

MONITOR DENYUT JANTUNG MENGGUNAKAN METODE SENSOR CAHAYA

Oleh : Widodo *)

Abstrak

Alat ini merupakan suatu sistem yang dapat digunakan untuk menghitung denyut jantung manusia melalui jari tangan atau daun telinga dengan setingan yang sudah ditentukan. Alat ini dapat diaplikasikan untuk menilai batas kemampuan seorang atlet dan para pekerja keras. Ada banyak metode untuk mengukur denyut jantung, dari cara dengan merasa denyut nadi pada pergelangan tangan sampai ke cara rekam grafik elektro kardiogram. Metoda lainnya termasuk cara monitor potensial listrik yang men-triger tiap denyut jantung, perubahan nilai resistans sebagai akibat dari perubahan dalam aliran darah, dan perubahan volume darah dalam pembuluh darah pada tiap denyutan. Dalam perancangan dan pembuatan alat untuk dapat dimanfaatkan sebagai monitoring denyut jantung diperlukan suatu metode yang aman sehingga tidak membahayakan pada saat digunakan.

Penginderaan denyut jantung dilakukan dengan memberikan cahaya yang terang pada bagian tubuh dengan lapisan daging yang tipis, seperti jari tangan atau daun telinga. Dengan led super bright, intensitas cahaya yang tinggi menerawang jari tangan atau daun telinga sehingga tampak memerah. Adanya denyut jantung menyebabkan perubahan intensitas cahaya terawang pada bagian tubuh dengan lapisan daging yang tipis tersebut. Dengan sensor cahaya (LDR), perubahan cahaya terawang itu diubah menjadi besaran listrik berupa perubahan tegangan. Perubahan tegangan inilah yang disebut sebagai sinyal analog denyut. Sinyal ini sangat kecil, sehingga diperkuat melalui IC LM 3900.

Kata Kunci : Sensor, IC LM 3900, Lampu

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tak dapat dipungkiri bahwa perkembangan teknologi yang semakin maju dan berkembang pesat telah mampu mengubah pola hidup manusia, karena pada saat ini telah banyak diciptakan berbagai macam peralatan yang memberikan kemudahan kepada manusia untuk melaksanakan tugasnya. Setiap saat bisa saja muncul alat baru dengan fungsi yang lebih baik dibandingkan alat sejenis sebelumnya.

Salah satu peralatan yang tidak kalah pentingnya adalah alat yang dapat memonitor denyut jantung manusia. Bagi orang yang berkecimpung dalam dunia olah raga dan pekerja keras, sangatlah penting untuk mengikutsertakan alat ini dalam segala aktivitasnya. Namun, ada banyak metode untuk mengukur denyut jantung, dari cara dengan merasa denyut nadi pada pergelangan tangan sampai ke cara rekam grafik elektro kardiogram. Metoda lainnya termasuk cara monitor potensial listrik yang men-triger tiap denyut jantung, perubahan nilai resistans sebagai akibat dari perubahan dalam aliran darah, dan perubahan volume darah dalam pembuluh darah pada tiap denyutan. Tetapi ada beberapa kekurangan pada penggunaan metoda diatas, yaitu pemasangan elektro-da yang diperlukan untuk mengukur perubahan dalam nilai impedans badan, pengukuran ini biasanya dilakukan

dengan menyalurkan arus listrik melalui badan. Ini mengandung bahaya yang sangat besar, karena suatu kesalahan dalam isolasi alat yang bekerja dengan catu daya jaringan listrik, dapat mengakibatkan arus yang bisa mematikan mengalir melalui badan.

Tujuan dan Manfaat

Adapun yang menjadi tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Merancang suatu alat elektronika yang dapat mendeteksi atau menghitung denyut jantung manusia.
2. Untuk memudahkan dalam menilai batas kemampuan seorang atlet dan para pekerja keras.
3. Mempelajari alur atau cara kerja rangkaian sehingga dapat bekerja dengan tepat.
4. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan yang telah didapat selama berada dibangku kuliah.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mendorong dan memberikan semangat bagi generasi muda.
2. Memberikan wawasan dan pengetahuan bagi penulis dalam bidang teknologi.

*) Dosen Teknik Elektro
Universitas PGRI Adi Buana – Surabaya.

3. Memberikan masukan pada dunia olah raga pada umumnya dan elektronika pada khususnya.

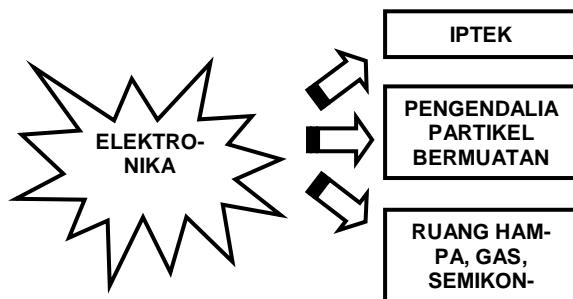
KAJIAN PUSTAKA

Dasar Elektronika

1. Pengertian Elektronika

Adalah ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang mempelajari alat listrik arus lemah yang dioperasikan dengan cara mengontrol aliran electron atau partikel bermuatan listrik di dalam ruang hampa, gas dan bahan semikonduktor (Muchlas, 2006).

Ilmu seperti ini merupakan cabang dari ilmu fisika, sementara bentuk desain dan pembuatan sirkuit elektroniknya adalah bagian dari teknik elektro, teknik komputer dan instrumentasi, (Moch. Choirul Anam, 2008).

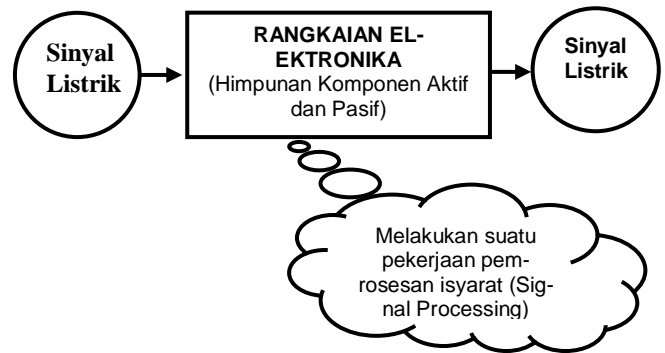


Gambar 1. Diagram Blok Elektronika

- a. Ruang Hampa
Elektronika yang berhubungan dengan pengendalian partikel bermuatan dalam ruang hampa akan mempelajari piranti-piranti elektronika seperti tabung hampa dan tabung elektron yang banyak dijumpai pada radio-radio kuno.
- b. Gas
Elektronika yang berhubungan dengan pengendalian partikel bermuatan dalam gas akan mempelajari piranti-piranti elektronika seperti tabung-tabung foto jenis gas (gas-type phototubes) yang digunakan dalam industri per-film-an sebagai sound-on-film sensor.
- c. Bahan Semikonduktor
Elektronika yang berhubungan dengan pengendalian partikel bermuatan dalam semikonduktor akan mempelajari piranti-piranti elektronika seperti diode, transistor dan IC.

2. Rangkaian Elektronika

Adalah rangkaian yang dibentuk oleh komponen-komponen aktif dan pasif yang merupakan satu satuan untuk pemrosesan isyarat (signal processing).



Gambar 2. Diagram Blok Rangkaian Elektronika

- a. Menurut Tata Letak Komponen :

1). Rangkaian Diskrit

Merupakan rangkaian elektronik yang komponen-komponennya diletakkan di atas papan rangkaian seperti PCB (printed circuit board), hubungan antar komponen dilakukan melalui konduktor. Setiap komponen berdiri sendiri-sendiri, sehingga jika terdapat komponen yang rusak, komponen tersebut dapat diganti.

2). Rangkaian Terintegrasi

Komponen-komponennya tercetak dalam keeping silicon yang disebut *chip* yang ukurannya kira-kira 1mm². Dalam *chip* yang ukurannya mini tersebut terdapat beribu-ribu komponen. Jika *chip* tersebut dikemas dan diberi pin sehingga menjadi piranti elektronik maka piranti tersebut dinamakan IC (integrated circuit).

- b. Menurut Jenis Sinyal Yang Diproses

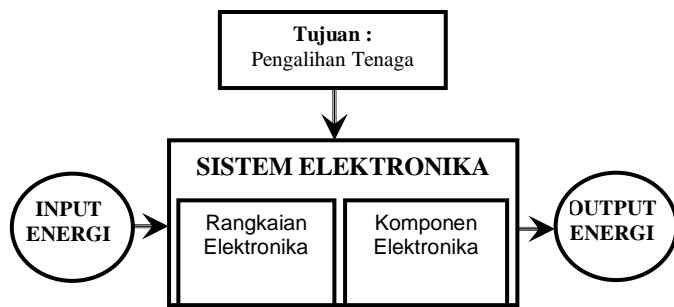
1). Rangkaian Analog

Merupakan rangkaian yang memproses sinyal bersifat kontinyu, yakni sinyal yang nilainya memiliki interval seperti 0,1V; 0,2V; 1V; 1,5V; 2V dan seterusnya.

2). Rangkaian Digital

Rangkaian elektronik yang melakukan pemrosesan sinyal bersifat diskrit, yakni sinyal yang nilainya dalam dua keadaan saja rendah dan tinggi.

3. Sistem Elektronika



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Elektronika

Adalah kesatuan yang tersusun dari komponen dan rangkaian elektronika untuk tujuan pengalihan tenaga dalam bidang komunikasi, atau komputasi, atau instrumentasi dan kendali.

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Pada rancangan penelitian ini akan dijelaskan mengenai perencanaan dan pembuatan alat khususnya dalam hal ini, memilih komponen elektronika yang akan digunakan, membuat gambar desain rangkaian Monitor Denyut Jantung serta perencanaan dan pembuatan alat tersebut. Adapun tahapan desain rancangan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahapan persiapan
2. Tahapan perencanaan
3. Tahapan pengerjaan
4. Tahapan penyelesaian

Keterangan dalam setiap tahapan akan dijelaskan dalam setiap paragraf berikut ini :

1. Tahapan Persiapan
Didalam tahapan ini pencarian referensi yang sesuai dan komperhensif dengan sistem yang akan dibuat, juga sangat penting untuk diperhatikan.
2. Tahapan Perencanaan
Pada tahapan ini desain gambar rangkaian dianggap penting karena dapat menentukan jenis-jenis komponen elektronika yang dipakai dalam pembuatan alat tersebut. Adapun dalam pelaksanaannya, desain pembuatan gambar menggunakan komputer seperti pembuatan skema rangkain dan jalur rangkaian pada papan PCB.
Kemudian setelah pembuatan desain gambar selesai, maka desain rangkaian tersebut disimulasikan, sehingga apabila dalam desain tersebut terdapat kesalahan dalam pengoperasiannya, desain dapat

dirubah seketika itu juga agar sesuai dengan keinginan peneliti.

3. Tahapan Pengerjaan
Dalam tahapan ini, setelah desain yang dibuat selesai dan benar maka proses selanjutnya merakit komponen-komponen menjadi rangkaian Monitor Denyut Jantung. Rangkaian ini termasuk sederhana dan komponen-komponennya banyak tersedia dipasaran yang harganya terjangkau.
4. Tahapan Penyelesaian
Setelah semua komponen selesai dirakit dan beroperasi sesuai dengan yang diinginkan, maka dibuatlah tahap akhir penyelesaian ini yaitu berupa laporan pekerjaan penelitian secara ilmiah dalam bentuk skripsi dimulai sejak masalah penelitian disetujui oleh dosen pembimbing.

B. Variabel dan Definisi Operasional Variabel

Variabel dapat diartikan sebagai suatu konsep yang memiliki nilai ganda atau dengan perkataan lain suatu faktor yang jika diukur akan menghasilkan skor yang bervariasi. Variabel merupakan gejala yang menjadi obyek penelitian, (Yatim Riyanto, 2001 : 9).

Untuk mempermudah pemahaman tentang obyek penelitian yaitu alat Monitor Denyut Jantung, maka perlu dijelaskan tentang istilah tersebut :

- a. Alat Monitor Denyut Jantung adalah suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi dan menghitung denyut jantung manusia dengan menggunakan metode penyinaran yaitu cahaya yang ditangkap oleh sensor menembus suatu bagian tubuh dengan lapisan daging yang tipis seperti jari tangan atau daun telinga merupakan bagian yang baik.
- b. Penginderaan denyut jantung dilakukan dengan memberikan cahaya yang terang pada bagian tubuh dengan lapisan daging yang tipis, seperti jari tangan atau daun telinga. Dengan led super bright, intensitas cahaya yang tinggi menerawang jari tangan atau daun telinga sehingga tampak memerah. Adanya denyut jantung menyebabkan perubahan intensitas cahaya terawangan pada bagian tubuh dengan lapisan daging yang tipis tersebut mengakibatkan perubahan nilai resistans dalam aliran darah, dan volume darah dalam pembuluh darah pada tiap denyutan.

- c. Dengan sensor cahaya (LDR), perubahan cahaya terawangan itu diubah menjadi besaran listrik berupa perubahan tegangan. Perubahan tegangan inilah yang disebut sebagai sinyal analog denyut. Sinyal ini sangat kecil, sehingga diperkuat melalui IC LM 3900.

D. Metode Pengumpulan Data

Dalam metode pengumpulan data untuk penelitian ini, ada beberapa cara yang dapat dipergunakan untuk memperoleh data. Sehingga data yang diperoleh tersebut dapat dipertanggung jawabkan.

Agar data yang diinginkan benar-benar memuaskan, maka metode pengumpulan data dalam suatu penelitian haruslah sesuai dan tepat. Metode pengumpulan data ini merupakan unsur yang sangat menentukan kebenaran yang akan di dapat. Disamping itu, agar mendapatkan suatu gambaran permasalahan yang ada pada rangkaian Monitor Denyut Jantung yang lebih jelas.

Untuk mencapai tujuan yang dimaksud, maka penulis menggali informasi lewat : Buku-buku penunjang dan media internet yang bisa dikatakan selalu up to date guna memenuhi kebutuhan yang diperlukan oleh penulis.

ANALISIS DATA

Analisa data yang digunakan adalah analisis deskriptif guna menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan dalam penelitian.

1. Merancang dan membuat alat Monitor Denyut Jantung dengan menggunakan sensor cahaya dan metode yang aman.

a. Metode Penyerapan

Sebenarnya dalam perancangan alat ini terdapat dua macam variasi metode sinar cahaya, yaitu :

- (1). Dengan cara menyebarkan cahaya menembus lapisan daging sampai ketulang dibelakangnya dimana sinar dipantulkan kembali ke alat photo-sensitif yang terdapat disebelah lampu. Keuntungannya bahwa sensornya dapat ditempelkan pada setiap bagian tubuh yang memudahkan, misalnya jidat. Tetapi sinyal yang dihasilkan nilainya rendah sekali.
- (2). Masih menggunakan sumber cahaya dan sensor photo atau *alat indera peka sinar*, tetapi cahaya yang ditangkap oleh sensor menembus suatu bagian tubuh dengan lapisan daging yang tipis, misal bagian jari tangan atau daun telinga merupakan bagian yang baik. Karena tidak terdapat kontak listrik langsung dengan badan, maka tipe sensor ini sangat aman dalam

penggunaannya dan oleh karena itu dipilih penulis untuk digunakan dalam perancangan alat monitor denyut jantung ini.

b. Spesifikasi Rangkaian

Walaupun deteksi dan penguatan sinyal yang dibangkitkan dari bekerjanya jantung dapat dilaksanakan dengan amplifier linier normal, tetapi frekwensi yang bersangkutan rendah sekali. Tindakan yang harus diambil untuk menolak frekwensi lain dari yang diinginkan dan untuk mengatasi masalah *dc offset* oleh karena perbedaan panjangnya saluran yang tergantung dari tempat dimana probe dipasang.

Harus dipikirkan pula tipe pembacaan apa yang akan digunakan. Apabila menggunakan pembacaan digital, pencacahan denyut harus dilaksanakan untuk satu menit penuh guna memperoleh resolusi satu denyut, dan suatu pembacaan baru hanya bisa dilakukan dengan interval satu menit bila menggunakan cara pengukuran frekwensi normal. Akan tetapi masalah ini dapat diatasi dengan mengukur periode antara pulsa dan mengubahnya menjadi suatu frekwensi, yang kemudian dapat diukur dengan menggunakan *Digital Logic* untuk mendapatkan pembacaan dari tiap denyut. Sistem ini berharga sekali dalam suatu alat yang digunakan untuk membuat diagnosa, dimana informasi variasi dalam tertib selang waktu antara denyutan sebelah-menyebelah adalah sangat berarti. Akan tetapi metode ini kompleks dan mahal serta memerlukan suatu tipe sensor lain dari pada tipe sinar cahaya untuk memperoleh ketelitian yang diperlukan. Karena meter yang digunakan tidak dimaksudkan untuk pembuatan diagnosa, maka aplikasi teknik digital dilepaskan dengan memilih peragaan meter analog biasa.

c. Integrasi Pilihan

Dengan pembacaan analogpun rangkaian ini masih mempunyai suatu pilihan metode pengoperasian. Mengukur dengan menggunakan periode antara denyutan seperti yang telah diuraikan sebelumnya, atau dapat juga menggunakannya sebagai suatu *integrasi* atau perpaduan dengan alat ukur frekwensi. Metode yang pada saat awalnya memerlukan kira-kira 25 detik agar pembacaan menjadi stabil. Pengukuran periode antara tiap denyut lebih cepat dalam responsnya tetapi memerlukan rangkaian yang lebih kompleks dan yang sangat peka terhadap bising simpangan atau terhadap gejala yang lain dari denyut jantung.

d. Konstruksi Sensor

Sensor dirakit dengan menggunakan jepitan berpegas, dengan memasang lampu

pada satu kaki dari jepitan dan LDR atau *Light Dependent Resistor* pada kaki lainnya. Sebelum memasang lampu dan LDR, maka harus dibuatkan lubang pada jepitan agar lampu dapat melewati cahaya ke LDR. Lampu dan LDR direkatkan pada posisinya dengan sedikit perekat, lalu bagian belakang dari LDR dicat hitam untuk mencegah setiap cahaya selain dari lampu dapat mencapainya.

2. Teknik penggunaan alat.

Teknik untuk menggunakan alat monitor denyut jantung ini hanya menjepitkan sensor pada ujung jari atau daun telinga, lalu kepekaan di atur sedemikian rupa hingga LED tepat mulai menyinarkan cahaya dengan teratur yang memberikan indikasi bahwa denyut jantung benar-benar telah dideteksi. Penunjukkan jarum mulai menaik dan akan menjadi stabil setelah kira-kira 25 detik.

Perlu diperhatikan bahwa selama membaca penunjukan jarum, jari atau jempol tidak boleh digerakkan karena ini akan mengakibatkan perubahan pada daging yang dapat diterjemahkan sebagai suatu denyut jantung palsu, dengan demikian memberikan perubahan yang mengkaburkan dari nilai denyutan yang diindikasikan.

3. Hasil pengujian alat

Peneliti melakukan pengujian alat yaitu dengan mendeteksi denyut jantung terhadap seluruh mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2005, maka diperoleh data seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2 dibawah ini.

NO	Waktu	Jumlah Denyut Jantung			Jarum Meter
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	
1	1 menit	62	65	63	20 – 30
2	1 menit	61	61	60	20 – 40
3	1 menit	61	65	65	20 – 35
4	1 menit	60	60	63	20 – 25
5	1 menit	61	63	64	20 – 40

Tabel 2. Hasil Pengujian

Keterangan : Denyut jantung yang normal yakni 60 – 100 kali setiap menit, sedang denyut jantung yang lambat kurang dari 60 kali per - menit, dan yang cepat lebih dari 100 kali setiap menitnya, (<http://www.kapanlagi.com>).

Sebelum penulis menyimpulkan hasil pengujian alat diatas, terlebih dahulu penulis akan uraikan tentang teori yang menjelaskan tentang bagaimana jantung bekerja yang

dikutip dari, (<http://www.totalkesehatananda.com>) yaitu : Fungsi dasar jantung adalah memompa darah merah yang kaya akan oksigen dan nutrisi melalui pembuluh besar ke seluruh tubuh. Ketika oksigen telah diserap oleh jaringan, pembuluh vena membawa balik darah yang berwarna biru dan mengandung sedikit sekali oksigen ke jantung. Jantung mempunyai dua sisi, dimana setiap sisi bekerja sebagai pompa terpisah. Setiap sisi dibagi lagi menjadi 2 ruangan, jadi keseluruhannya ada 4 ruangan. Dua diatas, atria, berfungsi sebagai tempat menampung, dua dibawah, ventricle, berkontraksi memompa darah. Sisi kanan jantung menerima darah dari seluruh tubuh melalui pembuluh vena dan memompa ke paru untuk mengambil oksigen. Sisi kiri jantung menampung darah yang balik dari paru-paru dan memompa keseluruh jaringan tubuh yang memerlukan oksigen. Untuk bisa mencapai seluruh otot dan organ tubuh yang berbeda-beda, darah harus dipompa dengan tekanan yang tinggi. Oleh karena itu otot jantung menuntut suplai darah yang sangat baik, dan ini disediakan oleh arteri koroner dan cabang-cabangnya.

Untuk dapat menganalisa mengenai jumlah denyut jantung perlu diketahui sebagai berikut :

Penting untuk mengetahui keadaan dan kemampuan jantung sebelum mulai melakukan aktivitas atau latihan olahraga. Denyut jantung satu-satunya indikator objektif tentang tingkat kemampuan tubuh. Bila bergantung pada indikator subjektif, seperti rasa lelah, pegal, dan berkeringat, mungkin bisa membahayakan diri kita, (<http://indragunadisantosa.wordpress.com>).

Denyut jantung memang bisa dihitung dalam hitungan detik, biasanya 10 detik, kemudian dikalikan 6 untuk mendapatkan nilai 1 menit, atau 15 detik, untuk mendapatkan nilai 1 menit dikalikan 4. Namun, denyut jantung istirahat sebaiknya dihitung 1 menit penuh. Menghitung denyut jantung latihan berbeda dengan denyut jantung istirahat, 10 detik sudah cukup, kalikan 6 untuk mendapat nilai 1 menit. Tetapi semakin sedikit waktu yang dipakai untuk menghitung denyut jantung, kemungkinan kesalahannya semakin besar, (<http://www.wikimu.com>).

Denyut jantung bukanlah suatu nilai yang terpatok, ukurannya merupakan *range*, terendah saat istirahat, tertinggi saat kita bekerja paling keras. Perkiraan denyut jantung maksimum didasarkan pada teori bahwa denyut jantung maksimum seorang bayi yang baru lahir adalah 220 denyut per menit, dan denyut jantung maksimum bagi seseorang

menurun 1 untuk setiap 1 tahun kehidupan. Jadi untuk menghitung perkiraan maksimum, kurangi angka 220 itu dengan umur seseorang. Sedangkan untuk menentukan *Target Zone* atau *Wilayah Sasaran* yaitu kalikan hasil perkiraan denyut jantung maksimum dengan 60% dan 80%, (<http://www.dianweb.org>).

Contoh : Jika umur-nya 60, maka $220 - 60 = 160$ (inilah perkiraan denyut jantung maksimum). Kemudian $160 \times 60\% = 96$. Lalu $160 \times 80\% = 128$. Intensitas yang dianjurkan ialah menjaga denyut jantung antara 96 sampai 128 denyut atau detak per menit. Ini disebut *Target Zone* atau *Wilayah Sasaran*.

Dari pernyataan diatas, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa dari hasil pengujian alat yang terdapat pada tabel 2, ternyata denyut jantung seluruh mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2005 termasuk dalam kondisi yang normal yaitu mencapai 60 - 65 kali denyutan setiap menit yang dilakukan sebanyak 3 kali pendeteksian tanpa melakukan aktivitas atau disebut denyut jantung istirahat. Sedangkan jarum meter menunjukkan pada kisaran 20 sampai 40 mA, yang bisa diartikan sebagai kekuatan jantung memompa darah ke seluruh tubuh.

PENUTUP

A. Simpulan

Secara keseluruhan alat monitor denyut jantung ini dapat bekerja dan berfungsi sebagaimana yang diharapkan sehingga dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi atau menghitung denyut jantung.

Dari pengujian alat menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode penyinaran pendeteksian denyut jantung dapat dilakukan dan akan diketahui suatu hasil denyutan.

Dengan rangkaian ini cukup memberikan efisiensi berupa nilai ekonomis akan kebutuhan perangkat elektronik yang sederhana dan kebutuhan sumber catu daya yang kecil.

B. Saran

Dalam melakukan pembuatan alat terlebih dahulu dibuat rancangan dan desain yang matang, sehingga mempunyai arah yang jelas dalam proses pembuatan mulai dari awal sampai akhir.

Untuk memperoleh data-data yang diinginkan, terlebih dahulu dicari titik-titik pengukuran atau *test point* dan selanjutnya dilakukan pengukuran dengan teliti dan hati-hati. Hal ini dilakukan demi keamanan praktikan juga alat yang baru saja dibuat.

Sebagai pengembangan, perangkat ini dapat diaplikasikan dengan ragkaiian digital sebagai displaynya.

DAFTAR PUSTAKA

Marzuki, 2005. *Metodologi Riset*. EKONISIA, Kampus Fakultas Ekonomi UII, Yogyakarta.

Muchlas, 2006. *Dasar Elektronika atau Elektronika I*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Nazir, M, 1985. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia, Jakarta.

Yatim Riyanto, 2001. *Metode Penelitian Pendidikan*. SIC, Surabaya.

Anonymous. *Sensor Cahaya - LDR (Light Dependent Resistor)*. <http://indomicron.co.cc/elektronika/analog/sensor-cahaya-ldr-light-dependent-resistor/> (tanggal mengunduh : 18 April 2009)

Anonymous. *Prinsip Dasar Semikonduktor*. http://electroniclab.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38:prinsip-dasarsemikonduktor&catid=12:labpower&Itemid=13 (tanggal mengunduh : 18 April 2009)

Anonymous. *Cara Baterai Bekerja*. <http://elektrokita.blogspot.com/2008/10/cara-baterai-bekerja.html> (tanggal mengunduh : 04 Mei 2009)

- Yoga Yuniadi. 2006. *99% Kematian Akibat Denyut Jantung Terlalu Cepat.*
<http://www.kapanlagi.com/h/0000133603.html>
(tanggal mengunduh : 03 April 2009)
- Indra Gunadi. 2008. *SPORT THERAPHY : Denyut jantung Sebagai Parameter.*
<http://indragunadisantosa.wordpress.com/2008/08/01/sport-theraphy-denyut-jantung-sebagai-parameter/>
(tanggal mengunduh : 03 April 2009)
- Nury Nusdwinuringtyas. 2009. *Menakar Denyut Jantung.*
<http://www.wikimu.com/News/DisplayNews.aspx?id=12506&post=1>
(tanggal mengunduh : 03 April 2009)