

Alat Pemantau Detak Jantung dan Pernafasan dengan Sistem Mikrokontroler

Monitoring System Heartrat and Respiration Based on Microcontroller

Abdulmanan Maliki, Jana Utama

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia

Dipatiukur No. 112-116, Coblong, Lebakgede, Bandung, Jawa Barat, 40132. Telepon 022-2504119
Email: abd.mananmalik@gmail.com

Abstrak - Jantung merupakan suatu organ vital dalam tubuh yang perannya sangat penting dalam keberlangsungan hidup seseorang selain otak, karena jantung bertugas untuk mengedarkan darah keseluruh bagian tubuh. Dan darah pun membawa oksigen didalam hemoglobin untuk memenuhi kebutuhan oksigen dalam tubuh. Adapun kebutuhan oksigen dalam tubuh dapat dipenuhi melalui proses respirasi. Oksigen dibutuhkan oleh setiap sel-sel yang berada pada tubuh manusia. dalam terjadinya proses reaksi biokimia (oksidasi biologi) yang berfungsi menghasilkan energi ATP (*Adenosin Tri Phosphat*). Hasil zat yang terjadi berupa sisa karbondioksida dan uap air yang lalu dihembuskan keluar. Jadi proses pernapasan dibutuhkan manusia untuk meperoleh ATP yang bermanfaat melakukan segala kegiatan. Pengukuran detak jantung dan respirasi dapat memberikan informasi penting mengenai keadaan ataupun sistem kerja organ vital seperti jantung dan paru-paru. Walaupun terdapat beberapa cara untuk Pengukuran denyut jantung dan tingkat respirasi, diperlukan cara pengukuran yang paling efisien tanpa harus melibatkan pengukuran secara manual yang dapat mengganggu kenyamanan pasien. Teknik *Photoplethysmography* (PPG) menjadi salah satu metode pengukuran denyut jantung yang dapat diterapkan karena bersifat non-invasif sehingga tidak mengganggu kenyamanan pasien pada saat pemantauan denyut jantung. Sedangkan untuk mengukur tingkat respirasi dapat dilakukan dengan menggunakan sensor suhu yang diletakan pada jalur keluar udara yaitu pada bagian mulut. Proyek ini bertujuan membuat perangkat monitoring denyut nadi dan level respirasi yang bersifat stand-alone yang pemantauan datanya dapat dilihat melalui LCD.

Kata kunci : jantung, pernafasan, Photoplethysmography, Adenosina trifosfat, oksigen

Abstract - *The heart is a vital organ in the body whose role is very important in the survival of someone other than the brain, because the heart is responsible for circulating blood throughout the body. And the blood carries oxygen in hemoglobin to meet the oxygen needs in the body. The oxygen demand in the body can be fulfilled through the process of respiration. Oxygen is needed by every cell in the human body. in the process of biochemical reactions (biological oxidation) that function produces ATP (Adenosin Tri Phosphat) energy. The results of substances that occur in the form of residual carbon dioxide and water vapor then exhaled. So the breathing process is needed by humans to get ATP which is useful for doing various activities. Heart rate and respiration measurements can provide important information about the condition or work system of vital organs such as the heart and lungs. Although there are several ways to measure heart rate and respiration rate, the most efficient method of measurement is needed without having to involve manual measurements that can interfere with patient comfort. The Photoplethysmography (PPG) technique is one method of measuring heart rate that can be applied because it is non-invasive so it does not interfere with patient comfort while monitoring heart rate. Whereas to measure the level of respiration can be done by using a temperature sensor that is placed on the air outlet, namely in the mouth. This project aims to create a stand-alone pulse rate and respiration monitoring device that monitors the data can be seen via LCD.*

Keyword : heart, respiration, photoplethysmography, adenosina trifosfat, oxygen

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Denyut jantung merupakan indikasi penting dalam bidang kesehatan yang berguna sebagai bahan evaluasi efektif dan cepat serta berfungsi untuk mengetahui kondisi kesehatan pada tubuh seseorang. Metode pengukuran jumlah denyut nadi telah digunakan dokter untuk menentukan stres, relaksasi, tingkat kebugaran fisik, dan kondisi medis. Cara yang paling umum digunakan untuk mengetahui kondisi tubuh, yaitu berdasarkan jumlah denyut nadinya, dengan mengetahui jumlah detak jantung dapat diketahui kondisi kesehatan jantung secara umum karena jantung merupakan bagian komponen utama sistem peredaran darah yang berfungsi memompakan darah ke seluruh tubuh.

Darah sendiri dapat digunakan untuk mengidentifikasi berbagai macam penyakit seperti hipertensi, hipoksemia, dan lainnya. Jenis penyakit yang berhubungan dengan darah biasanya diperlukan pemantauan secara berkala karena jika tidak dipantau dengan berkala dan ketika terjadi keluhan penanganannya terlambat maka dapat menyebabkan kematian.

Darah membawa oksigen didalam *hemoglobin* untuk memenuhi kebutuhan oksigen dalam tubuh. Adapun kebutuhan oksigen dalam tubuh dapat dipenuhi melalui proses respirasi. Oksigen dibutuhkan oleh setiap sel-sel yang berada pada tubuh manusia dalam proses reaksi biokimia (oksidasi biologi) berfungsi menghasilkan energi ATP (Adenosin Tri Phosphat). Hasil zat yang terjadi berupa sisa karbondioksida dan uap air yang lalu dihembuskan keluar. Jadi proses pernapasan dibutuhkan manusia untuk meperoleh ATP yang bermanfaat melakukan segala kegiatan.

B. State of Art Penelitian

Photoplethysmography (PPG) menjadi salah satu metode pengukuran denyut jantung yang dapat diterapkan karena bersifat non-invasif sehingga tidak mengganggu kenyamanan pasien pada saat pemantauan denyut jantung. Sedangkan metode al-ziarjower yaitu, *Electrocardiograph* (EKG) adalah listrik rekaman jantung dan digunakan dalam penyelidikan penyakit jantung [1]. ketentuan untuk menyimpan sejumlah sinyal EKG membantu ahli jantung untuk merumuskan analisis pribadinya dan lebih percaya diri terhadap kinerja sistem [2].

Tanda vital adalah pengukuran fungsi tubuh yang paling mendasar. empat tanda vital utama dipantau secara rutin oleh para profesional medis

dan penyedia layanan kesehatan termasuk suhu tubuh, denyut nadi, laju pernapasan, tekanan darah (tekanan darah tidak dianggap sebagai tanda vital, tetapi sering diukur bersamaan dengan tanda vital.) tanda vital berguna dalam mendeteksi atau memantau masalah medis.

Pengukuran laju respirasi menggunakan sensor digital yang memperluas metode pengukurannya dengan bantuan termistor, ekspansi dada, dll. TMP100 tingkat respirasi sensor suhu digital adalah monitor, yang memantau perubahan suhu paling sedikit selama menghirup dan menghembuskan napas [3].

Pengukuran detak jantung dan respirasi dapat memberikan informasi penting mengenai keadaan ataupun sistem kerja organ vital seperti jantung dan paru-paru. walaupun terdapat beberapa cara untuk pengukuran denyut jantung dan tingkat respirasi, diperlukan cara pengukuran yang paling efisien tanpa harus melibatkan pengukuran secara manual yang dapat mengganggu kenyamanan pasien.

Latar belakang kekuatan osilasi frekuensi rendah (LF) dan frekuensi tinggi (HF) yang mencirikan variabilitas detak jantung (HRV) tampaknya mencerminkan, dalam hubungan timbal balik mereka, perubahan dalam keadaan keseimbangan simpatovagal yang terjadi selama berbagai fisiologis dan kondisi patofisiologis. Namun, tidak ada informasi yang memadai tentang resolusi kuantitatif metodologi ini. Mikrokontroler juga dapat digunakan untuk mengontrol pasien atau orang atletik dalam jangka waktu yang lama [4].

Sonifikasi membantu ahli anestesi untuk mempertahankan tingkat kesadaran yang tinggi terhadap keadaan pasien yang disimulasikan sambil melakukan tugas-tugas lain lebih efektif daripada ketika mengandalkan pemantauan visual dari keadaan pasien yang disimulasikan [5]. Model ini mencakup penguat instrumentasi dan sirkuit filter, dll., Yang digunakan untuk pengkondisian sinyal dari input pulsa dari tubuh pasien dan ditampilkan pada CRO sebagai bentuk gelombang EKG [6].

Desain dan pengembangan biosensor yang dapat dipakai sistem pemantauan kesehatan telah mengumpulkan banyak perhatian di komunitas ilmiah dan industri selama beberapa tahun terakhir. terutama dimotivasi oleh meningkatnya biaya perawatan kesehatan dan didorong oleh kemajuan teknologi baru-baru ini dalam perangkat biosensing mini, mikroelektronika, dan komunikasi nirkabel, kemajuan berkelanjutan dari sistem berbasis sensor yang dapat dipakai akan

berpotensi mengubah masa depan perawatan kesehatan dengan memungkinkan pribadi yang *pro* aktif manajemen kesehatan dan pemantauan di mana-mana dari kondisi kesehatan manusia [7].

Pemantauan berkelanjutan baik laju pernapasan (RR) dan denyut jantung (SDM) di dalam lingkungan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) oleh sensor serat optik *balistokardiografi* (BCG) baru. Kami merancang dan membuat sensor berdasarkan probe *Fiber Bragg Grating* (FBG) yang dikemas di dalam fiberglass (fiberglass adalah bahan komposit yang terbuat dari serat kaca, kain, dan resin sintesis sembu). Karena itu, sensor enkapsulasi dicirikan oleh dimensi yang sangat kecil ($30 \times 10 \times 0,8$ mm) dan berat rendah (2 g) [8].

Didalam paru-paru terjadi pertukaran antara oksigen dengan karbondioksida. Sistem saluran pernapasan pada manusia dapat dibagi menjadi dua yaitu saluran pernapasan atas dan saluran pernapasan bawah. saluran pernapasan atas terdiri dari hidung, rongga paranasal (atau sinus), faring (atau tenggorokan), dan sebagian rongga oral. sedangkan untuk saluran pernapasan bawah terdiri dari laring, trakea, cabang bronkus, bronkiolus, dan saluran alveolar. diafragma merupakan otot pernafasaan yang menghubungkan paru-paru dengan dinding dada dan bagian perut. Pergerakan diafragma membantu terpompanya udara dari luar ke dalam paru-paru dan dari dalam ke paru-paru.

Variabilitas denyut jantung (HRV) mencerminkan aktivitas sistem saraf jantung dan otonom. Biasanya diukur selama periode yang relatif lama dan disajikan dengan menggunakan beberapa parameter [9].

C. Tujuan Penelitian

Perangkat monitoring denyut nadi dan level respirasi yang bersifat mandiri, yang pemantauan datanya dapat dilihat melalui LCD. Penelitian mengenai prinsip-prinsip kerja alat pengukur denyut nadi telah banyak diteliti, literatur-literturnya pun sudah sangat banyak dan telah menjadi dasar dalam bidang kesehatan. Perkembangan sistem ini dapat dikatakan telah menjangkau tahap yang makismal, jadi solusi penggunaan teknik PPG yang ditawarkan didalam proyek ini bukanlah penelitian yang relovulsioner.

Tujuan dari perancangan ini bukanlah untuk menciptakan suatu alat yang baru tetapi mengoptimalkan pengetahuan yang ada dan menerapkannya dalam suatu alat yang berisi

analisa data dan komponen hardware. Diharapkan alat yang dibuat dapat dirancang dengan biaya seminimal mungkin dan dapat digunakan untuk keperluan clinical maupun rumah tangga.

Sistem pemantauan kesehatan seringkali tidak terjangkau bagi banyak manula. Sistem pemantauan kesehatan jarak jauh yang disajikan dalam makalah ini membahas tantangan untuk memberikan pengasuh sistem peringatan darurat untuk lansia berdasarkan pemantauan detak jantung, aktivitas pernapasan, dan pengukuran suhu kamar. Perangkat ini juga memungkinkan tanggungan untuk membuat permintaan bantuan.

Dalam pernapasan dada, otot yang berperan aktif adalah otot interkostal. Otot interkostal dapat dibedakan menjadi dua yaitu otot interkostal eksternal dan otot interkostal internal. Apabila otot interkostal eksternal berkontraksi lalu tulang rusuk pun akan terangkat sehingga volume yang terdapat di rongga dada bertambah. Dengan bertambahnya volume yang ada di rongga dada tekanan didalam rongga dada jadi lebih kecil dibandingkan dengan tekanan didalam rongga paru-paru. Hal ini menyebabkan paru-paru mengembang dan mengubah tekanan di paru-paru menjadi lebih kecil disamakan dengan tekanan udara di atmosfer. Lalu udara dari atmosfer akan masuk ke paru-paru melalui rongga hidung, faring, bronkus, kemudian alveolar. Apabila otot interkostal internal berkontraksi maka tuang rusuk akan kembali ke posisi semula dan mendesak dinding paru-paru. Hal ini menyebabkan tekanan udara didalam rongga paru-paru meningkat sehingga udara didalam rongga paru-paru akan terdorong ke luar.

II. METODE PERANCANGAN

Photoplenthysmograph (PPG) merupakan suatu metode pengukuran sinyal pulsa denyut jantung yang "*less invasive and less expensive*". dalam memilih jenis sensor untuk sistem pendeteksi detak jantung ini sengaja dipilih metode PPG karena komponen yang dibutuhkan relatif murah karena hanya menggunakan LED sebagai Emitter dan Phototransistor sebagai Reciever. Pada sistem ini dipilih LED TSTA7300 yang memiliki spesifikasi yang bagus namun dengan harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan LED sejenis dengan spesifikasi yang lebih rendah. Perbandingan beberapa jenis LED inframerah di tunjukan pada **Tabel I**. Adapun penempatan sensor optik tersebut bisa diletakan di ujung peredaran darah seperti jari tangan, jari kaki, cuping, dan hidung yang

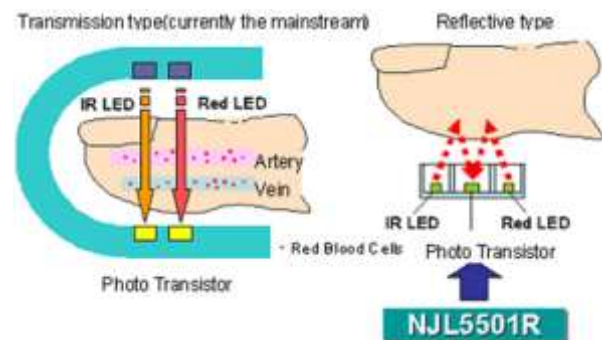
memiliki ketebalan tipis sehingga cahaya dari LED dapat tetap terdeteksi oleh fotodiode.

Fotodiode merupakan suatu komponen aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dimana fungsinya yaitu untuk mengubah suatu cahaya menjadi satuan arus listrik. Fotodiode ini memiliki dua kaki terminal, yaitu satu kaki anoda dan satu kaki katoda. Fotodiode termasuk kedalam jenis sensor optik karena terdapat sebuah lensa yang berguna untuk mendeteksi cahaya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh fotodiode diantaranya adalah cahaya matahari, cahaya tampak, sinar inframerah, sinar ultraviolet, dan sinar x.

Ketika cahaya masuk, partikel kecil cahaya atau foton akan menembus lapisan semikonduktor tipe N dan memasuki lapisan semikonduktor tipe P. Elektron-elektron yang terikat pada intinya akan terpisah karena bertabrakan dengan foton-foton yang masuk dan menyebabkan terjadinya hole. Elektron akan bertambah disisi semikonduktor tipe N sedangkan pada semikonduktor tipe P akan kelebihan hole. Pemisahan muatan ini akan menyebabkan terjadinya beda potensial pada persimpangan PN, sehingga arus listrik akan mengalir dari sisi katoda ke sisi anoda.

perubahan volume darah dalam arteri terutama pada tekanan darah atas saat jantung melakukan kontraksi dan memompa darah ke paru-paru dan seluruh tubuh, yang dikenal dengan istilah sistolik.

Cahaya yang dipancarkan LED akan diserap oleh berbagai substansi, diantara beberapa substansi tersebut yang perubahannya signifikan yaitu Hemoglobin (Hb) dan Oxygenated-hemoglobin (HbO₂). Terdapat dua metode transmisi sensor dalam pengukuran detak jantung melalui metode PPG yaitu dengan menggunakan metode Transmisi, seperti **Gambar 1.** di bawah ini dan metode Reflektansi.



Gambar 1. Tipe transmisi sensor optik

Tabel 1. Perbandingan jenis LED inframerah

	SFH 484 1	TSTA730 0	LTE- R38381 S
Wavelength	940 nm	870 nm	940 nm
I _f – Forward Current	100 mA	100 Ma	1 A
V _f – Forward Voltage	1.6 V	–	3 V
Maximum Operating Temperature	+10 0 C	+100 C	+85 C
Harga	\$ 2.0	\$ 3.4	\$ 4.9

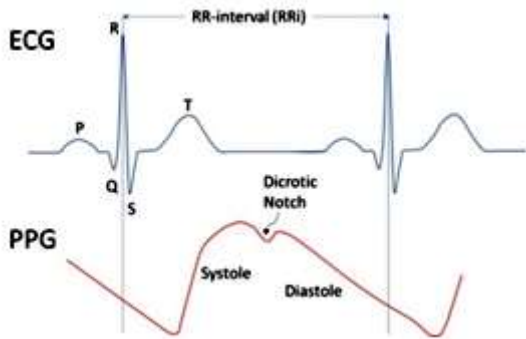
Cahaya yang melalui jaringan biologis dapat diserap oleh berbagai macam substansi, diantaranya pigmen kulit, tulang, juga darah pada pembuluh vena dan arteri. Adapun dari itu semua yang memiliki perubahan volume yang cukup besar adalah perubahan volume darah pada arteri dan arteriola. Sehingga dalam pengukuran sinyal pulsa denyut jantung ini yang dideteksi adalah

Pada tipe transmisi, sinar inframerah dan sinar merah dikirim ke jaringan pembuluh darah dan detektor sinar di sisi yang berlawanan untuk mengukur cahaya yang dihasilkan. Pada tipe reflektansi sinar inframerah dan sinar merah letak detektor cahayanya berada pada satu sisi yang saling bersebelahan.

Photoplethysmograph (PPG) dan *Electrocardiograph* (EKG) merupakan suatu metode yang menerapkan teknologi sensor biometrik yang sama-sama digunakan untuk mencari nilai denyut jantung. walaupun begitu terdapat banyak perbedaan diantara ke dua metode ini. EKG adalah tes yang paling umum digunakan untuk menilai jantung. EKG sangat banyak digunakan karena mampu disaring untuk berbagai kelainan jantung, mesin EKG mudah tersedia untuk sebagian besar fasilitas medis, dan tes ini mudah dilakukan, (bebas risiko dan murah) [1]. PPG lebih mengamati perubahan volume darah dengan menggunakan sensor optik. ECG lebih dulu digunakan ketimbang PPG yang baru menjadi teknologi yang dapat digunakan dalam kasus-kasus medis.

PPG dapat bekerja pada bagian tubuh mana saja asalkan daerah tersebut memiliki aliran darah yang cukup tinggi seperti pada bagian cuping, pergelangan tangan, jari-jari tangan, kelopak mata

dan lainnya. Ini sangat bertolak belakang dengan ECG yang wilayah daerah kerjanya hanya disekitar jantung saja. di **Gambar 2**. sinyal elektrik dari jantung akan semakin melemah pada bagian tubuh yang jauh dari jantung.



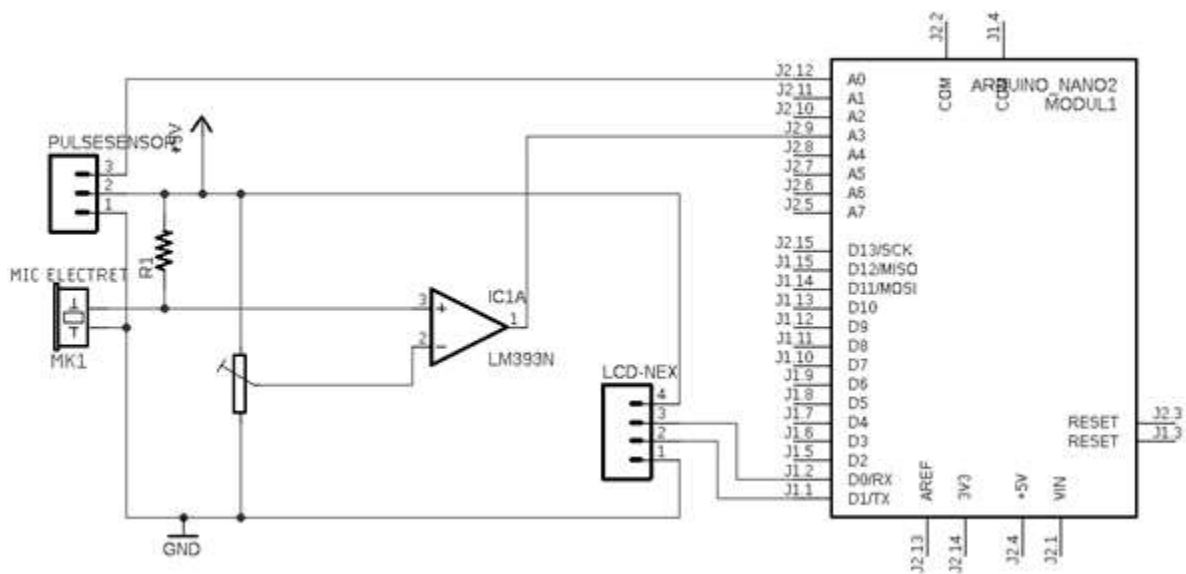
Gambar 2. Respon sinyal ECG dan PPG

Dari kedua macam pendekatan ini, memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. PPG lebih baik dalam keragaman biometrik karena beberapa macam pengukuran biometrik hanya dapat dilakukan dengan metode PPG seperti dalam

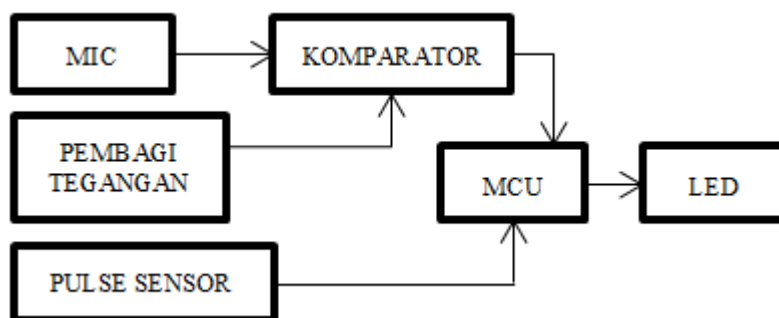
pengukuran nilai SpO2, konsentrasi Hemoglobin, level konstituen darah, dan tekanan darah. Tetapi ada juga peran dari EKG yang tidak dapat digantikan PPG, misalnya dalam diagnosis sindrom Wolff-Parkinson-White (WPW) karena hanya dapat diketahui dari interval RR melalui karakteristik P, Q, R, S, dan T.

Perancangan sistem yang akan di buat, ada dua tahap perancangan yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Pada **Gambar 3**. Merupakan gambaran alat pendeteksi detak jantung dan respirasi.

Pada pembuatan rangkaian ada blok sistem yang merupakan gambaran kasar proses kerja sistem alat yang akan dibuat dengan tujuan memudahkan seseorang mengetahui komponen-komponen yang digunakan juga memahami alur kerja sistem. seluruh alur kerja sistem akan terangkum dalam diagram blok sistem yang dapat dilihat pada **Gambar 4**. dibawah ini.

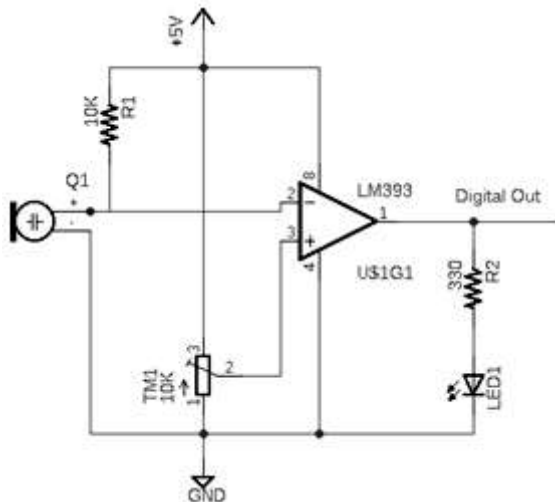


Gambar 3. Alat pemantau detak jantung dan respirasi



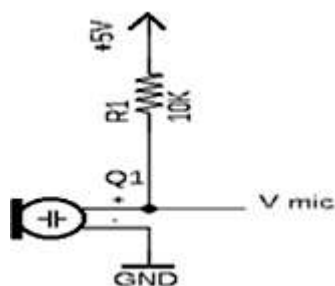
Gambar 4. Diagram Blok Sistem.

Pada perangkaian perancangan pernafasan di pilih *mikrofon elektret* sebagai sensor utamanya. mikrofon akan mendeteksi perubahan suara yang diakibatkan oleh pergerakan udara disekitar saluran keluarnya udara saat proses pernafasan berlangsung. Adapun rangkaian tambahan yang diperlukan hanya sebuah rangkaian komparator, agar perubahan yang terjadi lebih mudah diproses. Berikut **Gambar 5**. merupakan rangkaian pendeteksi respirasi dengan menggunakan *Mikrofon Elektret*.



Gambar 5. Rangkaian Pendeteksi Respirasi Dengan *Electret Microphone*.

Pada rangkaian diatas terdapat suatu rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan sebuah trimpot untuk mengatur sensitifitas *Microphone* terhadap masukan suara. dan juga ada sebuah led sebagai indikator yang menunjukkan pendeteksian respirasi. Pada **Gambar 6**. yaitu suatu rangkaian pengondis mikrofon.



Gambar 6. Rangkaian mikrofon

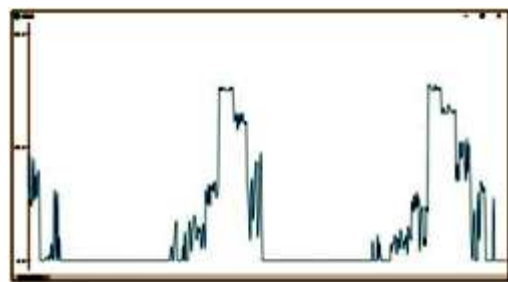
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengenai tahap hasil dan pembahasan alat yang mencakup pengujian rangkaian pendeteksi detak jantung dan respirasi juga analisis data-data yang didapatkan saat pengujian alat. Adapun pengujian alat sendiri bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat apakah hasil yang

didapatkan telah sesuai dengan standar yang diinginkan ataupun tidak, dimana tingkat keberhasilan alat dapat dilihat dari analisis data-data hasil pengukuran.

Pada tahap pengujian akan dibandingkan hasil pengukuran alat yang telah dibuat dengan alat yang sudah ada dipasaran ataupun alat yang telah digunakan oleh profesional atau bisa juga melalui pengujian manual. Hasil dari pengujian-pengujian tersebut nantinya akan dianalisis data-datanya untuk menentukan tingkat keakuratan pengukuran.

Rangkaian pendeteksi detak jantung dengan menggunakan metode *Photoplethysmograph* (PPG) atau lebih dikenal dengan rangkaian Pulse Sensor. Adapun penamaan Pulse Sensor sangat relevan dengan fungsi dari rangkaian ini yaitu untuk mendeteksi sinyal pulsa jantung yang dihasilkan dari pemompaan darah dari jantung ke seluruh tubuh maupun sebaliknya. Sehingga hasil percobaan rangkaian PPG menunjukkan bahwa sensor dapat mendeteksi adanya sinyal detak jantung. Di tampilan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Pembacaan Sinyal Detak Jantung dari Sensor

Gambar 7 menunjukkan sinyal detak jantung yang di deteksi oleh sensor sebelum melalui rangkaian filter. Kemudian keluaran dari sensor dimasukan kedalam filter sehingga sinyal detak jantung akan terlihat lebih halus seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 8** berikut ini.



Gambar 8. Sinyal Detak Jantung

Sensor yang digunakan pada penelitian ini hanya sebuah LED dan Fotodiode yang diletakan pada bagian tubuh yang relatif tipis seperti jari dan kuping ataupun daerah tubuh yang pembuluh

darahnya lebih dekat ke permukaan kulit. metode ini memanfaatkan sifat *Hemoglobin* (Hb) darah yang dapat menyerap beberapa jenis cahaya dengan baik seperti cahaya inframerah dan cahaya hijau. Kuantitas *Hemoglobin* darah saat darah dipompa dari jantung lebih besar dibandingkan dengan kuantitas *Hemoglobin* saat darah kembali ke jantung, dari perbedaan ini dapat diketahui kapan darah dipompa dari jantung dan kapan darah kembali ke jantung, hasil pengujian rangkaian pendeteksi detak jantung at di lihat di **Tabel II.** dan dapat diketahui periode detak jantung dengan mendeteksi periode antara puncak-puncaknya.

Tabel II. Hasil pengujian rangkaian pendeteksi detak jantung

Pengujian	Amplitudo (Vp-p)	Frekuensi (Hz)	Periode (ms)	V top (v)
1	3.8 V	1.37	728	5.00
2	3.7 V	1.43	695	5.00
3	3.7 V	1.43	695	5.00
4	3.8 V	1.49	667	5.00
5	3.3 V	1.47	678	5.00

Pada pengujian ini akan dibandingkan nilai-nilai pengukuran yang dihasilkan dari rangkaian pendeteksi detak jantung yang telah dibuat dengan produk yang telah ada dipasaran yaitu tensimeter digital. Kemudian nantinya data-data hasil pengukuran baik dari alat pendeteksi detak jantung yang telah dibuat maupun data-data hasil pengukuran dari tensimeter digital akan dibandingkan untuk melihat persen kesalahan dari alat yang telah dibuat. Adapun nilai persen kesalahan dapat dicari dengan menggunakan persamaan (1).

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{Nilai Terbaca} - \text{Nilai Sebenarnya}}{\text{Nilai Terbaca}} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan menggunakan persamaan diatas akan didapatkan nilai persen kesalahan dari alat yang telah dibuat. Dari nilai persen kesalahan yang ada, dapat diketahui tingkat keakuratan alat yang telah dibuat. pada **Tabel III.** pengujian dan analisis alat pendeteksi detak jantung.

Perubahan aliran darah di jari sementara jantung memompa darah. Perubahan ini diukur dengan bantuan sensor detak jantung. Sensor ini terdiri dari detektor cahaya dan led super red 660nm. Konsep di balik led 660 nm ini adalah bahwa panjang gelombang rata-rata jaringan sel dalam tubuh manusia berkisar antara 600 nanometer dan 720 nm; 660 adalah titik tengah. Jadi pada dasarnya, alasan 660 nm bekerja lebih baik daripada frekuensi tunggal lainnya adalah karena lebih dekat dengan frekuensi resonansi

jaringan sel. Alasan lainnya adalah bahwa 660 nm menyerap lebih baik dalam hemoglobin [4].

Detak jantung normal dimulai oleh simpul sinus yang terletak tinggi di atrium kanan dekat persimpangan super vena cava dan pelengkap atrium kanan. Untuk diklasifikasikan sebagai irama sinus, tiga kriteria harus dipenuhi: (1) harus ada gelombang P sebelum setiap kompleks QRS, (2) harus ada kompleks QRS setelah setiap gelombang P dan (3) gelombang P harus memiliki sumbu normal pada bidang frontal (0–90 ° s). Dengan asumsi simpul sinus utuh, detak jantung diatur oleh keseimbangan antara sistem saraf simpatis dan parasimpatis. Pada orang dewasa yang sehat, irama sinus <60 denyut / menit dianggap sebagai '*sinus bradikardia*' [9].

Tabel III. Pengujian dan Analisis Alat Pendeteksi Detak Jantung

Pengujian	Tensimeter Digital (BPM)	Pulse Sensor (BPM)					Rata-rata (X)	Kesalahan (%)
		X1	X2	X3	X4	X5		
1	61	61	61	61	62	61	61.2	0.3
2	65	63	64	65	65	65	64.4	0.9
3	62	63	62	62	63	63	62.4	0.9
4	83	84	84	83	83	83	83.4	0.9
5	86	86	86	86	86	86	86.0	0.0

Menunjukkan percobaan membandingkan antara pengukuran pernafasan menggunakan alat rancangan dengan pengukuran manual menggunakan alat bantu Stopwatch. Adapun contoh tampilan perbandingan nilai repirasi yang terukur terdapat pada gambar berikut.

Relawan sehat berusia antara 20 dan 40 tahun dilibatkan dalam penelitian ini. Setiap peserta menandatangani persetujuan. Kriteria eksklusi adalah patologi pernapasan atau jantung, diabetes, indeks massa tubuh lebih rendah dari 18 atau lebih tinggi dari 26 kg m², kondisi medis kronis dengan keterlibatan signifikan dari sistem simpatis atau parasimpatis (misalnya, diabetes), apnea tidur obstruktif, penggunaan mediasi dengan efek kardiovaskular atau pernapasan, dan abnormalitas EKG termasuk detak jantung selain irama sinus, blok konduksi atrioventrikular, keterlambatan konduksi intrafaskuler, atau interval QT yang berkepanjangan (waktu antara gelombang Q dan T berurutan pada elektrokardiogram) [10].

Namun dalam sistem pemantauan *elektrokardiograf* (ECG) yang dapat dipakai Digunakan menggunakan elektroda yang memerlukan persiapan kulit terlebih dahulu, dan membutuhkan pasta atau gel untuk melakukan kontak listrik dengan kulit. Selain itu, mereka tidak cocok untuk subjek pada aktivitas tingkat tinggi

karena lonjakan noise tinggi yang dapat muncul dalam data.

Evaluasi versi nirkabel sistem berdasarkan pada sensor EKG inovatif ini. Kami menggunakan simpul sensor nirkabel berdaya rendah dan sangat rendah yang disebut eco. Hasil percobaan menunjukkan bahwa antar muka nirkabel akan menambah ukuran dan berat minimal ke sistem sambil memberikan operasi yang andal dan tidak terhambat.

Kami menggunakan jejak EKG mentah untuk menghitung laju pernapasan (Sinnecker et al. 2014). Ini dilakukan terutama berdasarkan amplitudo gelombang R dan menghitung jumlah puncak lokal di jendela pengambilan sampel. Untuk mendapatkan hasil yang bermakna, kami memilih kontrol dan segmen pernapasan yang terhambat dengan perubahan paling jelas dalam amplitudo gelombang R. Dengan menggunakan metodologi ini, kami dapat dengan andal mengevaluasi laju pernapasan pada 33 subjek [10].

Rangkaian pemantau respirasi. Seperti namanya rangkaian ini berfungsi untuk mengetahui tingkat pernafasan seseorang. dimana jumlah pernafasan akan dihitung dalam waktu 1 menit sehingga dapat diketahui normal tidaknya jumlah pernafasan yang dihitung.

Pada alat ini sensor yang digunakan sebuah *Mikrofon Elektret* yang nilai kapasitansinya akan berubah sesuai dengan perubahan suara. Penggunaan sensor suara ini memanfaatkan suara pergerakan udara yang dikeluarkan melalui mulut. Mikrofon akan mendeteksi perubahan suara dari pergerakan udara yang berada disekitar mulut kemudian akan dicari periode perubahannya.

Pada pengujian ini akan dibandingkan nilai-nilai pengukuran yang dihasilkan dari rangkaian pemantau tingkat respirasi yang telah dibuat dengan pengukuran secara manual. Kemudian nantinya data-data hasil pengukuran baik dari alat pendeteksi detak jantung yang telah dibuat maupun data-data hasil pengukuran secara manual akan dibandingkan untuk melihat persen kesalahan dari alat yang telah dibuat. Adapun nilai persen kesalahan dapat dicari dengan menggunakan persamaan (1).

Dengan menggunakan persamaan (1) diatas akan didapatkan nilai persen kesalahan dari alat yang telah dibuat. Dari nilai persen kesalahan yang ada dapat diketahui tingkat keakuratan alat yang telah dibuat. di **Gambar 8.**, **Gambar 9.** Dan **Gambar 10.** adalah hasil alat pemantau tingkat respirasi pengukuran secara manual.



Gambar 8 Pengukuran Respirasi Dengan Hasil Normal



Gambar 9. Pengukuran Respirasi Dengan Hasil Dibawah Nilai Normal



Gambar 10. Pengukuran Respirasi Dengan Hasil Diatas Nilai Normal

Pernafasan manusia dapat digolongkan kedalam 3 tipe. Jika jumlah pernafasan kurang dari 16 per menit maka tipe pernafasan dapat digolongkan kedalam Bradipnea yaitu ketika pernafasan seseorang dibawah batas normal. Jika jumlah pernafasan lebih dari 20 per menit maka tipe pernafasan dapat digolongkan kedalam Tadipnea yaitu ketika pernafasan seseorang diatas batas normal. Kemudian jika jumlah pernafasan yang ditunjukkan diantara 16 sampai 20 per menit maka digolongkan kedalam pernafasan yang normal. percobaan membandingkan antara pengukuran pernafasan menggunakan alat rancangan dengan pengukuran manual menggunakan alat bantu *Stopwatch*. di **Gambar 11** merupakan perbandingan nilai repirasi yang terukur terdapat pada gambar berikut.



Gambar 11. Perbandingan Nilai Pengukuran Respirasi

Pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa nilai rata-rata kesalahan pengukuran yang terjadi mencapai 12.38% dengan nilai maksimum kesalahan pengukuran mencapai 50%. Dari penelitian juga didapatkan beberapa data statistik. Dari data diatas untuk mendapatkan nilai kesalahan pengukuran yang tepat maka dilakukan perhitungan standar deviasi. **Tabel IV** berisi data perhitungan standar deviasi.

Pengujian kapasitas beban rangkaian. Kemudian akan dihitung ketahanan kapasitas baterai untuk mengetahui berapa lama alat dapat dinyalakan tanpa pengisian ulang baterai. Pada perancangan alat pendeteksi detak jantung dan respirasi ini menggunakan beberapa modul sehingga untuk nilai konsumsi arus modul sudah tercantum pada datasheet setiap modul. Adapun yang perlu dilakukan pengukuran hanyalah pengukuran arus rangkaian pengodisi sinyal respirasi. **Gambar 12** yaitu pengukuran arus rangkaian mikrofon pengondisi sinyal respirasi.

Dari pengukuran yang dilakukan bahwa arus yang masuk ke rangkaian pengondisi sinyal respirasi adalah sebesar 3.4 mA. selanjutnya akan dihitung berapa lama baterai dapat bertahan tanpa dilakukan pengisian ulang dimana nilai-nilai konsumsi arus perangkat lainnya tersaji dalam **Tabel IV** perhitungan ketahanan baterai tanpa pengisian ulang dalam memenuhi kebutuhan arus dan daya untuk rangkaian yang telah dirancang. Diketahui:

- Kapasitas Baterai = 3.7 V, 2000 mAh
 - Konsumsi Arus Total Rangkaian = 143.9 mA
- Maka:
- $V_{total} = V_{seri} = 3.7 + 3.7 = 7.4 \text{ V}$

- Kapasitas Total = Kapasitas Paralel = $2000 + 2000 = 4000 \text{ mAh}$
- Ketahanan Baterai = $4000 \text{ mAh} / 143.9 \text{ mA} = 27.79 \approx 27 \text{ Jam } 47 \text{ Menit.}$



Gambar 12. Pengukuran Arus Rangkaian Mikrofon

Tabel IV. Konsumsi Arus Komponen Alat Rancangan

Beban	Konsumsi arus	Sumber	Total
Pulse Sensor	5 mA	Datasheet	143.9 mA
LCD Nextion	85 mA	Datasheet	
Arduino	50 mA	Datasheet	
Microphone	0.5 mA	Datasheet	
Sirkuit	3.4 mA	Pengukuran	

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan sistem dan hasil dari pengujian juga analisis alat dari dua parameter yang dipilih yaitu detak jantung dan respirasi maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Alat yang dirancang sudah dapat menampilkan nilai detak jantung dalam satuan bpm yang sesuai standar dengan nilai persen kesalahan dibawah 1% jika dibandingkan dengan produk tensimeter digital yang telah ada dipasaran.

2. Alat yang dirancang sudah dapat menampilkan nilai respirasi dalam satuan bpm tetapi pemantauan masih belum real-time karena untuk melihat hasil pengukuran harus menunggu hingga 1 menit, dan hasil pengukurannya pun masih kurang tepat karena nilai rata-rata persen kesalahannya mencapai 12.38 % dan atandar deviasi sebesar 3.29 ketika dibandingkan dengan pengukuran secara manual sehingga masih perlu pengembangan agar dapat digunakan sebagai acuan pengukuran.
3. Alat yang dirancang sudah bersifat portabel dimana sumber tegangan berasal dari baterai.
4. Alat yang dirancang sudah bisa menampilkan hasil pengukuran pada LCD Nextion.

Dari penelitian ini ada beberapa poin yang dapat ditambahkan untuk penelitian yang akan datang. Diantaranya sebagai berikut :

1. Untuk pengukuran nilai respirasi harus dilakukan penyesuaian kembali sehingga bisa didapatkan nilai yang sesuai dengan pengukuran aslinya.
2. Monitoring nilai pengukuran pada perangkat android sebenarnya tidak terlalu diperlukan kalau informasi yang ditampilkan pada LCD sudah mencukupi, karena bisa saja terjadi kesalahan pengukuran ataupun ada data yang hilang berhubung komunikasi yang digunakan adalah komunikasi nirkabel.
3. Untuk pengembangan penelitian yang lebih lanjut mungkin dapat ditambahkan parameter suhu tubuh, sehingga seluruh parameter dapat mewakili tanda vital pada manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. AL-Ziarjawey, "Heart Rate Monitoring and PQRS Detection Based on Graphical User Interface with Matlab," *Int. J. Inf. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 4, pp. 311–316, 2014.
- [2] M. Fezari, M. Bousbia-Salah, and M. Bedda, "Microcontroller based heart rate monitor," *International Arab Journal of Information Technology*, vol. 5, no. 4, pp. 153–157, 2010.
- [3] A. Agnihotri, "Human Body Respiration Measurement Using Digital Temperature Sensor with I2c Interface," *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 3, no. 1, pp. 2250–3153, 2013.
- [4] V. Gopi and C. Engineering, "Available Online through MICROCONTROLLER BASED HEART BEAT MONITORING AND ALERTING SYSTEM ISSN : 0975-766X CODEN : IJPTFI Research Article," vol. 8, no. 4, pp. 20359–20364, 2016.
- [5] M. Watson and P. Sanderson, "Sonification Supports Eyes-Free Respiratory Monitoring and Task Time-Sharing," *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.*, vol. 46, no. 3, pp. 497–517, 2004.
- [6] M. J. Naazneen M. G., Sumaya Fathima, Syeda Husna Mohammadi, Sarah Iram L. Indikar, Abdul Saleem, "Design and Implementation of ECG Monitoring and Heart Rate Measurement System," *Int. J. Eng. Sci. Innov. Technol.*, vol. 2, no. 3, p. 10, 2013.
- [7] M. Srinivasulu, K. Rajesh, N. Suryakiran, J. J. P. Selvam, and Y. Venkateswarlu, "Lanthanum(III) nitrate hexahydrate catalyzed chemoselective thioacetalization of aldehydes," *Journal of Sulfur Chemistry*, vol. 28, no. 3, pp. 245–249, 2011.
- [8] M. Clark, J. Lim, G. Tewolde, and J. Kwon, "Transducers affordable remote health monitoring system for the elderly using smart mobile device," *Sensors & Transducers*, vol. 184, no. 1, pp. 77–83, 2015.
- [9] J. A. Drezner et al., "Normal electrocardiographic findings: Recognising physiological adaptations in athletes," *Br. J. Sports Med.*, vol. 47, no. 3, pp. 125–136, 2013.
- [10] M. Clark, J. Lim, G. Tewolde, and J. Kwon, "Transducers affordable remote health monitoring system for the elderly using smart mobile device," *Sensors & Transducers*, vol. 184, no. 1, pp. 77–83, 2015.
- [11] Suriepto, U., & Utama, J. (2014). Telemonitoring Elektrokardiografi Portabel Portable Electrocardiograph Telemonitoring. *TELEKONTRAN*, 2(1), 19-28.