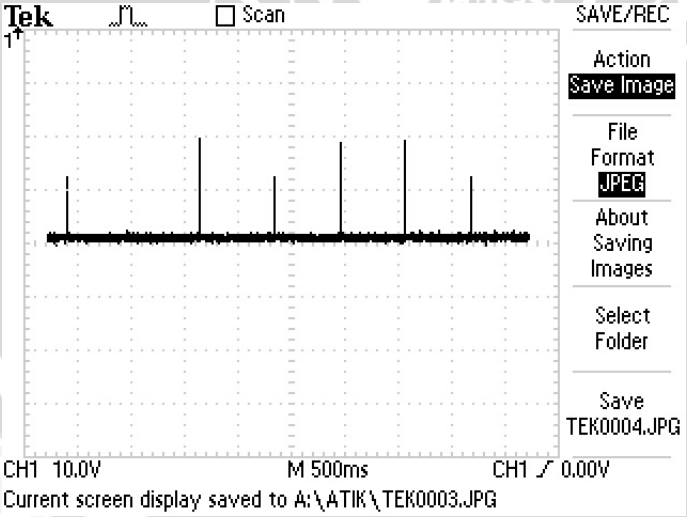
Grafik L.E.4.1 Pengukuran ke-1



Grafik L.E.4.2 Pengukuran ke-2

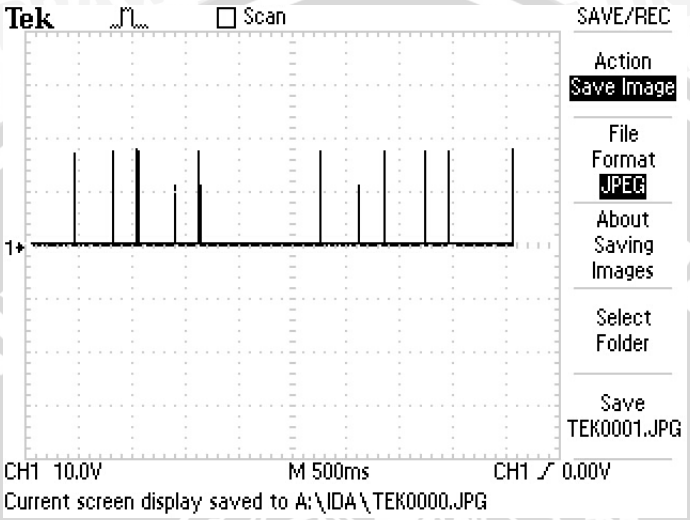


Grafik L.E.4.3 Pengukuran ke-3

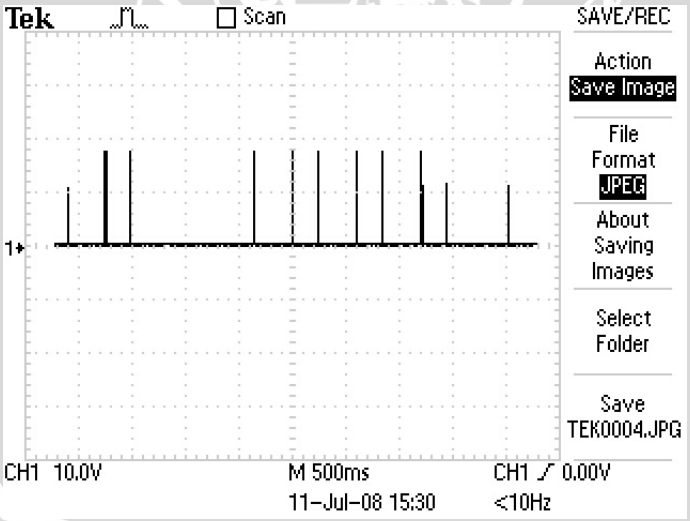


Lampiran E.5 Grafik detak jantung Ida

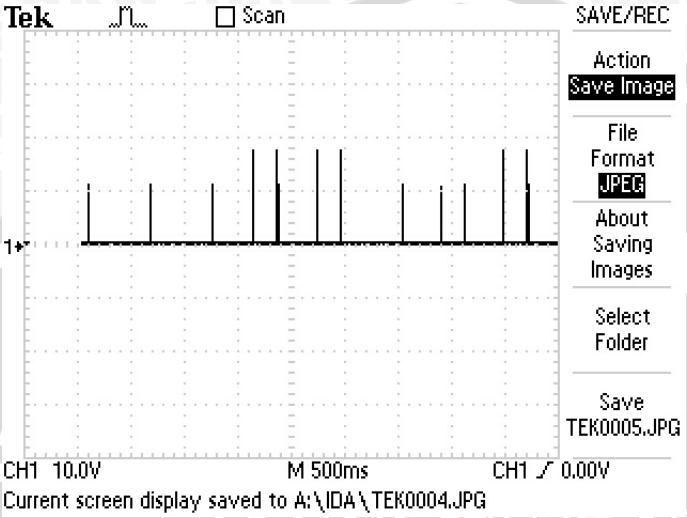
Grafik L.E.5.1 Pengukuran ke-1



Grafik L.E.5.2 Pengukuran ke-2



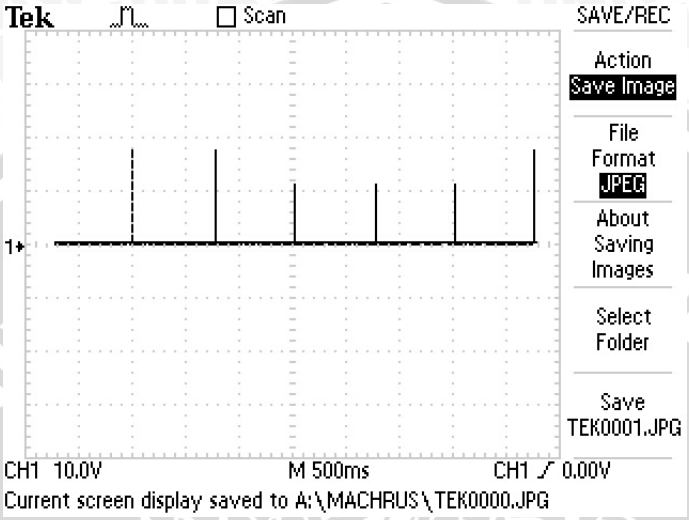
Grafik L.E.5.3 Pengukuran ke-3



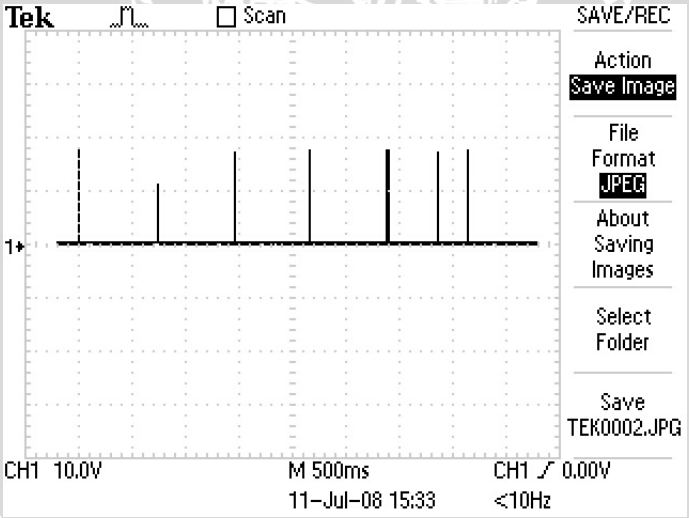
Lampiran E.6 Grafik detak jantung Machrus

Grafik L.E.6.1 Pengukuran ke-1

Grafik L.E.6.2 Pengukuran ke-2

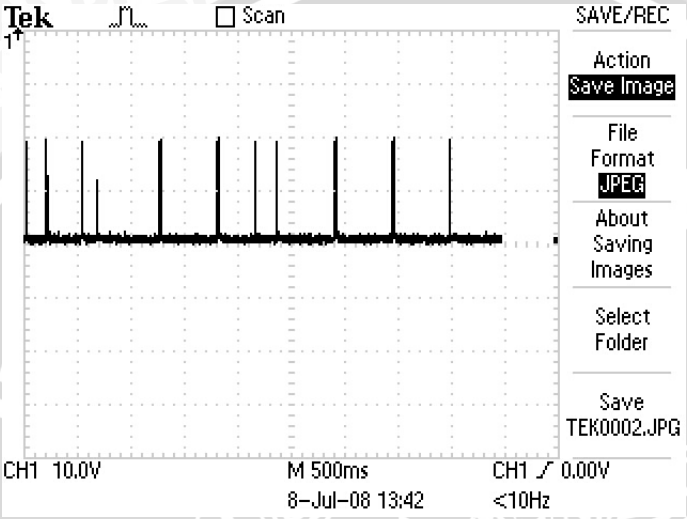


Grafik L.E.6.3 Pengukuran ke-3

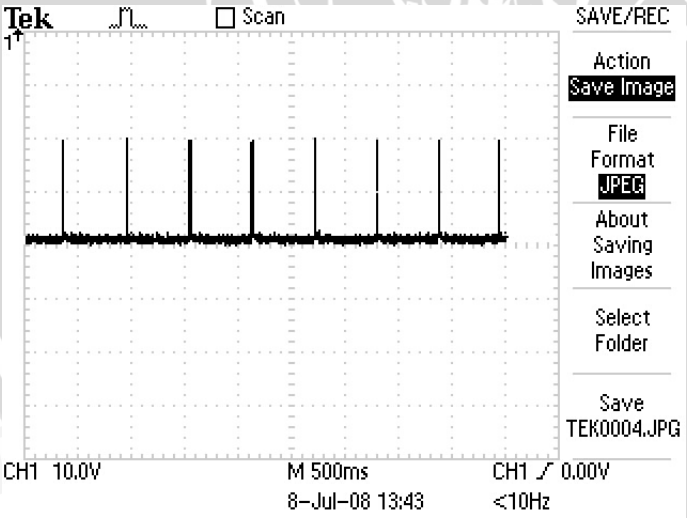


Lampiran E.7 Grafik detak jantung Nazi

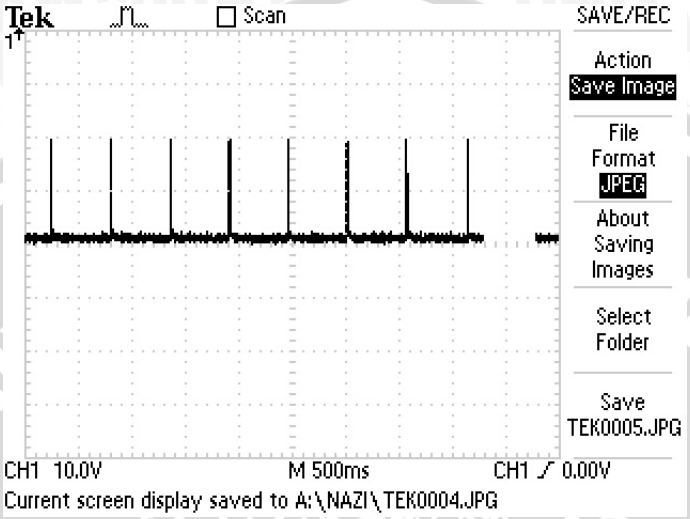
Grafik L.E.7.1 Pengukuran ke-1



Grafik L.E.7.2 Pengukuran ke-2

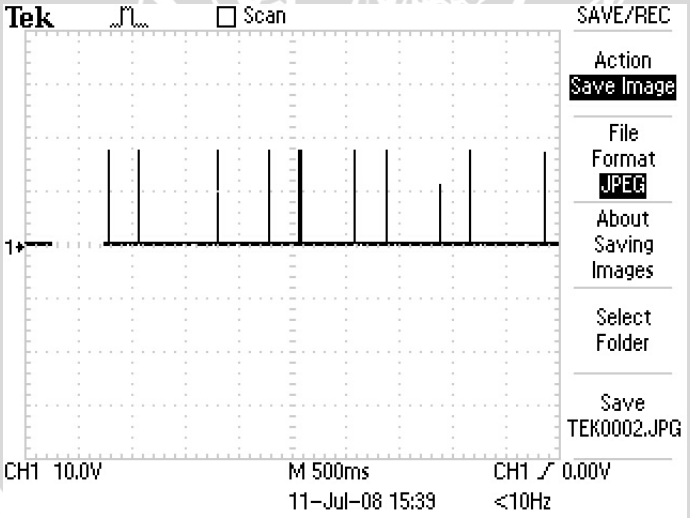


Grafik L.E.7.3 Pengukuran ke-3

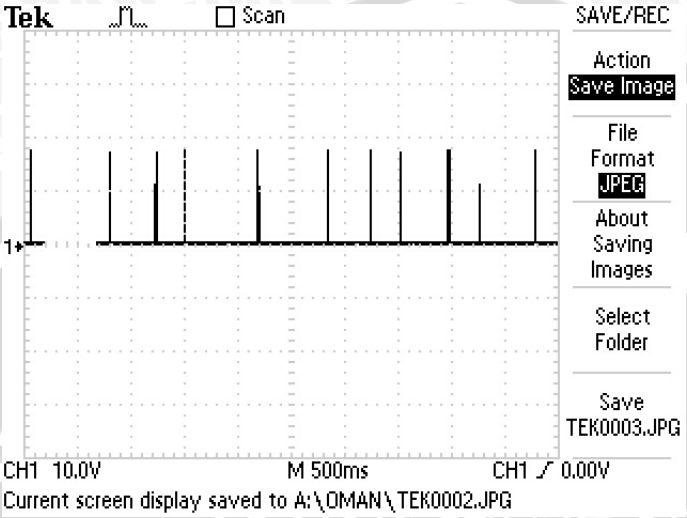


Lampiran E.8 Grafik detak jantung Oman

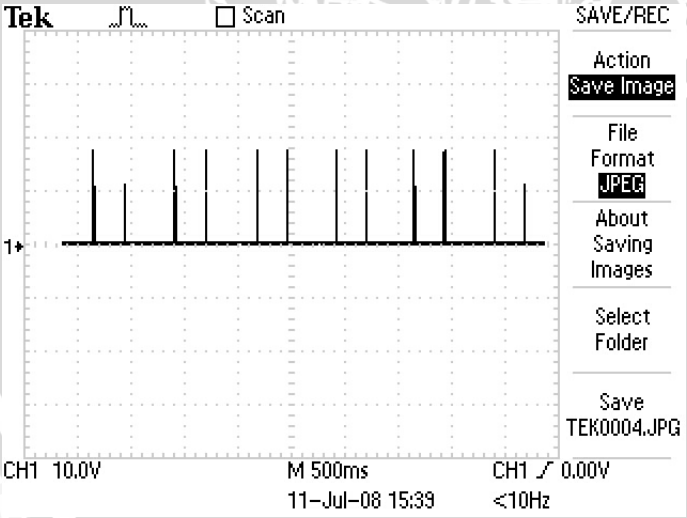
Grafik L.E.8.1 Pengukuran ke-1



Grafik L.E.8.2 Pengukuran ke-2

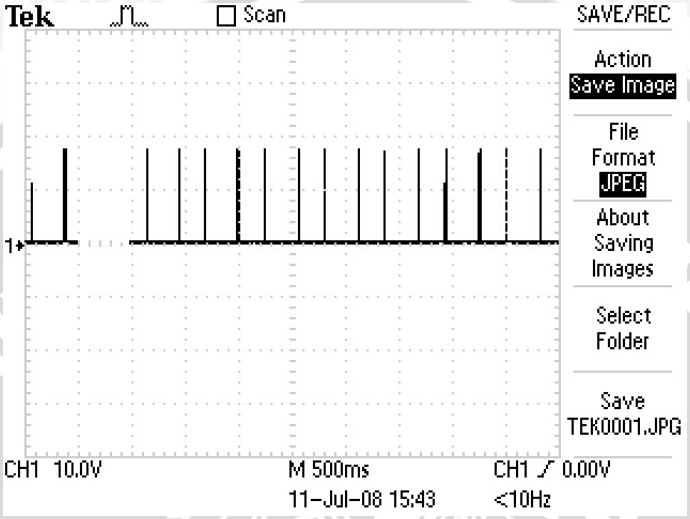


Grafik L.E.8.3 Pengukuran ke-3

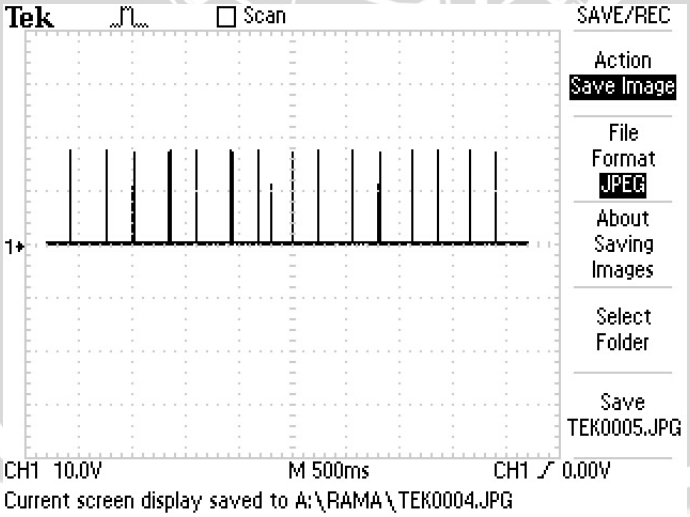


Lampiran E.9 Grafik detak jantung Rama

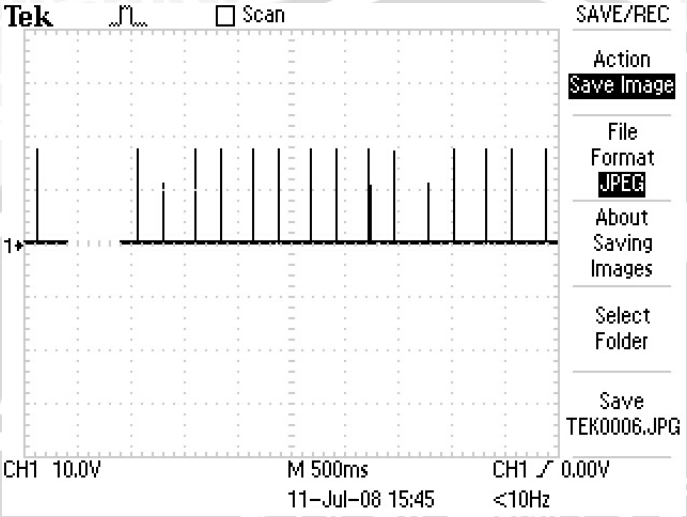
Grafik L.E.9.1 Pengukuran ke-1



Grafik L.E.9.2 Pengukuran ke-2

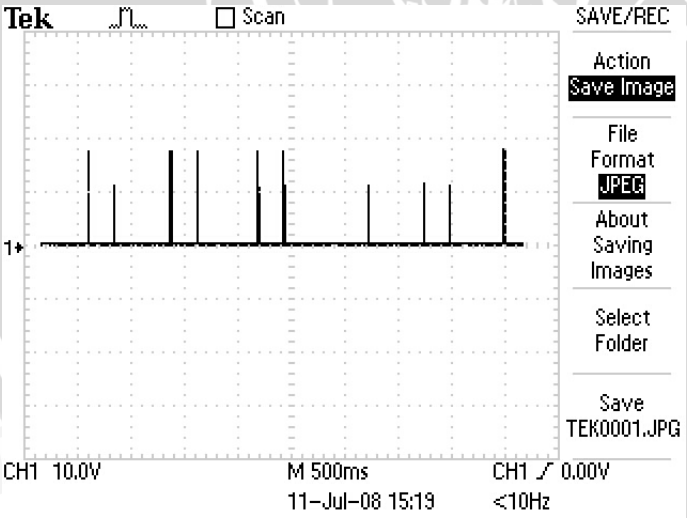


Grafik L.E.9.3 Pengukuran ke-3

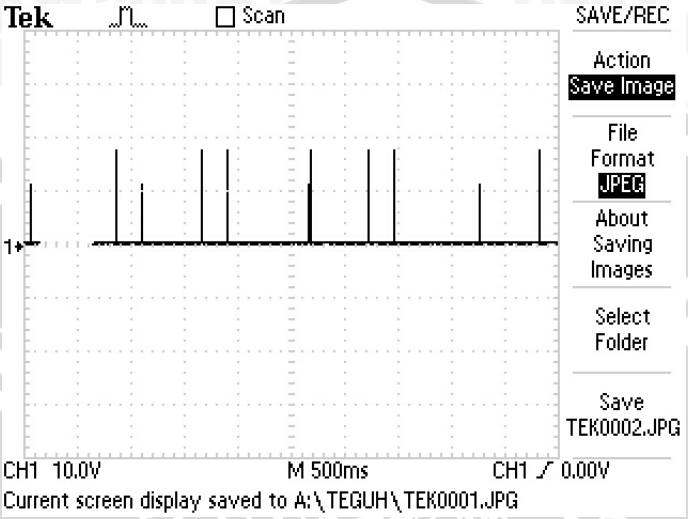


Lampiran E.10 Grafik detak jantung Teguh

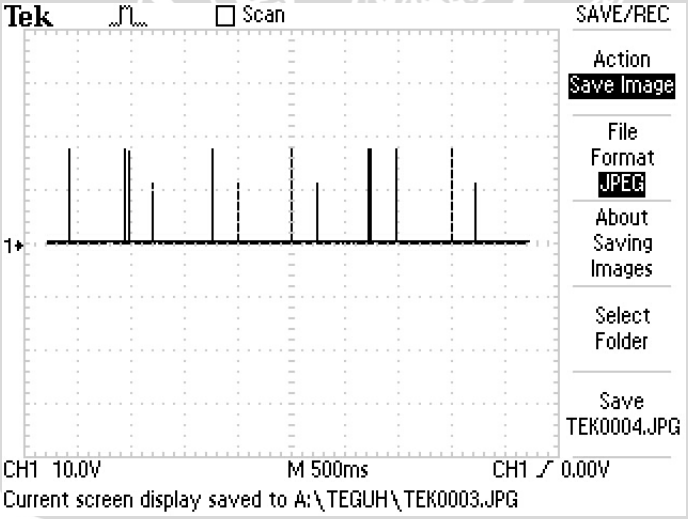
Grafik L.E.10.1 Pengukuran ke-1



Grafik L.E.10.2 Pengukuran ke-2



Grafik L.E.10.3 Pengukuran ke-3



Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran F. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

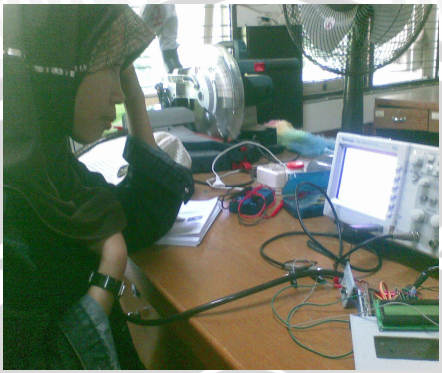
Tabel L.F.1. Hasil Tampilan Osiloskop

No.	Nama	Jenis Kelamin(L/P)	Usia (tahun)	Jumlah detak/menit			
				Pengukuran ke-			Rata-rata
				1	2	3	
1	Abqori	L	26	96	96	96	96,0
2	Adul	L	27	76	84	84	81,3
3	Anna	P	26	84	84	84	84,0
4	Atik	P	24	60	56	72	62,7
5	Ida	P	25	84	84	92	86,7
6	Machrus	L	26	60	72	72	68,0
7	Nazi	L	24	100	96	96	97,3
8	Oman	L	27	72	84	76	77,3
9	Rama	L	25	92	96	96	94,7
10	Teguh	L	24	72	84	72	76,0
	Rata-rata jumlah detak jantung dari keseluruhan responden						**83,3**
	Hasil pembulatan						**83**

Tabel L.F.2. Hasil Tampilan LCD

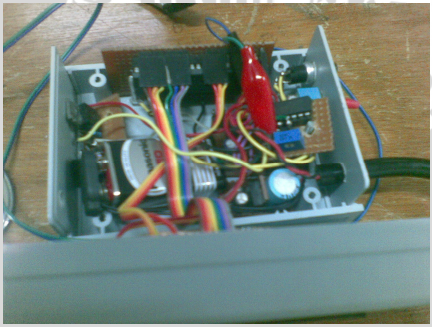
No.	Nama	Jenis Kelamin(L/P)	Usia (tahun)	Jumlah detak/menit			
				Pengukuran ke-			Rata-rata
				1	2	3	
1	Abqori	L	26	96	96	96	96,0
2	Adul	L	27	80	84	80	81,3
3	Anna	P	26	88	84	84	85,3
4	Atik	P	24	60	56	72	62,7
5	Ida	P	25	88	84	96	89,3
6	Machrus	L	26	60	72	72	68,0
7	Nazi	L	24	104	96	96	98,7
8	Oman	L	27	76	80	72	76,0
9	Rama	L	25	100	100	104	101,3
10	Teguh	L	24	72	80	72	74,7
	Rata-rata jumlah detak jantung dari keseluruhan responden						**83,1**
	Hasil pembulatan						**83**

Lampiran G. Foto-foto Penelitian



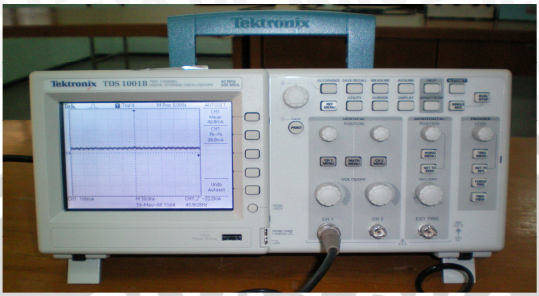
Gambar L.G.1. Foto pengambilan data periode jantung

Gambar L.G.2. Foto pengujian keseluruhan sistem



Gambar L.G.3 Bagian dalam alat deteksi detak jantung

Halaman ini sengaja dikosongkan



Gambar L.G.4. Osiloskop digital

Halaman ini sengaja dikosongkan