

Sistem Jaringan Nirkabel Dual-Sensor untuk Monitoring Data Medik Pasien

Amil A. Ilham¹, A. T. Parawangsa¹, Hasradin¹, E. Palantei²

¹Program Studi Teknik Informatika Universitas Hasanuddin, Makassar

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin, Makassar

Abstrak — Riset tentang penggunaan sistem jaringan nirkabel untuk monitoring tanda-tanda vital kesehatan manusia terus mengalami perkembangan. Salah satu penelitian sebelumnya menghasilkan aplikasi jaringan sensor nirkabel untuk monitoring denyut nadi. Aplikasi yang dihasilkan berupa penggunaan jaringan nirkabel untuk memantau denyut nadi manusia, aplikasi ini menggunakan sensor tunggal (*single sensor*) dengan menggunakan jaringan Xbee sebagai media pengirim data.

Dari uraian tersebut, dibutuhkan penelitian lanjutan dengan orientasi riset pada pemakaian lebih dari satu sensor (dual-sensor) serta penggunaan jaringan nirkabel yang berbeda yaitu jaringan *bluetooth* untuk mengirim data dari perangkat sensor ke *smartphone android* sebagai perangkat penerima.

Hasil pengujian *throughput* dan *data loss* menunjukkan bahwa *bluetooth* mempunyai stabilitas yang baik dalam melakukan pengiriman data tanpa *data loss* dalam jangkauan maksimal 9,5 meter dalam ruang terbuka dengan *throughput* 0,97 kbps dan maksimal 17 meter dalam ruang tertutup dengan *throughput* yang sama yaitu 0,97 kbps.

Kata kunci — android, arduino, *bluetooth*, dual-sensor, *smartphone*.

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (ICT) yang sangat signifikan menciptakan berbagai layanan kemudahan dan keakuratan bagi pemenuhan kebutuhan manusia yang semakin kompleks di hampir semua sektor kehidupan. Salah satu teknologi ICT dengan profil pertumbuhan yang positif adalah teknologi berbasis *wireless* (nirkabel) dengan jangkauan penerapan yang sangat luas termasuk di bidang kesehatan.

Penerapan teknologi *wireless* (nirkabel) dalam bidang kesehatan kemudian dikenal dengan istilah telemedis (*telemedicine*). Pengeksploitasian teknologi *wireless* memungkinkan terciptanya sistem pelayanan kesehatan yang lebih praktis, efektif, dan efisien contohnya tenaga medis dapat memantau kondisi data medik pasien dalam ruang yang berbeda tanpa memerlukan waktu yang lama^[1]. Kepraktisan ini akan menjadikan pelayanan kesehatan tidak hanya akan terpusat pada perawatan dan pemeriksaan di rumah sakit dan setiap dokter atau tenaga medis dapat melakukan pemantauan kondisi data medik beberapa pasien dalam satu waktu yang sama meski dalam ruang yang berbeda.

Perkembangan riset tentang penggunaan sistem jaringan sensor nirkabel untuk monitoring kesehatan manusia terus berkembang seperti yang telah dilakukan oleh Rusmin Nuryadin dan Iqra Aswad

(2012)^[2] pada penelitian sebelumnya yang menghasilkan aplikasi jaringan sensor nirkabel untuk monitoring denyut nadi. Aplikasi yang dihasilkan berupa penggunaan jaringan nirkabel untuk memantau denyut nadi manusia, aplikasi ini menggunakan sensor tunggal (*single sensor*) dengan menggunakan jaringan Xbee sebagai media pengiriman data.

Dari uraian tersebut maka dibutuhkan sebuah penelitian lanjutan dengan orientasi pada sistem pemantau data medik pasien dengan menggunakan dua sensor (dual-sensor) dan penggunaan jaringan nirkabel yang berbeda (*bluetooth*). Riset tentang sistem pemantau data medik pasien menggunakan dual-sensor ini dimaksudkan untuk menjawab kebutuhan pemantauan kesehatan manusia dari berbagai parameter kesehatan seperti detak jantung, suhu tubuh, tekanan darah dan lain sebagainya secara bersamaan dalam satu waktu yang sama sehingga penanganan medis secara menyeluruh terhadap pasien dapat dilakukan dengan efektif dan efisien oleh dokter dan tenaga medis.

Selain itu, sistem monitoring data medik pasien pada penelitian ini juga akan mengorganisir data-data dari berbagai sensor yang berbeda ke dalam basis data yang dinamis dan fleksibel sehingga rekam medis pasien akan tersimpan dengan aman dan sewaktu-waktu dapat digunakan untuk penanganan medis berkelanjutan.

II. LANDASAN TEORI

A. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan *board* berbasis mikrokontroler pada Atmega328. ATmega sendiri adalah merk dari komponen utama dalam papan Arduino berupa mikrokontroler 8 bit yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation^[3].

B. Seeed Bluetooth Shield

Seeed Bluetooth Shield merupakan salah satu modul *bluetooth* yang terintegrasi dengan *Serial Bluetooth Module* dan dikembangkan untuk dapat digunakan pada aplikasi mikrokontroler khususnya pada arduino untuk komunikasi serial nirkabel secara transparan^[4].

C. Bluetooth SPP Protocol Pro

Bluetooth SPP Protocol Pro adalah perangkat lunak yang berfungsi sebagai alat komunikasi *client* pada *bluetooth (bluetooth slave mode)*. Dengan menggunakan *Bluetooth SPP Protocol Pro* komunikasi data antarperangkat *bluetooth* dapat terbangun serta dapat menghubungkan antara *Bluetooth MCU* dan *PC serial port*.^[5]

D. Denyut Jantung

Heart-rate atau *Pulse-rate* adalah angka dari bunyi detak ganda yang terjadi dalam hitungan satu menit^[6]. Bagian pertama dari bunyi detak ganda ini (S-1) adalah hentakan dari pompaan darah terhadap dinding jantung setelah kontraksi dari *ventrikel (sistol)* dan penutupan katup *atrioventrikular (AV valves—mitral dan tricuspid)*. Bagian kedua (S-2) dari bunyi detakan ganda adalah lompatan balik darah terhadap katup *semilunar* (dikatakan *semilunar* karena bentuknya mirip bulan setengah lingkaran). Kedua bunyi tersebut diperjelas menggunakan stetoskop dengan istilah “*lub-dub*”.

F. Suhu Tubuh Manusia

Suhu tubuh sangat mudah sekali berubah dan dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor eksternal maupun faktor internal^[7]. Perubahan suhu tubuh sangat erat kaitannya dengan produksi panas yang berlebihan, produksi panas maksimal maupun pengeluaran panas yang berlebihan.

E. Pulse Sensor

Pulse sensor adalah sensor detakan jantung yang dirancang untuk Arduino dengan sistem *plug and play*. Sensor ini dapat digunakan di berbagai bidang oleh pelajar, seniman, atlet, *designer* dan pengembang teknologi *mobile* yang ingin menggabungkan sistem denyut jantung kedalam sebuah proyek berbasis teknologi *mobile*. Pulse sensor nantinya akan dipasang di ujung jari atau di cuping telinga. Pulse sensor akan mengirimkan data analog ke Arduino untuk memantau secara *real-time* detakan-detakan yang terjadi di ujung sensornya.^[8]

G. Sensor Suhu LM-35

Sensor suhu LM35 merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang berupa suhu menjadi besaran listrik tegangan. Sensor suhu LM35 memiliki parameter bahwa setiap kenaikan 1°C tegangan keluarannya naik sebesar 10mV dengan batas maksimal keluaran sensor adalah 1,5 V pada suhu 150°C.^[9]

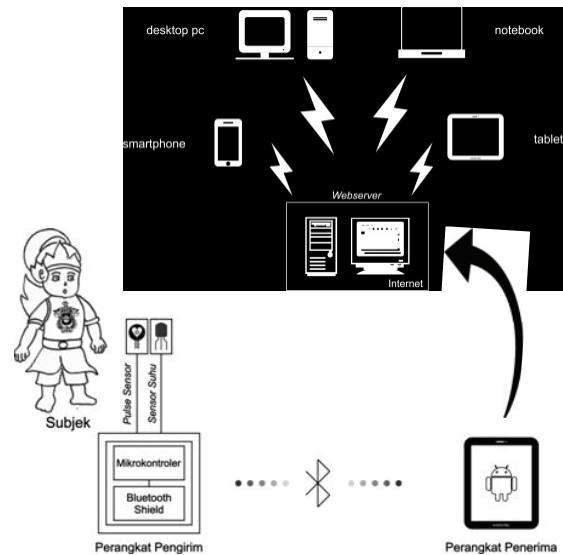
H. Sistem Operasi Android

Android adalah adalah sistem operasi untuk telepon seluler yang merupakan modifikasi dari kernel Linux. Pada awalnya sistem operasi ini dikembangkan oleh sebuah perusahaan bernama Android Inc. Dari sinilah

awal mula nama Android muncul. Android Inc. adalah sebuah perusahaan *start-up* kecil yang berlokasi di Palo Alto, California, Amerika Serikat yang didirikan oleh Andy Rubin, Rich Milner, Nick Sears dan Chris White pada tahun 2003^[10].

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Metode Perancangan Sistem



Gambar 1. Rancangan Sistem

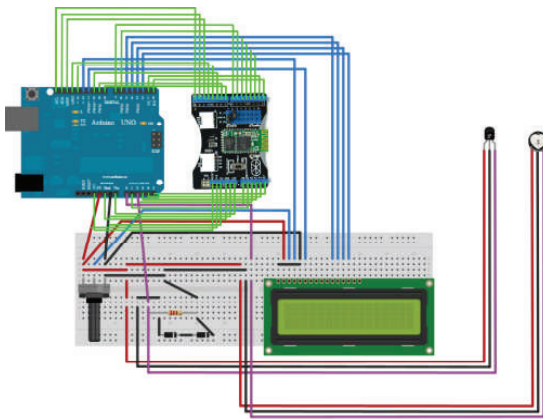
Secara garis besar sistem ini terdiri dari dua perangkat yaitu perangkat pengirim dan perangkat penerima. Perangkat pengirim terdiri dari rangkaian komponen mikrokontroler (Arduino Uno), *bluetooth shield*, dan perangkat sensor. Perangkat sensor ini akan digunakan pada subjek (pasien) untuk mendeteksi suhu dan denyut jantung. Hasil pembacaan sensor berupa nilai suhu dan jumlah denyut per menit (*beat per minute (BPM)*) kemudian akan dikirim ke perangkat penerima menggunakan jaringan *bluetooth*.

Perangkat penerima berupa *smartphone android* yang berfungsi untuk menerima dan menampilkan data suhu dan BPM dari subjek (pasien) yang dikirim oleh perangkat pengirim, untuk menampilkan nilai suhu dan BPM yang diterima digunakan aplikasi *bluetooth spp protocol pro*. Aplikasi ini juga berfungsi menyimpan data suhu dan BPM yang diterima selama selang waktu tertentu ke dalam media penyimpanan *smartphone* dalam bentuk *file* berformat *text (.txt)* yang kemudian akan diunggah ke *web server* sehingga data medik pasien hasil pembacaan sensor dapat diakses kapan dan di mana saja menggunakan jaringan internet.

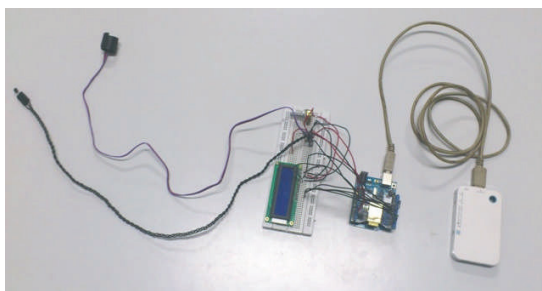
B. Perangkat Pengirim

Perangkat pengirim terdiri dari rangkaian mikrokontroler, *pulse sensor*, sensor suhu LM35,

bluetooth shield, breadboard, layar LCD, diode 1N914, resistor 18 kOhm, dan potensiometer dengan sumber daya berupa *power bank* yang dihubungkan menggunakan kabel USB. Perancangan perangkat pengirim dilakukan dengan membuat rangkaian antarkomponen yang dihubungkan dengan menggunakan kabel *jumper*.



Gambar 2. Skema Rangkaian Perangkat Pengirim



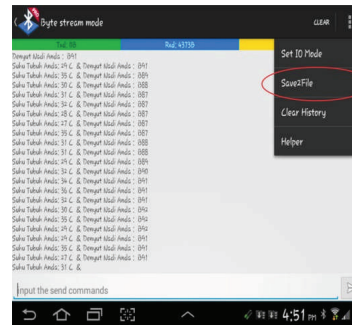
Gambar 3. Rangkaian Perangkat Pengirim

C. Perangkat Penerima

Aplikasi yang digunakan pada perangkat penerima (*smartphone android*) adalah *bluetooth protocol* yaitu *bluetooth spp protocol pro* yang disediakan secara *free* (gratis) pada *app store* Android. Aplikasi *bluetooth spp protocol pro* diinstal pada perangkat penerima (*smartphone android*) dengan versi OS Android 4.1.2. Aplikasi *bluetooth spp protocol pro* berfungsi untuk membangun koneksi dengan perangkat pengirim kemudian menerima dan menampilkan data suhu dan BPM yang dikirim oleh perangkat pengirim selama selang waktu tertentu. Ketika dijalankan, aplikasi ini secara otomatis akan mengaktifkan perangkat *bluetooth* pada *smartphone* dan melakukan *scanning* pada *bluetooth device* yang tersedia.



Gambar 4. *Smartphone Android*



Gambar 5. Tampilan *Bluetooth SPP Pro* pada *Smartphone Android*

IV. PENGUJIAN EKSPERIMENTAL DAN ANALISIS KINERJA

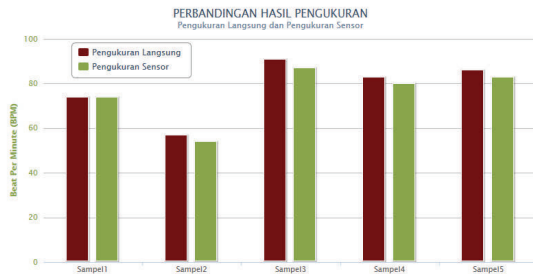
A. Analisis Kinerja Sensor Denyut Jantung dan Sensor Suhu

Data *Beat Per Minute* (BPM) 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 yaitu dengan menghitung jumlah denyut nadi subjek selama satu menit. Pada metode kedua, pengukuran BPM menggunakan perangkat sensor yang dipasang pada ujung jari subjek (pasien) selama 1 menit kemudian data hasil pengukuran dikirim ke perangkat penerima (*smartphone android*) untuk ditampilkan dan disimpan dalam *file* teks (.txt). Nilai BPM yang dihasilkan oleh perangkat sensor merupakan nilai BPM rata-rata hasil pengukuran sensor yang diterima oleh *smartphone android* selama waktu 1 menit. Untuk mendapatkan perbandingan hasil pengukuran BPM antara pengukuran langsung dan pengukuran sensor maka dilakukan uji coba pengukuran BPM dengan dua metode pengukuran pada 5 orang sampel dengan hasil sebagai berikut :

TABEL I
HASIL PENGUKURAN BPM MENGGUNAKAN
PENGUKURAN LANGSUNG DAN PENGUKURAN SENSOR .

Subjek	Nilai BPM	
	Pengukuran Langsung	Pengukuran Sensor
Sampel 1	74	74
Sampel 2	57	54
Sampel 3	91	87
Sampel 4	83	80
Sampel 5	86	83

Gambar 7. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Suhu Menggunakan Termometer Digital dan Pengukuran Sensor



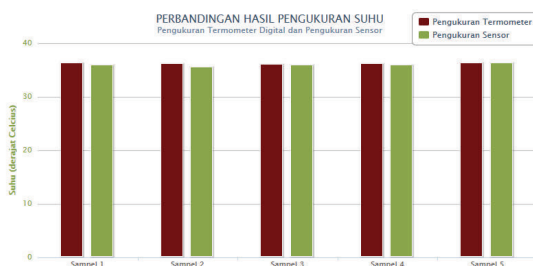
Gambar 6. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Nilai BPM Menggunakan Pengukuran Langsung dan Pengukuran Sensor.

Grafik pada gambar 6 menunjukkan selisih yang relatif kecil antara hasil pengukuran langsung dengan pengukuran sensor. Hal ini menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dari perangkat *pulse sensor* untuk menghitung nilai BPM subjek (pasien).

Data suhu diukur dengan dua metode yaitu menggunakan termometer digital dan menggunakan sensor suhu LM35. Pengukuran menggunakan termometer digital dilakukan selama ± 1 menit hingga mencapai titik kestabilan pengukuran yang ditandai dengan bunyi *beep*. Pengukuran menggunakan sensor suhu dilakukan selama 15 detik kemudian data hasil pengukuran dikirim ke perangkat penerima (*smartphone android*) untuk ditampilkan dan disimpan dalam *file* teks (.txt). Hasil pengukuran suhu 5 sampel menggunakan termometer digital dan pengukuran sensor sebagai berikut :

TABEL II
HASIL PENGUKURAN SUHU MENGGUNAKAN TERMOMETER DIGITAL DAN PENGUKURAN SENSOR SUHU.

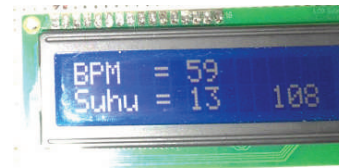
Subjek	Nilai Suhu	
	Pengukuran Termometer	Pengukuran Sensor
Sampel 1	36.4 °C	35.9 °C
Sampel 2	36.2 °C	35.6 °C
Sampel 3	36.1 °C	35.9 °C
Sampel 4	36.2 °C	36 °C
Sampel 5	36.3 °C	36.4 °C



Dari data pengukuran suhu menggunakan termometer digital dan pengukuran sensor didapatkan rata-rata selisih pengukuran termometer digital dan pengukuran sensor dari lima sampel adalah 0.32 °C, rata-rata selisih perhitungan antara pengukuran termometer digital dan pengukuran sensor yang berada di bawah 0.5 °C menunjukkan akurasi perhitungan sensor suhu LM35 yang tinggi dalam melakukan pengukuran suhu tubuh sehingga membuktikan bahwa sensor suhu LM35 dapat digunakan secara akurat dalam mengukur suhu tubuh subjek dalam rangka monitoring data medik pasien.

B. Analisis Perbandingan Data pada Perangkat Pengirim dan Perangkat Penerima

Proses perbandingan data pada perangkat pengirim dan perangkat penerima dilakukan dengan menggunakan LCD (*liquid crystal display*) sebagai *interface* perangkat pengirim. Data yang ditampilkan oleh LCD akan dibandingkan dengan data yang diterima oleh perangkat penerima pada *smartphone android* untuk membuktikan bahwa data yang ditampilkan pada *smartphone android* sama dengan data yang dikirim oleh perangkat pengirim.



Gambar 8. Tampilan Data BPM, Suhu, dan *timer* pada LCD

Data BPM dan suhu yang ditampilkan pada LCD merupakan nilai yang dikirim ke perangkat penerima, sedangkan nilai yang ditampilkan setelah nilai suhu (ditunjukkan oleh angka 108 pada gambar) merupakan penanda waktu (*timer*) dalam satuan detik yang nilainya tidak dikirim ke perangkat penerima. Hasil pengujian data yang ditampilkan pada LCD dan data yang diterima oleh perangkat penerima (*smartphone android*) selama 15 detik sebagai berikut :

TABEL III
HASIL PENGUJIAN KECOCOKAN DATA PADA PERANGKAT PENGIRIM DAN PERANGKAT PENERIMA

Data Ke-	Data yang Ditampilkan pada LCD		Data yang Diterima Smartphone Android	
	BPM	Suhu (°C)	BPM	Suhu (°C)
1	81	30	81	30
2	86	35	86	35
3	86	33	86	33
4	87	29	87	29
5	87	35	87	35
6	87	35	87	35

7	88	33	88	33
8	88	32	88	32
9	90	35	90	35
10	91	32	91	32

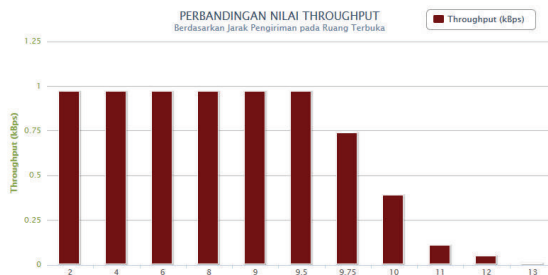
C. Analisis Kinerja Bluetooth terhadap Jarak

Pengujian kinerja *bluetooth* dilakukan untuk mengukur tingkat optimalisasi penggunaan jaringan *bluetooth* sebagai media pengirim data hasil pembacaan sensor dari perangkat pengirim ke *smartphone android* (perangkat penerima). Pengujian kinerja *bluetooth* terdiri dua pengujian yaitu pengujian *throughput* dan pengujian *data loss*. Pengujian dilakukan menggunakan software *sscom.exe* dengan melakukan pengiriman *file* berukuran 60 kB berisi 60.000 data dari perangkat pengirim (*transmitter*) ke perangkat penerima (*receiver*) pada kondisi ruang terbuka dan ruang tertutup. Pengujian *throughput* dan *data loss* menggunakan rumus perhitungan berikut :

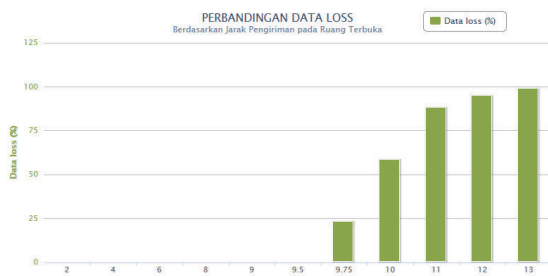
$$\text{throughput (kBps)} = \frac{\text{data yang diterima (kB)}}{\text{waktu pengiriman data (s)}}$$

$$\text{data loss (\%)} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim} - \text{jumlah data yang diterima}}{\text{jumlah data yang dikirim}} \times 100 \%$$

Hasil pengujian *throughput* dan *data loss* berdasarkan jarak pengiriman pada ruang terbuka disajikan dalam grafik berikut :

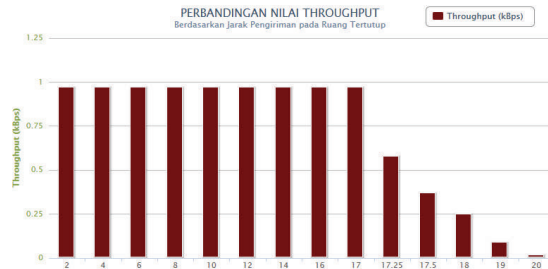


Gambar 9. Grafik perbandingan *throughput* berdasarkan jarak pengiriman dalam ruang terbuka.

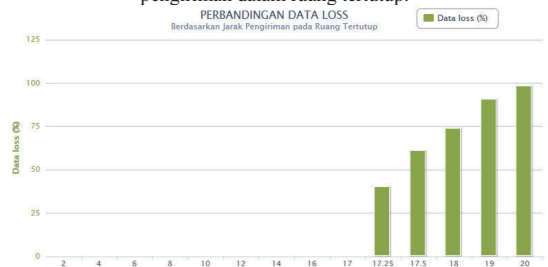


Gambar 10. Grafik perbandingan *data loss* berdasarkan jarak pengiriman dalam ruang terbuka.

Hasil pengujian *throughput* dan *data loss* berdasarkan jarak pengiriman pada ruang tertutup disajikan dalam grafik berikut :



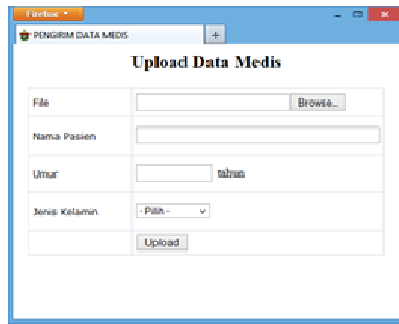
Gambar 11. Grafik perbandingan *throughput* berdasarkan jarak pengiriman dalam ruang tertutup.



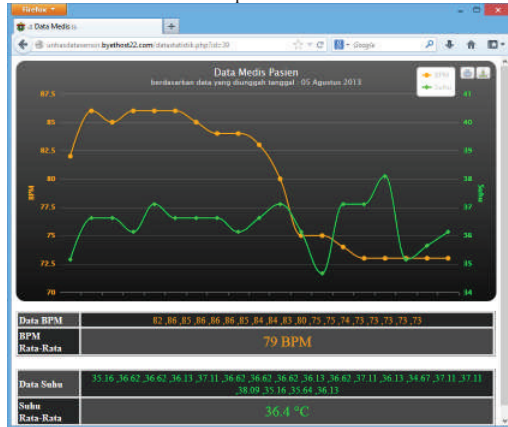
Gambar 12. Grafik perbandingan *data loss* berdasarkan jarak pengiriman dalam ruang tertutup.

Hasil pengujian *throughput* dan *data loss* dalam ruang tertutup dan ruang terbuka menghasilkan titik rekomendasi jarak maksimum pengiriman data optimal menggunakan jaringan *bluetooth* yaitu pada titik 9,5 meter pada pengiriman data di ruang terbuka dan titik 17 meter dalam ruang tertutup. Pengiriman data pada jarak 9,5 meter di ruang terbuka merupakan jarak terjauh yang menghasilkan *data loss* 0% dengan *throughput* 0,97% yang berarti semua data yang dikirim pada jarak 0 – 9,5 meter dari perangkat pengirim akan diterima secara utuh oleh perangkat penerima tanpa ada data yang hilang (*data loss*) sedangkan pengiriman data di atas jarak tersebut (>9,5 meter) menghasilkan *data loss* ≠0% yang berarti data yang diterima oleh perangkat penerima tidak utuh (terdapat data yang hilang/*data loss*) sehingga nilai *throughput* akan berkurang mengakibatkan informasi tidak sampai dengan sempurna. Sedangkan pada ruang tertutup jarak maksimal pengiriman data yang optimal di mana *data loss* 0% dengan *throughput* 0,97% adalah pada jarak pengiriman data 17 meter. Pengiriman data di atas jarak 17 meter pada ruang tertutup menghasilkan *data loss* ≠0% yang berarti data yang diterima oleh perangkat penerima tidak utuh (terdapat data yang hilang/*data loss*) sehingga nilai *throughput* akan berkurang. Oleh karena itu jarak jangkauan *bluetooth* optimal digunakan sebagai media pengirim informasi data medik pasien (suhu dan BPM) hasil pengukuran sensor dari perangkat pengirim ke *smartphone android* (perangkat penerima) adalah 0 – 9,5 meter pada pengiriman data di ruang terbuka dan 0 – 17 meter pada pengiriman data di ruang tertutup.

D. Web Interface



Gambar 13. Halaman untuk mengunggah (*upload*) data medis pasien



Gambar 14. Tampilan *user interface* menampilkan data suhu dan BPM dalam bentuk visualisasi grafik.

Gambar 13 menunjukkan aplikasi berbasis *web* untuk mengunggah *file* berisi data medis hasil pembacaan sensor dalam bentuk *file* teks (.txt) ke *web server* untuk diolah secara matematis. Gambar 14 menunjukkan tampilan *user interface* berbasis *web* yang menampilkan data suhu, suhu rata-rata, BPM, dan BPM rata-rata berdasarkan *file* data medis (dalam format .txt) yang diunggah ke dalam sistem. Data BPM dan suhu ditampilkan dalam bentuk visualisasi grafik untuk mempermudah dokter atau tenaga medis dalam menganalisis dan mendiagnosis kondisi kesehatan pasien.

V. KESIMPULAN

1. Arduino Uno dapat digunakan sebagai media pemrosesan data yang dikirim oleh sensor detak jantung dan sensor suhu serta *Seeed Bluetooth Shield* dapat digunakan sebagai media pengiriman data dari Arduino Uno ke *smartphone*.
2. Untuk menampilkan informasi yang telah diproses oleh arduino dan dikirimkan oleh *Seeed Bluetooth Shield* di *smartphone* dapat menggunakan perangkat lunak *Bluetooth SPP Protocol Pro*. Informasi yang ditampilkan oleh *Bluetooth SPP Protocol Pro* kemudian disimpan dan dikirim ke *server* untuk ditampilkan melalui *web interface*.
3. Untuk menyimpan informasi dari beberapa sensor ke dalam *database* sebagai rekam medik pasien,

4. dapat menggunakan pemrograman php yang telah diintegrasikan dengan MySQL sebagai *database*.
4. Jarak maksimum pengiriman data dari perangkat pengirim ke perangkat penerima menggunakan jaringan *bluetooth* tanpa *data loss* adalah 9,5 meter untuk pengiriman data dalam ruang terbuka dan maksimal 17 meter untuk pengiriman data dalam ruang tertutup dengan *throughput* masing-masing 0,97 kBps.

DAFTAR ACUAN

- [1] M. Niswar, A. A. Ilham, Zaenab M., Indrabayu, A. Suyuti, Rhiza S., Sadjad, T. Waris, Ady W. P., And Zulkifli T., "Aplikasi Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Monitoring Medis Di Daerah Bencana," 2012 *Prosiding InSINas 2012*, November 2012.
- [2] A. Iqra and R. Nuryadin, "Aplikasi Jaringan Sensor Nirkabel untuk Monitoring Denyut Nadi", Universitas Hasanuddin, Makassar, 2012.
- [3] Djuandi, Feri. 2011. *Pengenalan Arduino*. www.tokobuku.com diakses tanggal 24 April 2013.
- [4] *Bluetooth Shield - Wiki*, <http://seeedstudio.com> diakses tanggal 19 April 2013.
- [5] <http://www.play.google.com/store/apps> diakses tanggal 24 April 2013.
- [6] J. V. Stewart, "Vital Signs and Resuscitation", Landes Bioscience, Texas USA, 2003.
- [7] T. Anas, "Tanda-tanda Vital Suhu Tubuh", EGC Emergency Arcan Buku Kedokteran, Jakarta, 2006.
- [8] Rajasa F., Moh. Fajar, Ya'umar, dan Suyanto, "Rancang Bangun Prototipe Monitoring Suhu Tubuh Manusia Berbasis O.S Android Menggunakan Koneksi *Bluetooth*," *Jurnal Teknik POMITS vol. 2, no. 1. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2013.
- [9] Andry, "Android A sampai Z", PT Prima Infosarana Media, Jakarta, 2011.