

## Sistem Monitoring Kesehatan Pasien Dengan Multi Sensor

<sup>1\*</sup>Syahril Syam, <sup>2</sup>Amil Ahmad Ilham, <sup>3</sup>Elyas Palantei, <sup>4</sup>Muhammad Ruswandi Djalal

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin

<sup>4</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>1</sup>syahrilsyam@poliupg.ac.id, <sup>2</sup>a.amil@unhas.ac.id, <sup>3</sup>elyas.palantei@unhas.ac.id, <sup>4</sup>wandi@poliupg.ac.id

### Article Info

#### Article history:

Received July 11th, 2024

Revised August 23th, 2024

Accepted September 11th, 2024

#### Keyword:

ICT

Multi Sensor

Sensor Suhu

Sensor Detak Nadi

### ABSTRACT

This research focuses on the continuous and sustainable measurement and monitoring of various health indicators, leveraging sensor technology's advantages. This approach significantly enhances healthcare by providing more efficient and optimal solutions for medical personnel (such as doctors, nurses, and other healthcare professionals) to deliver advanced and satisfactory services to the public. By enabling intensive, continuous, and efficient care, this method is expected to reduce the risk of patient death by preventing delays in prompt and accurate medical interventions. The research involved developing a long-term design method for adjusting sensor functions, followed by experimentation, specifically creating a multi-sensor system based on the developed method. The results indicate that the pulse sensor and LM35 temperature sensor can transmit data via Bluetooth, with a reading sensitivity range of up to 17 meters and a throughput value ranging from 1 to 0.75 Kbps. After testing and validating the data measurements, it was found that the pulse measurement had an error rate of 3.88%, while the body temperature measurement had an error rate of 16.94%.

Copyright © 2024 Jurnal FORTECH.

All rights reserved.

#### Corresponding Author:

Syahril Syam

Email: syahrilsyam@poliupg.ac.id

*Abstrak*—Penelitian ini ditujukan untuk aktifitas mengukur dan memonitor berbagai indikator-indikator kesehatan secara rutin dan berkesinambungan yang mengeksplorasi keunggulan teknologi sensor memberikan dampak positif yang besar bagi kesehatan dan untuk memberikan solusi yang lebih efisien dan optimal bagi pihak tenaga medis (dokter, perawat, atau pihak berwenang lainnya) dalam memberikan pelayanan medik yang lebih mutakhir dan memuaskan kepada masyarakat luas. Melalui tindakan perawatan yang intensif, berkesinambungan dan efisien ini diharapkan dapat mengurangi resiko kematian pasien akibat kelalaian dalam mengambil tindakan medis yang cepat dan tepat. Penelitian dilakukan dengan membuat metode rancangan jangka panjang dengan menyesuaikan fungsi sensor-sensor dan dilakukan eksperimen, yaitu pembuatan sistem multi sensor sesuai dengan metode yang telah dibuat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat sensor detak nadi dan sensor suhu LM35 dapat ditransmisikan dengan menggunakan media transmisi Bluetooth dengan jarak baca sensitivitas mencapai 17 meter dengan nilai throughput 1-0.75 Kbps. Setelah dilakukan pengujian dan pengukuran validasi data maka ditarik kesimpulan bahwa untuk pengukuran detak nadi mendapatkan nilai error 3.88% sedangkan untuk pengukuran suhu tubuh mendapatkan nilai error 16.94%.

**Kata Kunci:** ICT, Multi Sensor, Sensor Suhu, Sensor Detak Nadi.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Information Computer and Teknologi (ICT) yang berbasis wireless telah meningkat secara pesat [1]. Potensi aplikasinya yang inovatif dan kreatif telah menjangkau berbagai sektor kehidupan manusia sedemikian luasnya. Begitu juga perkembangan dalam sektor kesehatan, perpaduan teknologi ICT dan kesehatan telah melahirkan teknologi telemedicine dalam bidang kesehatan. Telemedicine dalam bidang kesehatan digunakan dalam berbagai kebutuhan untuk melakukan pengukuran dan memonitoring sejumlah indikator-indikator kesehatan manusia seperti untuk mendengarkan bunyi jantung yang konvensionalnya digunakan stethoscope, untuk mengukur tekanan darah digunakan alat tensimeter juga sering dikombinasikan dengan alat thermometer untuk mengukur suhu tubuh dan untuk mengamati aktifitas jantung dapat digunakan Electrocardiogram (EKG), dan masih banyak lagi peralatan-peralatan yang bisa digunakan [2, 3]. Aktifitas pengukuran dan memonitoring yang dilakukan diatas semuanya masih tahap konvensional. Aktifitas mengukur dan memonitor berbagai indikator-indikator kesehatan secara rutin dan berkesinambungan yang mengeksplorasi keunggulan teknologi telemedicine akan memberikan dampak positif yang besar bagi kesehatan, dimana akan menghasilkan sistem yang lebih praktis dan optimal, contohnya: dokter atau tenaga medis bisa tidak berinteraksi langsung dengan pasien, bisa memantau keadaan pasien dalam ruang yang berbeda.

Wireless Sensor Network (WSN) atau Sensor Jaringan Nirkabel merupakan suatu jaringan nirkabel yang terdiri dari beberapa sensor (sensor node) yang diletakkan di tempat yang berbeda untuk memantau kondisi suatu lingkungan [4]. Terdapat berbagai jenis model aplikasi wireless sensing network untuk keperluan memonitoring kesehatan manusia yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Sebagai contoh [5]. Fundamental of Wireless Sensor Networks, mengusulkan teknologi wireless berbasis internet untuk memonitor kondisi kesehatan pasien agar data rekam medik bisa diketahui secara kontinyu. Sementara itu [6], sebelumnya telah mengimplementasikan prototipe sistem telemedicine yang memanfaatkan keuntungan teknis sistem telekomunikasi berbasis PDA yang flexible. Terlepas dari sejumlah keuntungan yang dapat ditawarkan dari metode monitoring kesehatan manusia tersebut tetapi secara

prinsipil dapat dilihat secara kasat mata bahwa ada beberapa kelemahan teknis yang muncul pada teknologi telemedicine ICT itu.

Faktor kelemahan mendasar terletak pada aspek kinerja wireless monitoring yang masih bergantung pada unjuk kerja jaringan komunikasi wireless [7, 8]. Parameter-parameter jaringan, seperti jarak, jumlah sensor yang akan digunakan, delay, throughput, paket loss transmisi dan receive signal, yang berfluktuasi sangat rentan mempengaruhi kualitas monitoring kesehatan [9, 10]. Aspek reliability infrastruktur jaringan yang ada juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas kinerja jaringan wireless monitoring yang ada saat ini. Serta dari aspek teknologi, alat telemedicine elektronik kesehatan masih terbatas digunakan itupun yang ada hanya pada rumah sakit tertentu, untuk pemakaian masyarakat umum masih sangat terbatas. Pada umumnya penggunaan alat kesehatan yang konvensional, harus mempunyai keahlian khusus dalam menggunakannya, dokter harus berinteraksi langsung dengan pasien untuk memantau keadaan si pasien. Dengan perpaduan elektronik telemedicine pada penelitian ini, maka bagaimana menciptakan alat yang penggunaannya dapat mengukur dan memonitoring parameter kesehatan yang mudah digunakan, serta bagaimana cara mendesain system multi sensor yang dapat menghasilkan data yang sesuai dengan pengukuran konvensional detak nadi dan suhu tubuh manusia. Serta penggunaannya dapat digunakan oleh masyarakat umum dan ketersediaannya alat system multi sensor ini.

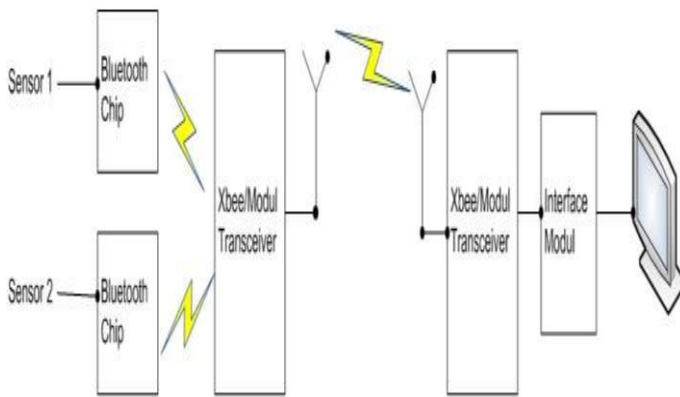
Penelitian yang telah diimplementasikan sebelumnya [11] mencakup single sensor, single tampilan informasi terkait kondisi kesehatan pasien yang terkoneksi dengan 1 (satu) sensor. Penelitian lanjutan yang diusulkan ini ditargetkan dapat dibuat sistem multi sensor, sistem multi tampilan pemantau kesehatan yang dapat dioperasikan secara lebih praktis dan kontinyu/reliable, serta produk akhir penelitian yang dikembangkan ini merupakan salah satu inovasi yang dapat mengatasi permasalahan kekurangan perangkat telemedicine yang ada saat ini. Penelitian berkelanjutan terkait rancang bangun sistem multi sensor pemantau kesehatan secara wireless ini memiliki sejumlah manfaat positif antara lain: sebagai langkah inovatif perpaduan perangkat ICT dan telemedika di Tanah Air, agar peningkatan kualitas pelayanan kesehatan yang lebih baik, memberikan solusi yang lebih praktis dan optimal bagi pihak tenaga medis, memudahkan

dokter/perawat, atau pihak berwenang lainnya untuk menyiapkan tindakan medis secara dini dalam memberikan pelayanan medik berdasarkan informasi yang diterima dari sistem.

**2. METODE PENELITIAN**

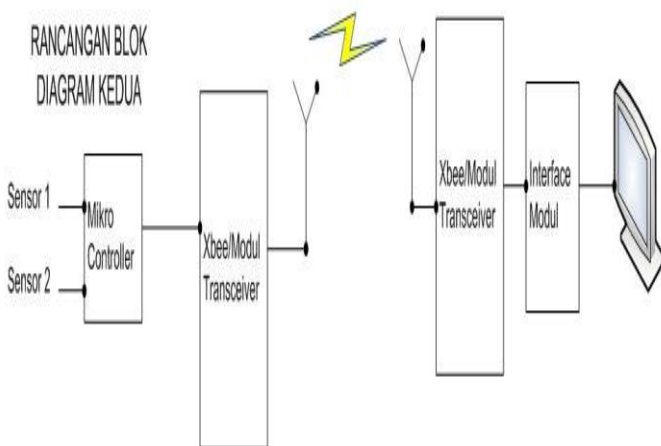
Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah merancang dan membangun sistem yang lebih praktis dan efisien yang bersifat eksperimen sehingga mendapatkan sistem multi sensor yang bisa berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Adapun tahap awal ini terdapat 2(dua) rancangan, seperti ditunjukkan gambar 1.

RANCANGAN BLOK  
DIAGRAM PERTAMA



(a). Rancangan Diagram Pertama

RANCANGAN BLOK  
DIAGRAM KEDUA



(b). Rancangan Diagram Kedua

Gambar 1. Type Rancangan sistem multisensor

Pada Gambar 1 diatas, merupakan tahap rancangan yang dilakukan dengan bereksperimen dari

beberapa diagram percobaan. Pada dasarnya sensor yang digunakan adalah sensor detak nadi dan sensor suhu, yang membedakan adalah media transmisi yang akan digunakan demi mendapatkan sistem yang lebih praktis.

**A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental yaitu perancangan dan pembuatan sistem multi sensor, yang dibangun menggunakan beberapa komponen fungsional rangkaian yang terdiri dari :

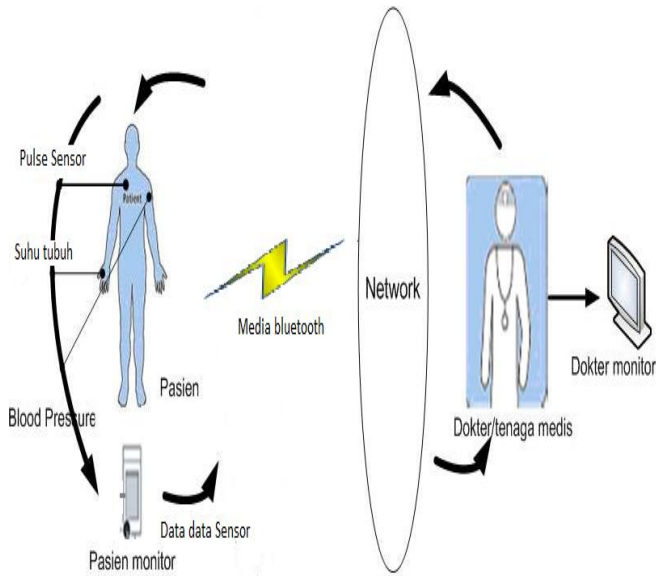
- Rangkaian sensor suhu tubuh;
- Rangkaian sensor detak nadi;
- Rangkaian modul embedded Bluetooth;
- Rangkaian microcontroller arduino;
- Modul rangkaian;
- Komponen-komponen pendukung;

Secara umum untuk aktifitas riset ini terdapat 2 (dua) model sensor untuk sistem monitoring kesehatan yang akan diusulkan, yaitu :

- Berdasarkan gambar 16 (a). Rancangan Diagram Pertama  
Rancangan ini, alat sensor di padukan dengan menggunakan chip bluetooth dengan maksud mengurangi efek bentuk fisik alat yang terpasang pada tubuh pasien sehingga pasien masih bisa beraktifitas.
- Berdasarkan gambar 16 (b). Rancangan Diagram Kedua  
Rancangan ini, alat sensor dipadukan dengan microcontroller dimana sensor 1 dan sensor 2 akan dikontrol dengan modul microcontroller yang terpasang pada tubuh pasien.

**B. Tahapan Perancangan Sistem**

Pada tahap perancangan dalam penelitian ini, ada 2 (dua) tahap yang dilakukan yaitu tahap pembuatan system yang berupa eksperimen yang sesuai dengan model skematik diagram serta tahap pengujian data serta pengukuran throughput dan paket loss system ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Model pengukuran parameter kesehatan

Adapun alat-alat sensor kesehatan yang akan dipakai dalam pengukuran parameter-parameter kesehatan manusia, yang sering dipakai pada dokter, dan akan diintegrasikan kedalam system multi sensor pemantau kesehatan manusia.

**C. Hardware dan Software**

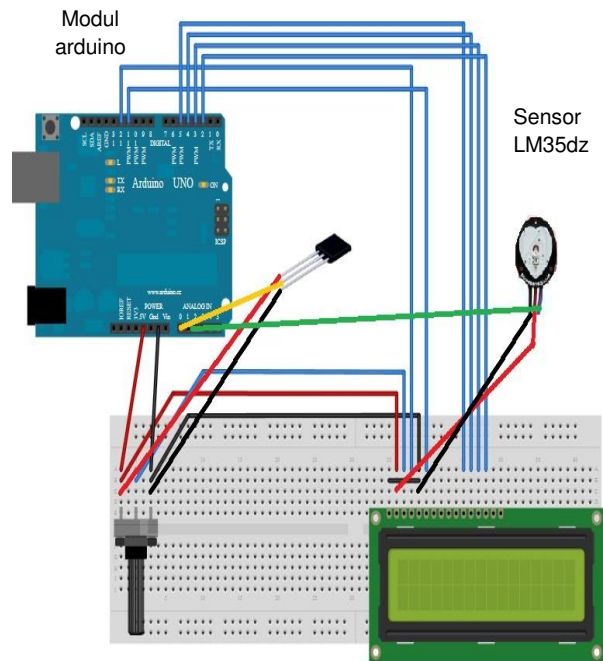
Hadware dan software yang digunakan antara lain :

1. Arduino yang berisi mikrokontroller yang berfungsi untuk menanamkan program pulse sensor dan suhu sebagai pengolahan data dari pada sensor.
2. Sensor suhu LM35 yang diletakkan pada telapak tangan yang berfungsi untuk menangkap suhu tubuh manusia.
3. Pulse sensor 5 volt yang diletakkan pada ujung jari yang berfungsi untuk mendeteksi detakan jantung manusia.
4. Bluetooth shield yang dipasang dengan arduino yang berfungsi untuk mentransmisikan data sensor dan akan diterima pada sisi handpone.
5. LCD module 16x2 yang berfungsi sebagai layar monitor kecil untuk menampilkan hasil pembacaan sensor yang diletakkan pada alat.
6. Software arduino 1.0 sebagai *interface* untuk menanamkan program kedalam modul arduino.
7. X-CTU untuk melakukan konfigurasi dan testing hasil program.
8. Smartpone berfungsi untuk membaca data dari sensor yang ditransmisikan melalui bluetooth.
9. Breakout board digunakan untuk merangkai menghubungkan semua koneksi antara komponen-komponen perangkat hardware.

Adapun semua hardware yang disebutkan diatas akan dirangkai dan diprogram sesuai dengan fungsi masing-masing perangkat.

**D. Tahap Diagram Skematik Sistem**

Setelah semua komponen telah tersedia, maka tahap selanjutnya adalah merangkai semua komponen sesuai dengan gambar 3.



Gambar 3. Skematik Sistem

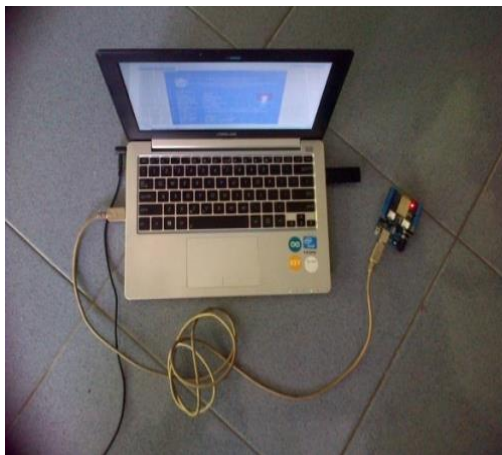
Pada skema diatas, semua komponen terinterkoneksi dengan jalur kabel melalui breakout board untuk sementara, keterangan gambar menjelaskan bahwa, kabel yang berwarna merah adalah kabel tegangan dengan arus 5 volt, sedangkan kabel hitam adalah kabel grounding, semua komponen mendapatkan catudaya dari modul arduino melalui baterai atau melalui koneksi kabel usb yang dihubungkan ke laptop/PC yang merupakan sumber catuan daya. Pin data sensor detak nadi dan suhu akan diletakkan pada pin analog modul arduino.

**E. Tahap Pengukuran Throughput dan Paket Loss**

Pada tahap pengukuran throughput dan paket loss dilakukan apabila semua rangkaian dan komponen telah diintegrasikan dalam satu modul papan rangkaian dan dilakukan dengan cara mengirimkan data-data sensor melalui media transmisi bluetooth yang kemudian diterima di laptop/pc dengan menggunakan software SSCOM. Sebelum dilakukan pengukuran throughput dan paket loss, sebaiknya harus diketahui dulu apa itu

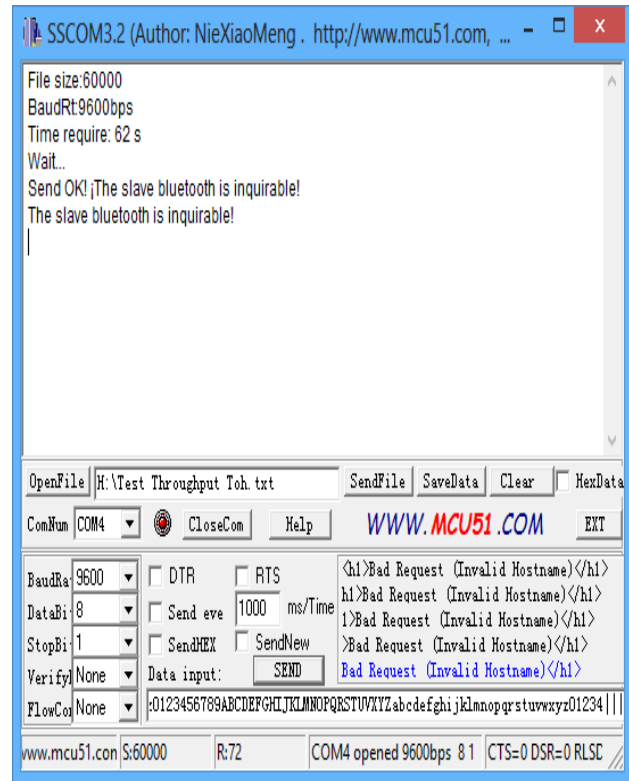
throughput dan paket loss. Adapun pengertian dari pada throughput adalah bandwidth yang sebenarnya yang diukur dengan satuan waktu tertentu dan pada kondisi jaringan tertentu yang digunakan untuk melakukan transfer file dengan ukuran tertentu. Sedangkan bandwidth adalah suatu ukuran dari banyaknya informasi yang dapat ditransfer dari suatu tempat ke tempat lain dalam suatu waktu tertentu. Satuan yang digunakan adalah bit per second (bps). Satuan ini berarti jumlah bit yang dapat ditransfer tiap detik melalui suatu media. Seperti yang diketahui bit adalah binary digit yang hanya terdiri dari dari 2(dua) angka yaitu 0 dan 1. Sedangkan paket loss adalah seberapa besar jumlah data yang diterima pada sisi receive yang ditransferkan melalui media bluetooth pada sisi transmit, itulah jumlah paket loss yang dihitung.

Pada penelitian ini digunakan port serial USB yang dihubungkan dengan modul system multi sensor yang kemudian ditransmisikan melalui bluetooth dan sebagai penerima data sensor digunakan laptop/pc, seperti gambar 4.



Gambar 4. Tahap pengukuran throughput dan paket loss

Pada gambar 4 diatas menjelaskan bahwa pengukuran throughput dan paket loss modul multi sensor dilakukan dengan mengambil acuan beberapa jarak sehingga akan mendapatkan jarak maksimum data sensor dapat terbaca pada user, catuan daya pada modul multi sensor didapatkan pada laptop/pc. Adapun software yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah SSSCom, dalam software tersebut dikirimkan data sebesar yang diinginkan dan penghitungan waktu digunakan stopwatch untuk mendapatkan waktu penerimaan. Adapun tampilan SSSCom, seperti gambar 5.



Gambar 5. Software SSSCom

Pada gambar 5, Software SSSCom digunakan untuk mengirimkan file data yang mempunyai ukuran sesuai dengan yang diinginkan, serta konfigurasi com port yang disesuaikan dengan sisi transmit dan sisi receive yang digunakan melalui media transmisi bluetooth yang nantinya akan diukur seberapa besar file yang diterima dalam suatu waktu tertentu yang disebut throughput serta seberapa besar data yang hilang dari sisi receive yang disebut paket loss.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data detak nadi dan suhu diukur dengan dua metode yaitu metode pengukuran langsung dan pengukuran sensor. Pengukuran langsung dilaksanakan oleh tenaga medis sesuai prosedur medis yang berlaku dalam menentukan nilai BPM dan suhu. Pengukuran langsung detak nadi untuk menentukan nilai BPM sesuai prosedur medis yaitu dengan menghitung jumlah detak nadi pada pergelangan tangan pasien. Secara medis perhitungan langsung menggunakan dua cara, cara pertama dengan menghitung detak nadi selama 15 detik kemudian hasil jumlah hitungan detak tersebut dikalikan empat untuk menghasilkan nilai detak dalam satuan 1(satu) menit, maka hasilnya itulah jumlah detak nadi pasien dalam satuan BPM. Atau cara kedua dengan menghitung detak nadi selama satu menit di mana jumlah detak dalam satu menit

itu kemudian menjadi nilai BPM. Detak nadi cenderung lebih stabil menggunakan perhitungan selama 15 detik sedangkan detak nadi cenderung fluktuatif menggunakan perhitungan selama 1 menit. Pada penelitian ini metode pengukuran detak nadi secara langsung menggunakan cara perhitungan jumlah detak nadi selama 15 detik untuk menghasilkan nilai BPM (jumlah detakan tiap menit) dari 10(sepuluh) orang sampel pasien.



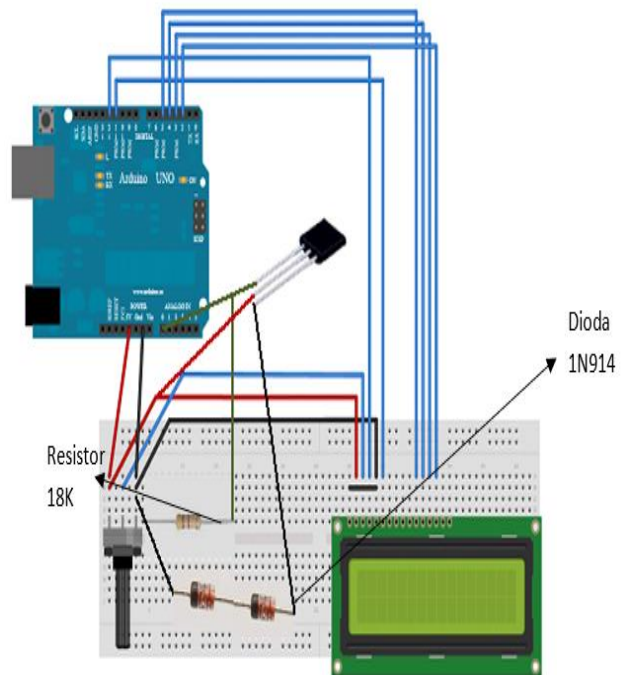
Gambar 6. Pengukuran detak nadi secara manual

Gambar 6 menunjukkan pengukuran detak nadi secara manual pada salah satu pasien yang dilakukan oleh perawat sesuai dengan prosedur tindakan medis. Pengukuran detak nadi secara manual dilakukan dengan menghitung jumlah detak nadi pada pergelangan tangan selama 15 detik dan dikalikan 4(empat) akan menghasilkan hasil perhitungan jumlah detak nadi selama satu menit ini kemudian menjadi nilai BPM dari sampel. Hasil pengukuran detak nadi pasien sebagai sampel menggunakan metode perhitungan manual dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Data Medik Pasien Menggunakan Manual dengan Sistem Multisensor

| No. | Pasien    | Metode manual    |           | Multi sensor    |           | Nilai Error (%) |        |
|-----|-----------|------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|--------|
|     |           | Detak Nadi(bp m) | Suhu (°C) | Detak Nadi(bpm) | Suhu (°C) | Detak Nadi      | Suhu   |
| 1   | Sampel 1  | 82               | 35.5      | 79              | 29        | 3.80%           | 22.40% |
| 2   | Sampel 2  | 78               | 36        | 81              | 27        | 3.70%           | 33.30% |
| 3   | Sampel 3  | 91               | 36.3      | 88              | 29        | 3.40%           | 25.10% |
| 4   | Sampel 4  | 83               | 36.7      | 80              | 28        | 3.70%           | 31%    |
| 5   | Sampel 5  | 86               | 36.1      | 83              | 27        | 3.60%           | 33.70% |
| 6   | Sampel 6  | 88               | 35.7      | 91              | 32        | 3.30%           | 11.50% |
| 7   | Sampel 7  | 83               | 36.1      | 87              | 32        | 4.60%           | 12.80% |
| 8   | Sampel 8  | 79               | 35.5      | 81              | 32        | 2.50%           | 10.90% |
| 9   | Sampel 9  | 78               | 36.2      | 81              | 32        | 3.70%           | 13.10% |
| 10  | Sampel 10 | 89               | 36.1      | 83              | 31        | 7.20%           | 16.50% |

Dari tabel 1 diatas dapat dilihat bahwa pengukuran detak nadi dengan menggunakan metode konvensional dengan membandingkan menggunakan sistem multi sensor mempunyai selisih data yang relatif kecil yaitu nilai error rata-rata 3.95%, sedangkan pengukuran suhu tubuh mengalami perbedaan nilai yang cukup jauh yaitu nilai rata-rata error mencapai 21.03 %. Dengan melihat nilai hasil pengukuran suhu pada tabel 1, didapatkan nilai perbedaan yang jauh, untuk meminimal nilai pengukuran suhu, maka dibuatkan rangkaian suhu yang dimodifikasi yaitu dengan menambahkan 2(dua) buah dioda 1N914 dan resistor 18 Kilo Ohm, seperti yang terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Skematik rangkaian suhu yang dimodifikasi

Keterangan dari gambar 7 diatas, terlihat ada penambahan 2(dua) buah dioda 1N914 dan sebuah

resistor 18 Kilo Ohm, maksud dari pada modifikasi ini adalah untuk menstabilkan nilai tegangan yang masuk ke pin output sensor suhu LM35, sehingga mendapatkan nilai suhu yang stabil. Dioda adalah komponen elektronika aktif yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Dioda terdiri dari 2(dua) elektroda yaitu anoda dan katoda. Berdasarkan fungsi dioda terdiri dari :

- Dioda biasa atau dioda penyearah, yang umumnya terbuat dari silikon dan berfungsi sebagai penyearah arus bolak balik (ac) ke arus searah (dc).
- Dioda zener (zener dioda) yang berfungsi sebagai pengamanan rangkaian setelah tegangan yang ditentukan oleh dioda zener yang bersangkutan.
- LED (light emitting dioda) atau dioda emisi cahaya yaitu dioda yang dapat memancarkan cahaya monokromatik.
- Dioda foto (photo dioda) yaitu dioda yang peka dengan cahaya sehingga berfungsi sebagai pengendali.
- Dioda laser (laser dioda) yaitu dioda yang dapat memancarkan cahaya laser, sering disingkat dengan LD

Dan resistor adalah komponen dasar elektronika yang selalu digunakan dan paling banyak dalam setiap rangkaian elektronika, fungsi resistor adalah sebagai pengatur dalam membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Dengan adanya resistor menyebabkan arus listrik dapat disalurkan sesuai dengan kebutuhan. Adapun fungsi resistor secara lengkap adalah sebagai berikut :

- Berfungsi untuk menahan sebagian arus listrik agar sesuai dengan kebutuhan suatu rangkaian elektronika.
- Berfungsi untuk menurunkan tegangan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh rangkaian elektronika.
- Berfungsi untuk membagi tegangan.
- Berfungsi untuk membangkitkan frekuensi tinggi dan frekuensi rendah dengan bantuan transistor dan kondensator (kapasitor).

Setelah dilakukan rangkaian sesuai dengan gambar 7, skematik rangkaian suhu yang dimodifikasi dan dilakukan pengukuran suhu kembali, maka hasil yang didapat adalah seperti tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan rangkaian suhu yang dimodifikasi

| No. | Pasien    | Metode manual | Multi sensor (suhu modifikasi) | Nilai Error (%) |
|-----|-----------|---------------|--------------------------------|-----------------|
|     |           | Suhu (°C)     | Suhu (°C)                      | Suhu            |
| 1   | Sampel 1  | 35.5          | 36                             | 1.40%           |
| 2   | Sampel 2  | 36            | 36                             | 0               |
| 3   | Sampel 3  | 36.3          | 37                             | 1.90%           |
| 4   | Sampel 4  | 36.7          | 37                             | 0.80%           |
| 5   | Sampel 5  | 36.1          | 37                             | 2.40%           |
| 6   | Sampel 6  | 35.7          | 36                             | 0.80%           |
| 7   | Sampel 7  | 36.1          | 36                             | 0.30%           |
| 8   | Sampel 8  | 35.5          | 36                             | 1.40%           |
| 9   | Sampel 9  | 36.2          | 36                             | 0.60%           |
| 10  | Sampel 10 | 36.1          | 36                             | 0.30%           |

Dari tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa pengukuran suhu dengan menggunakan metode manual dengan membandingkan menggunakan sistem rangkaian suhu yang dimodifikasi didapatkan nilai error rata-rata 0.99 %. Berdasarkan hasil ini sensor LM35dz yang dimodifikasi akan mendekati suhu tubuh normal manusia.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan serangkaian proses pengujian dan pengukuran terhadap sistem yang telah dibuat, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Pengiriman hasil pembacaan data pulse sensor dan sensor suhu LM35 dapat transmisi dengan menggunakan media transmisi Bluetooth dengan jarak baca sensitivitas mencapai 17 meter.
2. Nilai throughput stabil sampai pada jarak 17 meter dan semakin menurun pada jarak >17 meter yaitu dari 1 Kbps sampai 0.75 Kbps.
3. Paket loss akan mengalami peningkatan pada saat jarak diatas >17 meter, yaitu sampai 33%.
4. Data pengukuran detak jantung pada sistem multi sensor ini hampir sama dengan pengukuran secara konvensional, yaitu rata-rata nilai error 3.95%, sedangkan data pengukuran suhu dengan menggunakan LM35DZ, masih belum bisa mendapatkan nilai suhu tubuh manusia yaitu 35 – 37 OC, mencapai nilai error 16.94 %.
5. Data pengukuran suhu dengan menggunakan sensor LM35DZ yang dimodifikasi menghasilkan nilai error kecil yaitu 0.99%.
6. Pulse sensor dan sensor suhu LM35DZ yang dimodifikasi dapat digunakan sebagai elektronika medical.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] A. F. Habibah, "Era masyarakat informasi sebagai dampak media baru," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 3, no. 2, pp. 350-363, 2021.
- [2] A. Riyanto, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pelaksanaan Telemedicine (Systematic Review)," *Jurnal Manajemen Informasi Kesehatan Indonesia*, vol. 9, no. 2, pp. 174-174, 2021.
- [3] S. A. Sholikhatin and A. B. Prasetyo, "Integrasi Telemedicine dengan Cloud Computing pada Web Pelayanan Kesehatan," *Jurnal Informatika*, vol. 7, no. 2, pp. 91-96, 2020.
- [4] M. Syaifudin, F. Rofii, and A. Qustoniah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Dan Penerangan Jalan Berbasis Wireles Sensor Network (Wsn)," *Transmisi*, vol. 20, no. 4, pp. 158-166, 2019.
- [5] S. R. Jondhale, R. Maheswar, J. Lloret, S. R. Jondhale, R. Maheswar, and J. Lloret, "Fundamentals of wireless sensor networks," *Received Signal Strength Based Target Localization and Tracking Using Wireless Sensor Networks*, pp. 1-19, 2022.
- [6] H. Nazeran, "Wavelet-based Segmentation and Feature Extraction of Heart Sounds for Intelligent PDA-based Phonocardiography," *Methods of information in medicine*, vol. 46, pp. 135-41, 02/01 2007, doi: 10.1055/s-0038-1625394.
- [7] B. Hardjono *et al.*, *Komunikasi Nirkabel: dengan Aplikasinya di Bidang Telekomunikasi dan Informatika*. Penerbit Andi, 2020.
- [8] F. Rahmansyah and P. Murdiyati, "Unjuk Kerja LoRa Untuk Media Komunikasi Smart Farming di Area Persawahan Desa Manunggal Jaya," *PoliGrid*, vol. 5, no. 1, 2024.
- [9] S. Abdulmalek *et al.*, "IoT-Based Healthcare-Monitoring System towards Improving Quality of Life: A Review," (in eng), *Healthcare (Basel)*, vol. 10, no. 10, Oct 11 2022, doi: 10.3390/healthcare10101993.
- [10] A. Darwish and A. E. Hassanien, "Wearable and implantable wireless sensor network solutions for healthcare monitoring," (in eng), *Sensors (Basel)*, vol. 11, no. 6, pp. 5561-95, 2011, doi: 10.3390/s110605561.
- [11] E. Palantei *et al.*, *A 2.5 GHz wireless ECG system for remotely monitoring heart pulses*. 2012, pp. 1-2.