

DESAIN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI HUMAN HEALTH MONITORING BERBASIS MIKROKONTROLER

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HUMAN HEALTH MONITORING APPLICATIONS BASE ON MICROCONTROLLER

Surya Putra Agung Saragih¹, Burhanuddin Dirgantoro, Ir., MT.,², Sugondo Hadiyoso, ST., MT.³

^{1,2}Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom Bandung

³Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom Bandung

¹sidauruk93@gmail.com, ²burhanuddin@telkomuniversity.ac.id, ³sugondo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Banyaknya kesibukan manusia menyebabkan terkadang lupa dengan kondisi kesehatan tubuhnya sendiri. Kondisi jantung dan suhu tubuh dapat mengindikasikan kondisi tubuh apakah normal atau sedang sakit sehingga dapat diambil tindakan lebih lanjut. Beberapa cara untuk mengetahui kondisi tubuh kita tersebut dapat diketahui dengan menggunakan sensor photoplethysmogram (PPG) yang dapat mengukur perubahan volume darah serta sensor elektrokardiogram (EKG) menampilkan sinyal fisiologis yang dihasilkan oleh aktivitas kerja otot-otot jantung. Untuk suhu tubuh menggunakan sensor thermistor yang merupakan sensor temperatur jenis resistif. Sinyal EKG menggunakan metode *Triangle Einthoven* dengan menggunakan tiga elektroda sebagai sensor yang akan mengubah sinyal kerja jantung ke bentuk sinyal elektrik. Sinyal PPG terdiri dari LED inframerah sebagai sumber cahaya dan phototransistor sebagai detektornya. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa perbandingan antara alat pengukur denyut jantung yang dirancang oleh penulis dengan alat *pulse oximeter* memiliki nilai rata-rata error lebih kecil dari 5%, sedangkan pada pengujian alat pengukur suhu tubuh yang dirancang oleh penulis yang dibandingkan dengan termometer digital memiliki rata-rata nilai *error* tidak lebih kecil dari 2%. Sistem pada tugas akhir ini diimplementasikan dan sudah bekerja dengan baik.

Kata Kunci : *Photoplethysmogram (PPG), Elektrokardiogram (EKG), Thermistor*

Abstract

The amount of human activity causing them to sometimes forget the conditions of his own health. The condition of the heart and the body temperature can indicate the condition of the body is normal or sick and then can be take a further action. There are ways to know condition of our body by using the sensor photoplethysmogram (PPG) that can measuring of blood volume and the sensor electrocardiogram (ECG) display physiological signals generated by the activity of the heart muscles. For body temperature using a thermistor sensor that's a resistive temperature sensor. ECG signals using Einthoven Triangle method with using three electrodes as a sensors that will change the work of heart signal from an electrical signal. PPG signals consisting of an infrared LED as light source and the phototransistor as a detector. From the testing result, it can be concluded that the ratio between heart rate measuring device designed by the author with the pulse oximeter has an error less than 5%, while the testing of body temperature measuring device designed by the authors that compared with a digital thermometer has a flat average error value is not less than 2%. The system in this final project are implemented and is working properly.

Key words : *Photoplethysmogram (PPG), Electrocardiogram (EKG), Thermistor*

1. Pendahuluan

Tujuan utama dari sistem pemantauan kesehatan adalah untuk mengidentifikasi situasi di mana seseorang awalnya dari keadaan sehat ke keadaan yang perlu didiskusikan kesehatannya. Bagi individu dengan penyakit tertentu, kegiatan sehari-harinya dapat menimbulkan situasi yang cepat mengancam kesehatan mereka, oleh karena itu dibutuhkannya perangkat monitoring kesehatan agar setiap individu tersebut dapat melakukan pengecekan kesehatannya secara realtime^[5].

Salah satu perangkat medis yang pertama kali kita jumpai ketika kita mengunjungi rumah sakit adalah sistem monitoring pasien. Empat tanda-tanda vital paling penting adalah denyut nadi, tingkat oksigen, suhu tubuh dan aktivitas sinyal elektrokardiogram (EKG) ^[6]. Salah satu manfaat dari monitoring kesehatan jarak jauh (*telemedicine*) adalah penghematan biaya, karena informasi yang efisien dan mudah. Kemajuan dalam teknologi di dunia medis telah menyebabkan meningkatnya kebutuhan untuk memantau kesehatannya dari rumah untuk

memastikan bahwa pasien yang lanjut usia bisa mengecek kesehatan secara mandiri tanpa harus melakukan pengecekan ke dokter secara terus menerus^[1].

Monitoring denyut jantung merupakan perangkat yang mengambil sampel dari detak jantung dan menghitung denyut per menit (bpm) sehingga hal itu dapat menginformasikan kondisi jantung. Ada dua jenis metode untuk mengembangkan monitoring jantung yaitu berupa sinyal listrik dan optik. Rata-rata denyut jantung manusia dalam keadaan relaksasi adalah sekitar 70bpm untuk laki-laki dewasa dan 75bpm untuk wanita dewasa. Denyut jantung sangat bervariasi antara individu berdasarkan kebugaran fisik, usia dan genetika. Desain dan pengembangan perangkat monitoring denyut jantung itu sendiri sudah banyak diteliti dan dikembangkan dengan konsumsi daya rendah yang disajikan dengan pembacaan denyut jantung yang akurat menggunakan teknologi optik. Perangkat ini ekonomis, tahan lama dan *portable*. Teknologi PPG ini menggunakan *Light Emitting Diode* (LED) dan phototransistor untuk mengukur denyut jantung dalam hitungan detik menggunakan jari telunjuk. Mikrokontroler diprogram untuk menghitung denyut nadi dari sinyal analog ke sinyal digital dan kemudian ditampilkan di android yang memiliki hasil yang sama antara perangkat android dengan hasil dari mikrokontroler^[4].

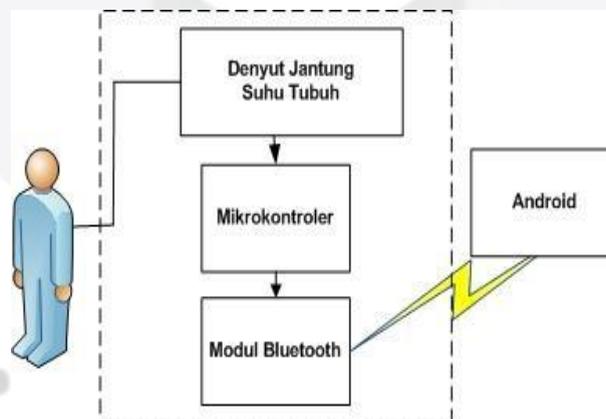
Suhu tubuh adalah salah satu tanda-tanda vital yang merupakan indikator dari keseluruhan kondisi tubuh atau kondisi fisik manusia. Suhu tubuh manusia bervariasi dalam selisih yang kecil. Variasi dari suhu tubuh itu sendiri bergantung pada banyak hal, termasuk tingkat aktifitas, kesibukan dalam sehari dan faktor psikologis. Temperatur suhu yang dihasilkan oleh thermistor sebagai sensor suhu tubuh yang non-linear memiliki nilai toleransi $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ dapat mengukur suhu berkisar dari 0°C sampai 50°C dan memiliki waktu respon yang cepat serta memiliki disipasi yang rendah yang membuat thermistor sangat ideal untuk digunakan sebagai aplikasi medis^[9]. Suhu inti normal pada manusia berkisar dari 36.5°C sampai 37.5°C ^[8].

Dengan demikian diharapkan alat dan aplikasi *human health* monitoring yang dirancang ini dapat berjalan dengan baik sesuai tujuan perancangannya yakni memberikan kemudahan bagi setiap individu yang menggunakan alat ini nantinya untuk mengecek kondisi kesehatannya secara *real-time* dimanapun dan kapanpun.

2. Metodologi

2.1 Deskripsi Umum Sistem

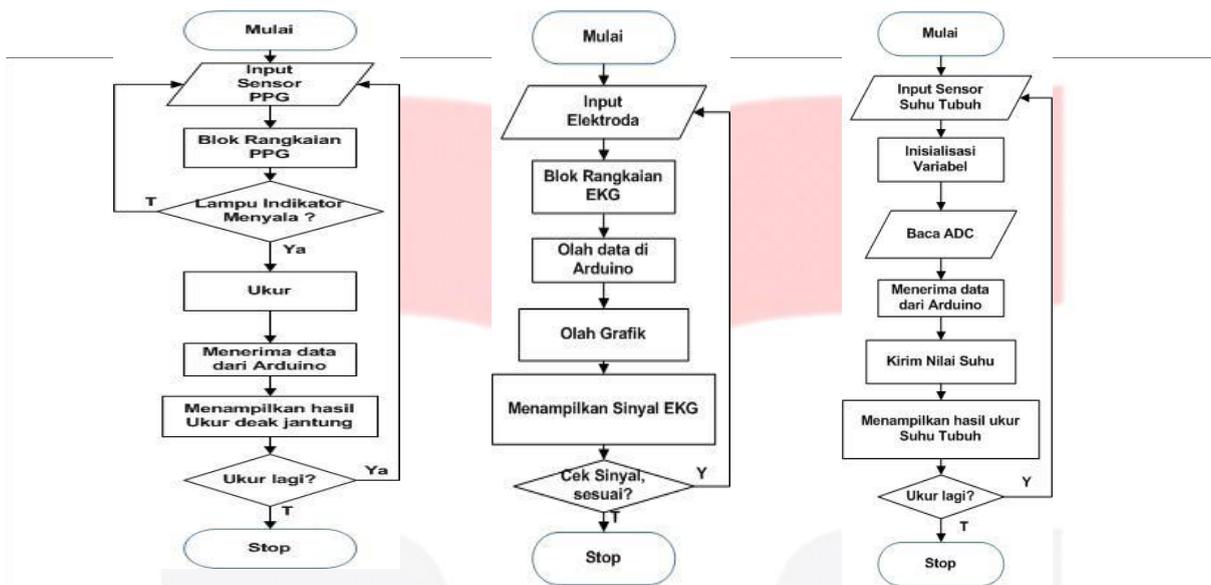
Berikut deskripsi sistem desain dan implementasi aplikasi *human health monitoring* terlihat pada blok diagram dibawah ini^{[4][10]}.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem^{[4][10]}

Berdasarkan gambar diatas, tanda-tanda vital yang diukur adalah denyut jantung dan suhu tubuh. Sensor untuk denyut jantung menggunakan metode *Photoplethysmogram* (PPG) dan untuk sensor suhu tubuh menggunakan thermistor. Untuk memastikan pembacaan yang tepat dari sensor ini, sinyal harus diperkuat dengan menggunakan op-amp. Output dari sensor tersebut dikonversi ke sinyal digital menggunakan *Analog Digital Converter* (ADC). Sinyal-sinyal ini diproses menggunakan mikrokontroler dan kemudian data output tersebut di transmisikan ke android melalui modul bluetooth^[10].

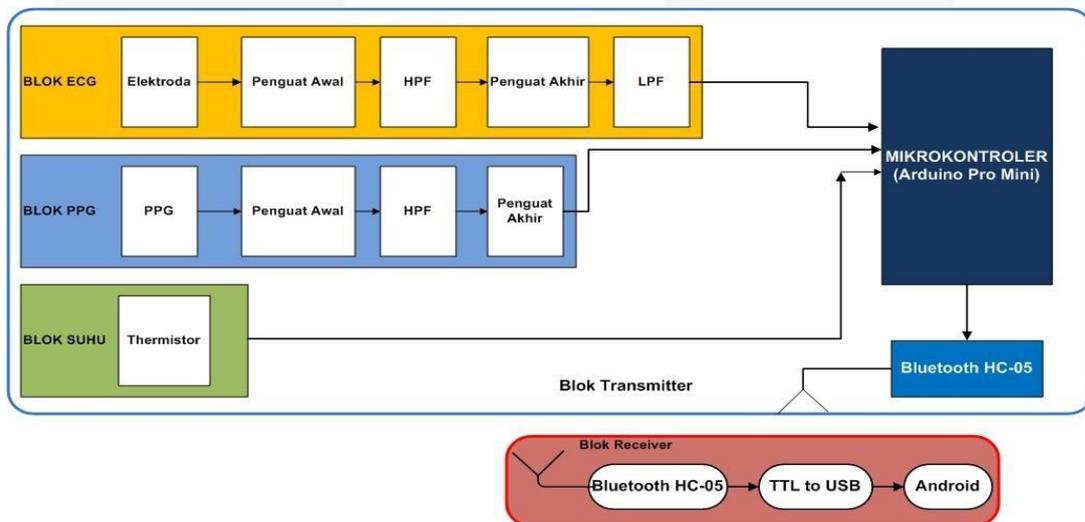
Berikut *flow chart* sistem keseluruhan.



Gambar 2 Flow Chart Sistem

2.2 Desain Perangkat Keras

Berikut perancangan perangkat keras pada alat *human health monitoring* ^{[1] [4] [7] [9]}



Gambar 3 Desain Perangkat Keras ^{[1] [4] [7] [9]}

Alat *human health monitoring* menggunakan beberapa komponen pendukung untuk dapat memberikan hasil yang baik dan sesuai harapan, antara lain :

- a. Mikrokontroler (Arduino Pro Mini) ^{[2] [3]}

Mikrokontroler digunakan sebagai pengolah sinyal analog berupa masukan dari elektroda EKG, sensor PPG dan sensor thermistor yang akan diubah menjadi sinyal digital sehingga dapat ditransmisikan dan ditampilkan oleh perangkat android. Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler jenis Arduino Pro Mini dengan dimensi 1,8 x 3,3 cmdengan spesifikasi : Memiliki 14 digital pin *input/output*, dimana 6 sebagai PWM *output*, *input* 6 analog, resonator *non-board*, tombol reset dan lubang untuk *pin header* ^{[2] [3]}.

- b. Blok *Photoplethysmogram* (PPG) ^{[4] [7] [9]}

Blok PPG ini akan mengukur dan menampilkan denyut jantung. Blok PPG itu sendiri tersusun atas LED dan Phototransistor sebagai sensor yang dipasang berjajar (*mode refleksi*). Sinyal/perubahan cahaya yang dideteksi oleh phototransistor adalah sinyal pantulan/refleksi. Perubahan tegangan akan diperoleh

ketika jari telunjuk dipasangkan ke sensor sehingga menimbulkan perubahan tegangan, perubahan tegangan akan menyebabkan adanya sinyal yang berupa sinyal analog dengan amplituda yang sangat kecil dan mengandung noise, oleh karena itu diperlukan penguat dan *high pass filter* (hpf) untuk menekan noise^[7].

c. Blok Elektrokardiogram (EKG)^[7]

Blok EKG ini akan menampilkan sinyal denyut jantung. Blok EKG itu sendiri tersusun atas elektroda sebagai sensor. Sinyal yang dihasilkan oleh elektroda itu sendiri cukup kecil berkisar 1-5mV. Oleh karena kecilnya sinyal listrik yang dihasilkan oleh elektroda maka diperlukannya penguat instrumentasi untuk memperkuat dan menyaring sinyal yang diperoleh agar dapat diolah di mikrokontroler dan ditampilkan dengan baik pada perangkat android^[7].

d. Blok Suhu^{[8][9][11]}

Blok suhu ini akan menampilkan suhu tubuh. Blok Suhu ini tersusun atas thermistor sebagai sensor dengan menggunakan metode Steinhart-Hart.

e. Modul Bluetooth

Menggunakan bluetooth HC-05 untuk mendukung pengiriman data digital dari mikrokontroler ke perangkat android.

3. Pengujian Sistem dan Analisis

3.1 Pengujian PPG

a) Pengujian PPG

Tabel 1 Pengujian PPG

Percobaan Ke-	PPG	Oximeter	Manual	Persentase Error PPG (%)	Persentase Error Oximeter (%)
1	85	83	82	1.70%	0.97%
2	83	84	83		
3	84	81	80		
4	84	86	86		
5	83	82	81		
Rata-rata	83.8	83.2	82.4		
Total	419	416	412		

Jika mengacu pada tabel diatas, persentase error PPG 1.70% dan error pada alat Pulse oximeter 0.97%. Nilai akurasi dari pengujian ini mengacu pada pengukuran manual.

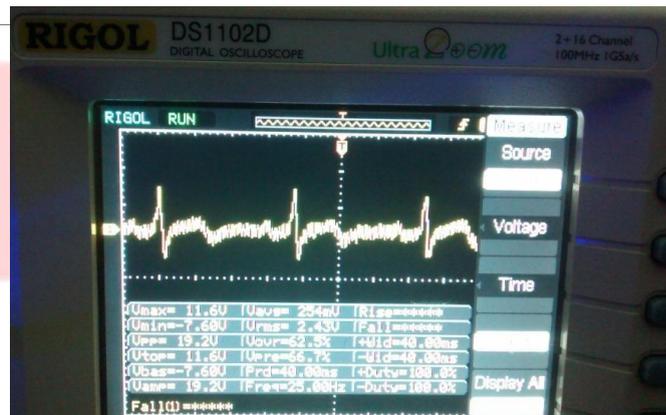
3.2 Pengujian Suhu Tubuh

Tabel 2 Pengujian Suhu Tubuh

Data Penelitian	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Thermometer (°C)	36.1	36.2	36.2	36.2	36.2	36.3	36.4	36.2	36.2	36
Alat (°C)	36.33	36.33	36.23	35.64	36.23	36.13	36.53	35.74	36.42	36.44
Nilai Selisih (°C)	0.23	0.13	0.03	0.56	0.03	0.17	0.13	0.46	0.22	0.56
Error (%)	0.63	0.36	0.08	1.57	0.08	0.47	0.36	1.29	0.6	1.58
Rata-rata pengukuran alat (°C) = 36.10										
Rata-rata pengukuran Thermometer (°C) = 36.2										
Rata-rata Error (%) = 0.703										

Jika mengacu pada tabel diatas, didapatkan rata-rata pengukuran alat 36.10°C dan rata-rata pengukuran menggunakan thermometer 36.2°C. Sehingga diperoleh nilai rata-rata errornya sebesar 0.703%. Nilai akurasi dari pengujian ini mengacu pada alat thermometer.

3.3 Pengujian EKG



Gambar 4 Tampilan sinyal pada pengujian elektrokardiogram

Jika mengacu pada bentuk sinyal EKG, pengujian yang dilakukan sudah sesuai dengan harapan hanya saja noise pada sinyal keluaran masih cukup besar dan masih terlalu sensitifnya rangkain EKG yang dirancang yang membuat bentuk sinyal berubah-ubah.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Desain dan Implementasi Aplikasi Human Health Monitoring berbasis Mikrokontroler sudah berhasil dari sisi akurasi alat yang dibuat dengan alat yang sebenarnya, baik saat menampilkan sinyal keluaran digital pada PPG maupun pada sensor suhu tubuh. Pada pengukuran denyut jantung (PPG) memiliki rata-rata nilai error tidak lebih dari 5 % dan untuk pengukuran suhu tubuh memiliki rata-rata nilai error tidak lebih dari 2%.

Pada EKG sistem yang dibuat masih terlalu sensitif terhadap gerakan yang mempengaruhi perubahan bentuk sinyal EKG saat ditampilkan ke perangkat android.

Dengan demikian juga dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan perangkat *human health monitoring* untuk mengukur denyut jantung maupun suhu tubuh lebih efisien dalam waktu singkat dan dengan biaya yang relatif murah tanpa menghabiskan waktu juga dan juga dapat memonitor tanda-tanda vital pengguna secara real-time dan memberitahu kepada setiap individu maupun anggota keluarga jika dalam keadaan kondisi kesehatan tubuh yang darurat.

Daftar Pustaka :

- [1] Abo-Zahad., M.Ahmed, Sabah., Elnahas, O.2014.A *Wireless Emergency Telemedicine System for Patients Monitoring and Diagnosis*.Egypt: Assiut University.
- [2] ArduinoBoardUno, <http://arduino.cc/en/Main/> (diakses pada tanggal 21 november 2014).
- [3] Chen, Wei., Nguyen, Son Tung., Coops, Roland.*Wireless Transmission Design for Health Monitoring at Neonatal Intensive Care Units*.Netherlands: Endhoven University of Technology.
- [4] Hashem, M.M.A., Kader, Md.Abdul., Sayed, Md.Abu.2008.*Design and Development of Heart Rate Measuring Device using Fingertip*. Bangladesh :Khulna University of Engineering & Technology (KUET).
- [5] Jalaliniya, Shahram.A *Wearable Kid's Health Monitoring System on Smartphone*. Denmark : IT university of Copenhagen
- [6] Kang, Jungmuk., Yoo, Sungil., Oh, Dongik.2013.*Development of a Portable Embedded Patient Monitoring System*. Korea : SoonChunHyang University.
- [7] Pawar, Sushama., Kulkarni, P.W.2014.*Home Based Health Monitoring System Using Android Smartphone*.Pune: Pune University.
- [8] Sessler, Daniel I, M.D.2008.*Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation*. Department of OUTCOMES RESEARCH : The Cleveland Clinic.

- [9] Shuvo, Md. Maruf Hossain., Roy, Krishna Chandra., Robin, Md. Rokibul Hasan.2014.*Development of Portable GSM SMS-Based Patient Monitoring System for healthcare Applications*.Bangladesh: Khulna University of Engineering & Technology.
- [10] Teaw, Edward., Hou, Guofeng., Gouzman,Michael., Tang, K.Wendy.2005.*A Wireless Health Monitoring System*.International Conference on Information Acquisition: IEEE.
- [11] Warsito dan Ordas Dewanto. 2007.*Analisis Efisiensi Thermistor Sebagai Dasar Realisasi Alat Ukur Konduktivitas Panas*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

The logo of Telkom University is a large, stylized letter 'U' in a light gray color. Above the top curve of the 'U' is a red, downward-pointing arrowhead shape. Below the 'U' is the text 'Telkom University' in a bold, sans-serif font, with 'Telkom' on the top line and 'University' on the bottom line.

Telkom
University