

Sistem Pengukur Tekanan Darah secara *Online* untuk Aplikasi *Remote Monitoring* Kesehatan Jantung

SUGONDO HADIYOSO¹, AKHMAD ALFARUQ², YUYUN SITI ROHMAH³,
ROHMAT TULLOH⁴

^{1,3,4}Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

²Institut Teknologi Bandung

Email: sugondo@telkomuniversity.ac.id

Received 14 Agustus 2018 | *Revised* 6 September 2018 | *Accepted* 6 November 2018

ABSTRAK

Peneitian ini berfokus pada sistem pengukur tekanan darah secara online yang dapat diakses melalui aplikasi Android pada smart phone. Sistem yang diimplementasikan terdiri dari modul Blood Pressure (BP) meter, mikrokontroler, modul Bluetooth dan aplikasi cloud server. Mikrokontroler akan membaca nilai tekanan darah (sistolik/diastolik) dan pulsa jantung kemudian mengirim data tersebut ke smart phone melalui Bluetooth menggunakan protokol UART untuk diteruskan ke cloud server. Pengguna yang memiliki kepentingan dan otorisasi dapat mengakses data tersebut secara online melalui aplikasi iHealth yang terpasang pada smart phone. Dari hasil pengujian, sistem pengukur tekanan darah memiliki nilai toleransi kesalahan 2-5 mmHg. Jarak maksimal pengiriman data melalui Bluetooth adalah 10 meter. Aplikasi iHealth berjalan pada versi Android minimum Ice Cream Sandwich dengan kebutuhan memori RAM sebesar 23 MB.

Kata kunci: Tekanan darah, internet, Android, server

ABSTRACT

This research focuses on an online blood pressure measuring system that can be accessed through an Android application on a smart phone. The system that is implemented consists of Blood Pressure meter modules, microcontrollers, Bluetooth modules and cloud server applications. The microcontroller will read the blood pressure value (systolic/diastolic) and the heart pulse then sends the data to a smart phone via Bluetooth using UART protocol to be forwarded to the cloud server. Users who have interests and authorizations can access the data online through the iHealth application installed on a smart phone. From the test results, the blood pressure measuring system has an error tolerance value of 2-5 mmHg. The maximum distance of sending data via Bluetooth is 10 meters. The iHealth application runs on the Android version of a minimum of Ice Cream Sandwich with a 23MB RAM memory requirement.

Keywords: blood pressure, internet, android, server

1. PENDAHULUAN

Tekanan darah merupakan salah satu parameter kesehatan tubuh manusia. Tekanan darah berasal dari aktivitas pemompaan darah oleh jantung saat kontraksi maupun relaksasi **(Asmara dkk., 2009)**, yang terdapat dalam pembuluh darah. Tekanan darah dinyatakan dengan satuan mmHg yang berarti berapa milimeter air raksa (Hg) dalam tabung pengukur tekanan darah dapat ditekan naik **(Pusat Promosi Kesehatan Perhimpunan Hipertensi Indonesia, 2012)**. Tekanan darah normal orang dewasa adalah 120 mmHg (*sistolik*) dan 80 mmHg (*diastolik*) **(Muh A. Amiruddin, Vennetia R. Danes, 2015)**. Pemeriksaan tekanan darah perlu rutin dilakukan karena salah satu parameter vital yang menggambarkan kesehatan. Penyakit yang erat kaitannya dengan tekanan darah adalah hipertensi atau tekanan darah tinggi dimana nilai tekanan darah lebih dari nilai rujukan. Berdasarkan riskesdas tahun 2013, hipertensi merupakan masalah kesehatan dengan *prevalensi* yang tinggi, sebesar 25,8% **(Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2013)**. Jika tidak mendapatkan penanganan dan terapi yang tepat, penderita hipertensi sangat beresiko mengalami penyakit ginjal, jantung koroner, kebutaan dan *stroke*. Untuk mencegah resiko tersebut diperlukan pengobatan atau mengubah pola hidup serta kesadaran yang tinggi untuk melakukan pemeriksaan secara rutin supaya dapat mendeteksi dini jika ada ketidaknormalan.

Bagi sebagian orang, kesadaran melakukan pemeriksaan tekanan darah secara rutin masih sangat rendah. Kebanyakan saat ini, kesadaran diri masyarakat masih belum tumbuh, artinya masyarakat melakukan pemeriksaan atau pengobatan hanya pada saat sakit saja. Di sisi lain alat untuk mengukur tekanan darah relatif terjangkau sehingga dapat melakukan pemeriksaan mandiri. Jika pemeriksaan rutin dilakukan maka resiko penyakit yang lebih parah dapat dicegah sejak dini. Sementara itu minimnya pengetahuan tentang gejala hipertensi membuat sebagian enggan untuk berkonsultasi dengan dokter terlebih dengan alasan kesibukan pekerjaan.

Pengukuran tekanan darah dilakukan menggunakan tensimeter *analog* atau *digital*. Saat ini, tensimeter *digital* lebih dipilih karena kemudahannya serta memiliki akurasi yang baik. Meskipun pengukuran tekanan darah dapat dilakukan secara mandiri namun tetap diperlukan pengetahuan bagaimana mengukur tekanan darah yang benar, waktu pengukuran serta membaca hasil pengukuran. Untuk memudahkan pemeriksaan dan *monitoring* bagi sebagian orang di tengah kesibukannya maka dikembangkan tensimeter yang terintegrasi dengan perangkat *display* secara *mobile*. Sistem inilah yang kemudian disebut *telemonitoring* kesehatan atau *telehealth*. *Telehealth* dapat membantu kegiatan keperawatan atau penyembuhan pada pasien di rumah **(Sudaryanto & Purwanti, 2008)**. Tentunya sistem yang diusulkan ini harus mudah, *reliable*, handal dan murah sehingga dapat menjangkau banyak orang.

Penelitian tentang pengembangan sistem *telemonitoring* kesehatan telah banyak dilakukan seperti pada **(S. V. Viraktamath, Vernekar, Patil, & Angadi, 2015)** **(Alsharqi, Abdelbari, Abou-elnour, & Tarique, 2014)** **(Banu & Kavitha, 2014)**. Pada penelitian tersebut direalisasikan sistem *monitoring* EKG, SpO₂, *heart rate* atau suhu. Sistem *monitoring* tekanan darah secara *remote* menggunakan modul *wireless* telah diimplementasikan pada **(Walker, Polk, Hande, & Bhatia, 2013)**, **(Patil & Umale, 2015)**, **(Sivasankari & Parameswari, 2015)**, **(Isais, Nguyen, Perez, Rubio, & Nazeran, 2003)**, **(Jin-ling, Yue, & Jia-bao, 2013)**. Namun sistem yang diterapkan masih bersifat lokal sehingga hanya dapat diakses pada area yang terbatas. Penelitian lain oleh Ryan **(Fajar, Hadiyoso, & Rizal, 2017)**, merealisasikan tensimeter *digital* dengan

antarmuka melalui pesan singkat jaringan seluler. Di tengah perkembangan internet, jumlah pengguna yang terus meningkat dan aplikasi *mobile* seperti android memudahkan interaksi antar individu bahkan antar *hardware*.

Berdasarkan beberapa kajian yang telah disebutkan, baik urgensi penyakit hipertensi, pencegahan dan penelitian yang berkaitan dengan pemeriksaan tekanan darah, maka pada penelitian ini diusulkan pengembangan sistem tensimeter *digital* untuk aplikasi *remote monitoring*. Sistem ini berupa perangkat tensimeter *digital* yang terhubung dengan jaringan internet sehingga *monitoring* dapat dilakukan secara *online* dan *real-time* melalui *smart phone*. Nilai tekanan darah dan pulsa jantung dibaca oleh mikrokontroler kemudian data tersebut dikirimkan ke akses *point* yang terhubung langsung dengan jaringan internet untuk diteruskan menuju *cloud server*. Pengguna yang memiliki kepentingan, dalam hal ini pasien dan petugas medis dapat mengakses data tersebut secara *online* melalui aplikasi yang terpasang pada *smart phone*. Sistem yang dikembangkan ini diharapkan dapat menunjang penerapan aplikasi *telehealth* khususnya bagi penderita hipertensi agar rutin melakukan pemeriksaan dan konsultasi dengan mudah, cepat dan fleksibel pada kondisi mobilitas kesibukan yang tinggi.

2. IMPLEMENTASI SISTEM

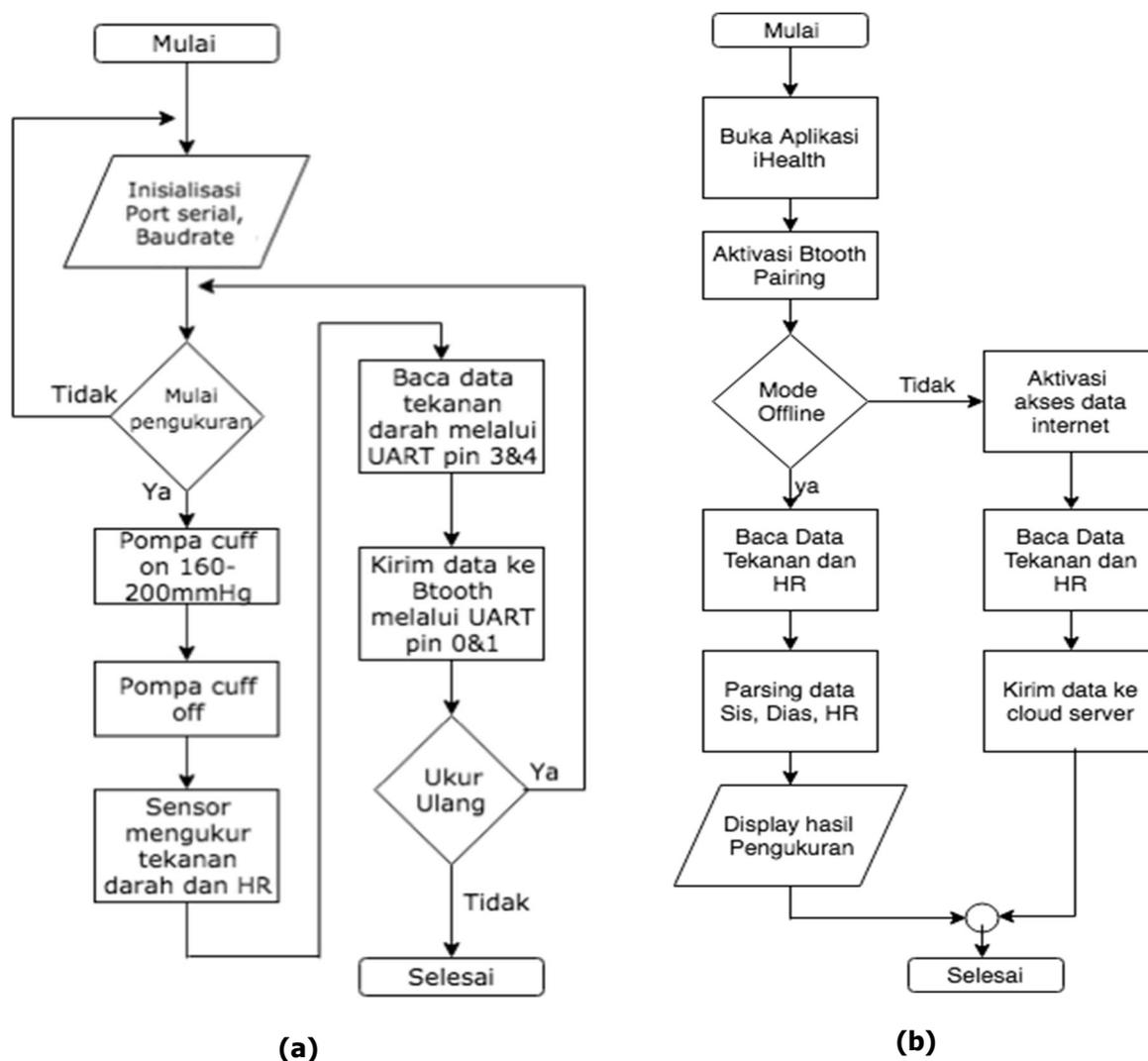
Sistem pengukur tekanan darah yang diimplementasikan pada penelitian ini terdiri dari beberapa bagian utama terdiri dari tensimeter *digital*, unit pengendali, modul komunikasi *Bluetooth* dan *cloud server*. Pada bagian perangkat lunak dibuat aplikasi *client server* sebagai *gateway* antara perangkat keras dengan *server*. Perangkat lunak lainnya yang dibuat yaitu aplikasi *mobile* berbasis Android sebagai antarmuka *user* untuk menampilkan data hasil pemeriksaan. Blok diagram implementasi alat ini terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Implementasi Sistem

Dari Gambar 1 dapat dijelaskan, tensimeter *digital* digunakan untuk mengukur tekanan darah *sistolik* dan *diastolik* berikut juga *heart rate*. Mikrokontroler akan mengambil data *sistolik*, *diastolik* dan *heart rate* melalui komunikasi serial UART dan diteruskan ke akses *point* melalui modul *Bluetooth*. Akses *point* pada sistem ini berupa *smart phone* sebagai *gateway* antara perangkat dengan jaringan internet. Oleh *smart phone* data diteruskan ke *server*. Pengguna

yang bekepentingan dapat mengakses data tersebut secara *online* melalui aplikasi *iHealth* yang terpasang. Alur kerja perangkat ukur tekanan darah dan aplikasi *iHealth* dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Sistem (a) Pengukuran Tekanan Darah (b) Pembacaan, Pengiriman dan Menampilkan Data Melalui *iHealth*

Dari Gambar 2 dijelaskan alur kerja sistem yang diusulkan, pada kondisi awal setelah perangkat pengukur tekanan darah dihidupkan maka mikrokontroler melakukan inisialisasi *port* komunikasi yang digunakan termasuk kecepatan data. Terdapat 2 pasangan jalur komunikasi data yaitu Pin 0 dan 1 yang berfungsi sebagai jalur komunikasi ke modul *Bluetooth*, kemudian pasangan jalur berikutnya adalah Pin 3 dan 4 yang merupakan jalur komunikasi mikrokontroler dengan tensimeter. Untuk dapat menggunakan 2 pasang jalur komunikasi serial, digunakan *library software serial* sehingga dapat ditambahkan *port* komunikasi. Pengukuran dilakukan dengan menekan tombol *start* pada tensimeter yang kemudian diikuti pemompaan *cuff*. Setelah itu tensimeter akan membaca tekanan darah (*sistolik/diastolik*) berikut pulsa jantung. Ketiga data ini selanjutnya dibaca oleh mikrokontroler dan dikirim ke modul *Bluetooth* melalui pin yang dimaksud. Terdapat dua *mode* untuk mengakses nilai pengukuran yang telah dilakukan yaitu *offline* dan *online*. Pada *offline mode*, nilai hasil pengukuran dapat ditampilkan melalui hubungan *peer to peer* *Bluetooth* antara *smart phone* dengan alat ukur. Sedangkan pada *online mode* hasil

pengukuran dapat ditampilkan diaplikasi melalui koneksi jaringan internet dengan mengakses *cloud server*.

2.1 Tensimeter Digital

Tensimeter digital merupakan komponen utama pada penelitian ini yang berfungsi untuk mengukur tekanan *sistolik*, *diastolik* dan pulsa jantung. Pengukuran tersebut dilakukan menggunakan tensimeter digital merek *Wrist Blood Pressure Monitor* yang dipasang pada pergelangan tangan. Tensimeter digital yang digunakan pada penelitian ini adalah tensimeter dengan dukungan komunikasi serial yang diperoleh dari *Sunrom Electronics (Sunrom, 2018)*. Data pengukuran diambil melalui jalur komunikasi serial yang diterjemahkan oleh mikrokontroler. Parameter yang terukur berupa data berformat ASCII dengan panjang 15 karakter dengan panjang setiap karakter 0-255 dalam desimal (**Sunrom, 2018**). Format data yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S	S	S	,	spasi	D	D	D	,	spasi	HR	HR	HR		enter

Gambar 3. Format Data Tensimeter

Untuk mempermudah merepresentasikan data dalam bentuk numerik maka dilakukan konversi format ASCII ke desimal menggunakan persamaan berikut: (**Sunrom, 2018**).

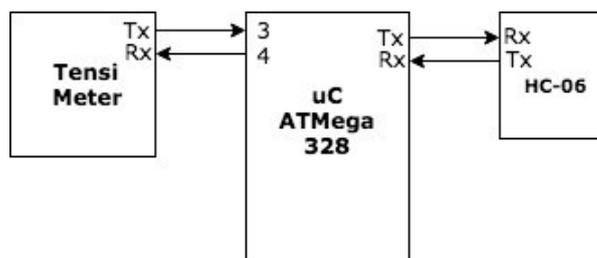
$$Nilai\ Desimal = ((data\ [1] - '0') \times 100) + ((data\ [2] - '0') \times 10) + (data[3] - '0') \tag{1}$$

Data yang telah diterjemahkan selanjutnya dikirim ke modul *Bluetooth* menggunakan format UART (8 bit data, tanpa *parity*, dan 1 *stop bit*).

2.2 Komunikasi Bluetooth

Modul *Bluetooth* pada penelitian ini digunakan sebagai media komunikasi antara tensimeter digital dengan *smart phone* yang nantinya bertindak sebagai akses *point*. Modul *Bluetooth* ini terpisah dengan pengukur tekanan darah yang berfungsi sebagai media untuk mengirimkan data dari tensimeter ke akses *point*. HC-06 bekerja pada mode *slave* dan terhubung dengan *Bluetooth master* pada *smart phone*. Berikut ini adalah rancangan skematik mikrokontroler dengan HC-06 serta potongan program utama konfigurasi *Bluetooth*.

Untuk menjalankan fungsi modul *Bluetooth* diperlukan desain rangkaian seperti pada Gambar 4. Penjelasan Gambar 4 adalah sebagai berikut: modul HC-06 memiliki 4 pin (Rx, Tx, Vcc dan Gnd). Pin Rx dihubungkan dengan pin Tx mikrokontroler dan sebaliknya untuk pin Tx. Sebuah sumber tegangan tetap sebesar 3,3 Volt digunakan sebagai catu daya utama modul HC-06.



Gambar 4. Diagram Pengkabelan Tensimeter, Mikrokontroler dan Modul Bluetooth

```

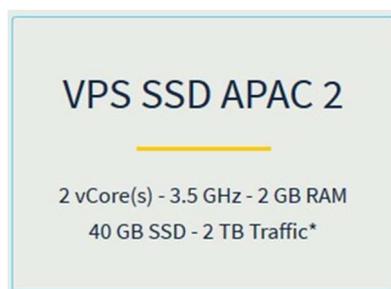
SoftwareSerial mySerial(3, 4); //inisialisasi pin serial Tensi meter
void setup()
{
  hr="";
  Serial.begin(115200); //inisialisasi baudrate serial Btooth
  mySerial.begin(9600); //inisialisasi baudrate serial Tensimeter
  delay(3000);
}
void loop()
{
  if (mySerial.available()) {
    hr=hr+mySerial.readString();//baca hasil tensimeter
    if(hr.indexOf("\n") > 0) {
      Serial.print("B");
      hr.trim(); //parsing data
      hr.replace(" ", ""); //parsing data
      Serial.println(hr); //kirim data ke Module HC-06
      hr="";
    }
  }
}

```

2.3 Aplikasi *Client-Server*

Untuk menjalankan fungsi pengiriman data berbasis jaringan internet maka dibuat aplikasi berbasis *client-server*. Aplikasi *client* pada sisi pengguna yang terpasang pada *smart phone* dan aplikasi *server* pada sisi *cloud*. Aplikasi *client* pada penelitian ini memiliki dua fungsi utama yaitu antarmuka pengguna melalui komunikasi *Bluetooth* dan pengiriman data ke *cloud server* melalui jaringan internet. Secara *default* sistem akan mengirim data ke *cloud server* pada saat tensimeter selesai melakukan pengukuran. Namun pengguna juga dapat membaca hasil pengukuran pada layar aplikasi secara langsung melalui komunikasi *Bluetooth*.

Pada sisi *cloud server*, dijalankan fungsi aplikasi *server* untuk otentikasi pengguna, mengolah data, meneruskan data ke pengguna dan menyimpannya pada basis data. Aplikasi ini berjalan pada *server* (Ubuntu 18.04 Server) dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Gambar 5.

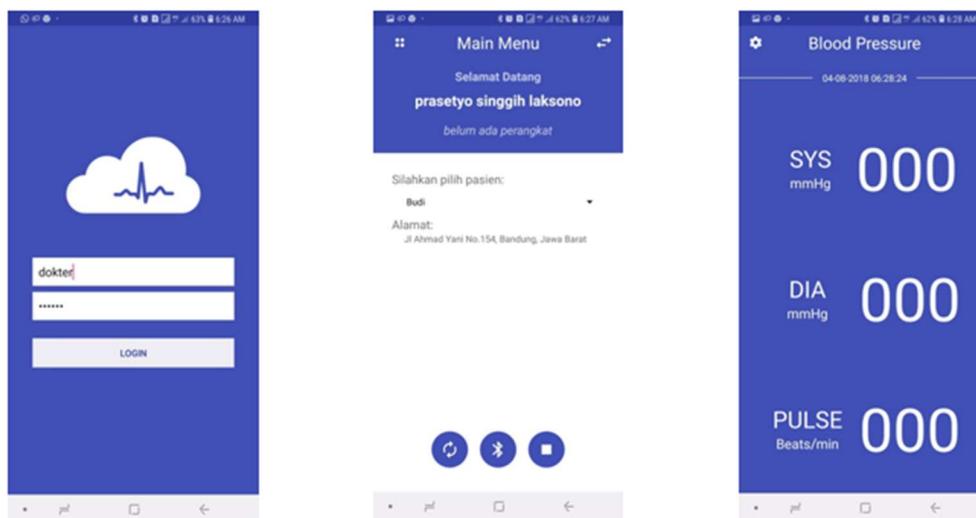


Gambar 5. Spesifikasi *Server*

2.4 Aplikasi *iHealth*

Graphical user interface (GUI) atau antarmuka pengguna yang diimplementasikan pada penelitian ini berbasis aplikasi Android yang kemudian disebut dengan *iHealth*. Aplikasi *iHealth* dijalankan pada *smart phone* yang bertindak sebagai *wireless akses point*. Melalui antarmuka ini, pengguna dapat melakukan pengukuran tekanan darah untuk dirinya sendiri

atau ahli medis secara *online*. Pada *iHealth* terdapat 2 mode untuk menampilkan hasil pengukuran tekanan darah yaitu menampilkan data melalui komunikasi *Bluetooth* secara langsung dan mengakses data melalui jaringan internet. Hasil pengukuran yang ditampilkan pada *iHealth* berupa nilai tekanan *sistolik*, *diastolik* dan pulsa *rate* jantung. Aplikasi *iHealth* didesain dapat berjalan secara optimal pada Android versi *Ice Cream Sandwich* (ICS). Desain aplikasi *iHealth* dapat dilihat pada Gambar 6. Pada tampilan aplikasi terdapat halaman *login* pengguna dengan hak akses sebagai pasien atau dokter. Setelah berhasil melakukan *login* maka aplikasi akan menampilkan identitas pengguna dan dapat memulai pembacaan hasil pengukuran jika telah terhubung dengan jaringan internet.



Gambar 6. Desain Halaman *iHealth* (a) Login (b)Menu Utama Dokter (c) Hasil Pengukuran

3. HASIL DAN DISKUSI

Pada bagian ini akan dijelaskan secara detail hasil implementasi sistem meliputi pengujian dan analisis berkaitan dengan performa perangkat dan aplikasi *iHealth*. Pengujian dilakukan pada dua skenario yaitu pembacaan hasil pemeriksaan secara *peer to peer* dan pembacaan hasil pemeriksaan *online* melalui jaringan internet. Pengujian sistem meliputi: akurasi tensimeter, jarak transmisi *Bluetooth*, tampilan aplikasi, sistem operasi minimum, penggunaan memori dan total waktu pemeriksaan.

3.1 Pengujian Tensimeter Digital

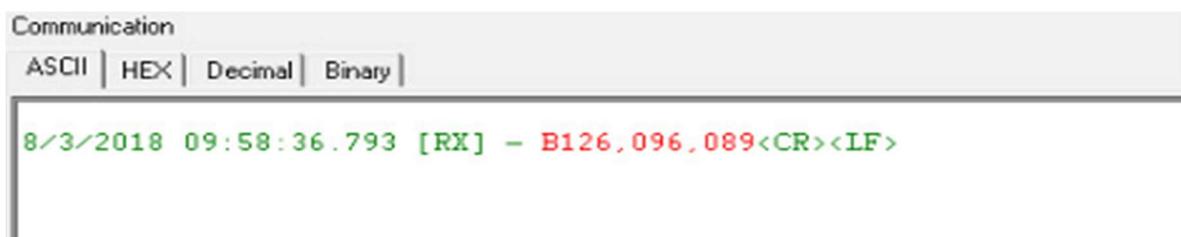
Tensimeter digital yang digunakan pada penelitian ini mengukur nilai tekanan darah dan pulsa jantung. Untuk mengetahui akurasi dari tensimeter digital disarankan menggunakan kalibrator tekanan darah. Namun karena ketiadaan perangkat tersebut maka dilakukan pengujian dengan membandingkan nilai pengukuran dengan perangkat sejenis yaitu tensimeter Omron seri HEM-7120 yang mempunyai garansi akurasi ± 3 mmHg. Nilai pengukuran pada pengujian ini ditampilkan melalui serial terminal dalam bentuk numerik hasil konversi dari format ASCII ke desimal. Pengujian dilakukan terhadap 10 orang dewasa dengan posisi pemasangan pada pergelangan tangan sebelah kiri. Pengukuran dengan dua perangkat ini dilakukan secara bergantian pada posisi lengan yang sama untuk menghasilkan nilai tekanan darah yang berasal dari lokasi pengukuran yang sama. Karena pengujian ini dilakukan secara bergantian maka terdapat jeda waktu antara pengukuran pada rentang waktu <30 detik, dimana pengukuran pertama dilakukan dengan menggunakan Omron. Pada pengujian ini kesalahan pengukuran tidak dinyatakan dalam persentase kesalahan

pembacaan namun dalam bentuk selisih. Setelah dilakukan pengujian diperoleh hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Pengukuran Nilai Tekanan Darah

ID Pasien	Tekanan Tensimeter Serial (mmHg)		Tekanan Omron HEM (mmHg)		Selisih (mmHg)	
	Sis	Dias	Sis	Dias	Sis	Dias
01	131	100	133	102	2	2
02	125	95	128	90	3	5
03	132	102	130	100	2	2
04	97	63	100	67	3	4
05	101	67	103	65	2	2
06	118	78	115	75	3	3
07	130	94	130	90	0	0
08	129	102	127	100	2	2
09	114	73	114	75	0	2
10	119	78	121	81	2	3

Dari hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 1, terdapat selisih pengukuran pada rentang nilai 2-5 mmHg. Perbedaan nilai ini dapat disebabkan karena pengukuran tidak dilakukan secara bersamaan serta pergeseran pemasangan manset. Perbedaan hasil pengukuran juga dapat dikarenakan penumpukan darah yang berlebihan pada pembuluh (**Burstyn, O'Donovan, & Charlton, 1981**) akibat pengukuran yang dilakukan sebelumnya. Berdasarkan BS standar (**BS ISO 81060-2, 2009**) tentang evaluasi keakuratan pengukuran tekanan darah, menyatakan untuk tekanan darah *sistolik* dan *diastolik*, nilai rata-rata dari perbedaan harus dalam atau sama dengan ± 5 mmHg. Dari persyaratan tersebut maka perangkat ini dapat dinyatakan memiliki akurasi yang cukup baik. Dari hasil pengujian ini juga dapat disimpulkan bahwa komunikasi serial antara tensimeter dengan modul *Bluetooth* bekerja dengan baik, dibuktikan dengan data hasil pengukuran yang diterima dan ditampilkan pada serial terminal seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Data Pengukuran Tekanan Darah dan Pulsa Jantung pada Serial Monitor

3.2 Jarak Transmisi *Bluetooth*

Penelitian ini menggunakan media Bluetooth HC-06 untuk mengirimkan data pengukuran ke *smart phone* sebagai *gateway* ke jaringan internet. Untuk mengetahui unjuk kerja modul ini, salah satu parameter pengujian adalah jarak transmisi. Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan jarak efektif pengiriman sehingga dapat digunakan sebagai referensi jarak

maksimum transmisi. Pengujian dilakukan pada sebuah ruangan dengan kondisi saling tampak pandang dengan rentang 1-15 meter. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak Transmisi Bluetooth

Jarak (m)	Status Koneksi	Status Data
1	Terhubung	√
2	Terhubung	√
3	Terhubung	√
4	Terhubung	√
5	Terhubung	√
6	Terhubung	√
7	Terhubung	√
8	Terhubung	√
9	Terhubung	√
10	Terhubung	√
11	Terhubung	X
12	Terhubung	X
13	Tidak Terhubung	X
14	Tidak Terhubung	X
15	Tidak Terhubung	X

Dari Tabel 2 diperoleh jarak maksimal dimana data masih dapat diterima dengan baik oleh *smart phone* adalah 10 meter. Pada jarak 11-12 meter, *Bluetooth* masih terhubung antara pengirim dan penerima namun tidak ada data yang diterima hal ini dapat dikarenakan nilai laju kesalahan besar. Jarak transmisi maksimal yang dicapai telah sesuai dengan rekomendasi pada *datasheet* modul HC-06.

3.3 Representasi Nilai Numerik

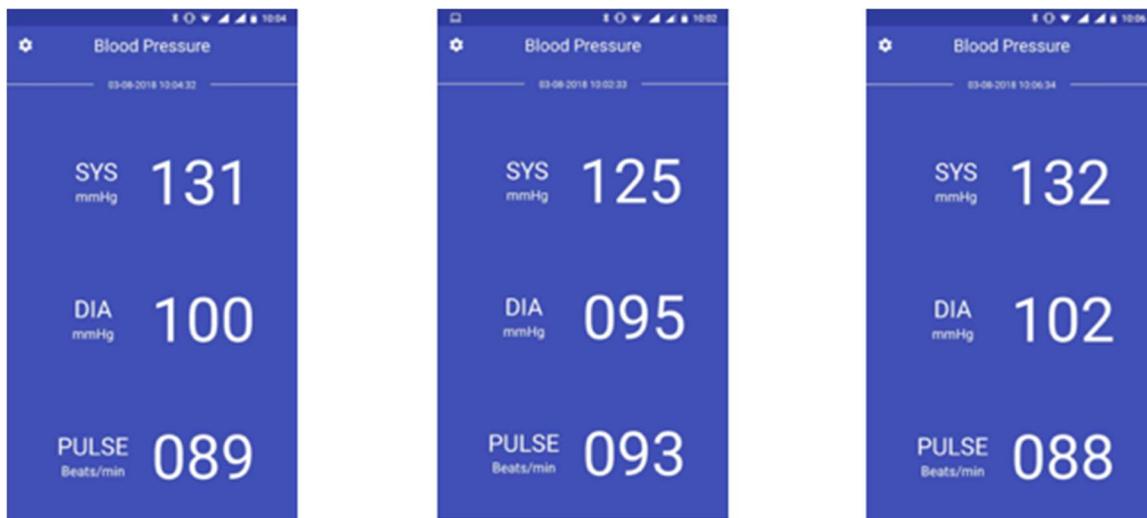
Pada bagian 2 dijelaskan mengenai format data pada tensimeter dimana setiap pengukuran yang dilakukan akan memberikan nilai luaran dengan panjang 15 karakter. Karakter tersebut berupa nilai *sistolik*, *diastolik* dan pulsa jantung yang dikirim secara terurut (Gambar 2). Data pengukuran tersebut dikirimkan ke *cloud server* dan akan disimpan pada basis data yang kemudian dapat diakses oleh pihak yang berkepentingan. Nilai pengukuran yang dikirim dan tersimpan pada basis data dapat dilihat pada Gambar 8. Untuk memudahkan pengguna dalam membaca data, maka dilakukan *parsing* data untuk memisahkan parameter pengukuran yang satu dengan yang lainnya sehingga dapat ditampilkan pada aplikasi dengan baik. Pada layar juga ditampilkan waktu pemeriksaan untuk keperluan perekaman medis. Aplikasi juga menampilkan indikator jika nilai tekanan darah tidak sesuai dengan rujukan medis. Tampilan hasil pengukuran tensimeter dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar 8 menunjukkan data nilai pengukuran tekanan darah.

id_bp	id_user	systolic	diastolic	pulse	datetime	is_deleted
1	11	129	100	87	2018-07-04 10:00:05	0
2	15	125	98	86	2018-07-04 10:03:35	0
3	15	130	97	90	2018-07-04 10:05:39	0
4	11	129	101	91	2018-07-04 10:07:27	0
5	15	130	96	88	2018-07-04 10:20:39	0
6	11	134	95	86	2018-07-27 05:27:35	0
7	11	133	97	87	2018-07-27 05:34:02	0
8	11	133	101	85	2018-07-27 05:40:39	0
9	11	140	99	90	2018-07-27 05:41:00	0
10	15	125	98	92	2018-07-27 05:50:93	0
11	11	128	100	87	2018-07-27 12:21:32	0
12	15	122	96	86	2018-07-27 12:25:09	0
13	15	125	95	93	2018-08-03 10:02:33	0
14	15	130	97	92	2018-08-03 10:03:26	0
15	15	131	100	89	2018-08-03 10:04:32	0
16	15	132	102	88	2018-08-03 10:06:34	0

Gambar 8. Basis Data Nilai Pengukuran Tekanan Darah pada *Server*

Gambar 9 menunjukkan tampilan pengukuran tekanan darah.



Gambar 9. Tampilan Pengukuran Tekanan Darah pada 3 kali Pengukuran

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan oleh Gambar 8 dan 9 dapat disimpulkan, program mampu melakukan *parsing* data dengan baik sehingga nilai numerik hasil pemeriksaan ditampilkan sesuai rancangan yaitu *sistolik*, *diastolik* dan pulsa jantung. Gambar 9 merupakan tampilan pada layar aplikasi *iHealth* pada pengukuran yang berbeda sebanyak 3 kali pengukuran dimana nilai yang ditampilkan sesuai dengan nilai yang ada pada basis data *server*.

3.4 Sistem Operasi Minimum

Aplikasi *iHealth* didesain bekerja secara optimal pada versi Android minimum *ice cream sandwich* (Ver. 4.0 dengan API 14). Pengujian dilakukan dengan menggunakan 8 buah

Android *phone* yang memiliki versi berbeda. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

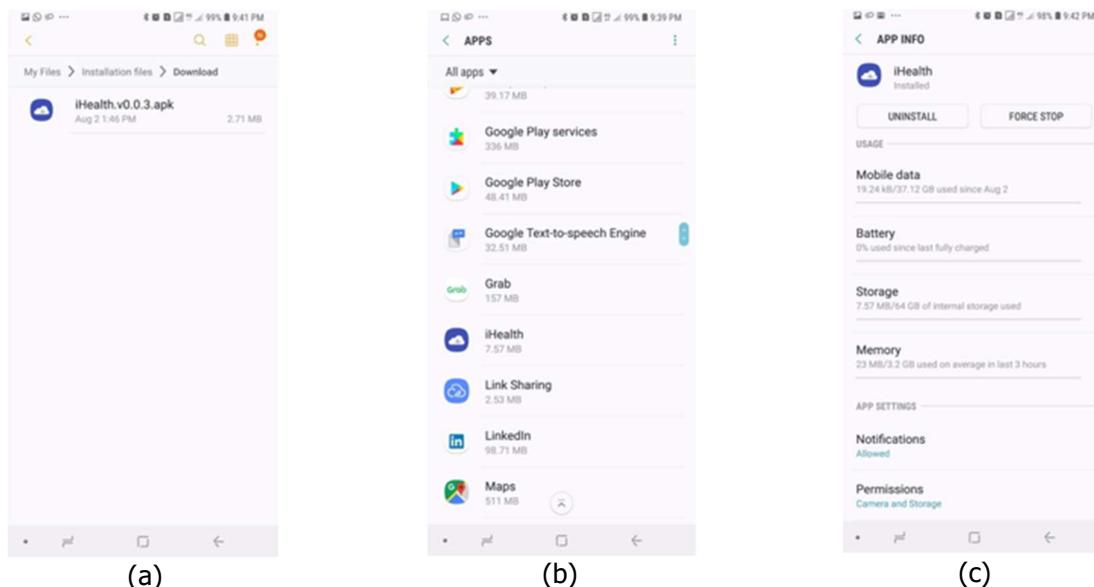
Tabel 3. Instalasi Aplikasi *iHealth* pada Versi yang Berbeda

Versi Android	Status Instalasi Aplikasi
<i>Honeycomb</i>	tidak terpasang
<i>Ice Cream Sandwich</i>	terpasang
<i>Jellybean</i>	terpasang
<i>Kitkat</i>	terpasang
<i>Lollipop</i>	terpasang
<i>Marshmallow</i>	terpasang
<i>Nougat</i>	terpasang
<i>Oreo</i>	terpasang

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 3, Android *phone* dengan versi di bawah *ice cream sandwich* tidak dapat melakukan instalasi *iHealth*. Dapat disimpulkan, hasil ini sesuai dengan desain awal yaitu aplikasi akan terpasang pada versi minimum ICS.

3.5 Sumber Daya Memori

Aplikasi *iHealth* berupa *file* instalasi tunggal berupa *executable file* berformat *.apk*. *File* ini memiliki ukuran 2,71 MB setelah terpasang menjadi 7,57 MB. Aplikasi *iHealth* memerlukan ruang memori RAM sebesar 23 MB pada saat dijalankan. Sumber daya memori yang dibutuhkan oleh *iHealth* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. (a) Ukuran File *.apk* *iHealth*, (b) Ukuran File ter-*install*, (c) Penggunaan Memori RAM saat Aplikasi Dijalankan

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil dibuat sebuah sistem pengukuran tekanan darah yang dapat digunakan untuk pemantauan secara *remote* melalui jaringan internet. Nilai tekanan darah hasil pengukuran yang dilakukan secara mandiri dapat dikirimkan dan diakses oleh pihak yang berkepentingan melalui *smart phone* secara *real-time* pada jaringan internet. Sistem yang dibuat merupakan integrasi dari tensimeter *digital*, aplikasi *client-server*, dan antar muka pengguna. Tensimeter digital yang telah ditambahkan modul *Bluetooth* akan mengirim hasil pengukuran ke *smart phone*. Aplikasi *client* pada *smart phone* menjalankan fungsi pengiriman data ke server dan juga bertindak sebagai antar muka pengguna untuk menampilkan hasil pemeriksaan. Dari hasil pengujian, tensimeter digital memiliki nilai toleransi kesalahan 2-5 mmHg. Perbedaan hasil pengukuran tekanan darah dengan alat sejenis dapat dikarenakan penumpukan darah yang berlebihan akibat rentang waktu yang cukup singkat antara pengukuran pertama dengan pengukuran kedua. Jarak maksimal pengiriman data melalui *Bluetooth* adalah 10 meter dimana data masih dapat diterima dengan baik. Aplikasi *iHealth* dapat dipasang pada Android *phone* dengan versi minimum *ice cream sandwich*. *iHealth* membutuhkan ruang memori RAM sebesar 23 MB pada saat digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemristekdikti) atas pendanaan penelitian melalui skema Penelitian Strategis Nasional Institusi pada program hibah Penelitian Kompetitif Nasional. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Telkom atas penggunaan perangkat laboratorium selama implementasi dan pengujian sistem.

DAFTAR RUJUKAN

- Asmara, D.J., L. Sarah, & M. Muluk, (2009). *Fisiologi Tubuh Manusia untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: Salemba.
- Pusat Promosi Kesehatan Perhimpunan Hipertensi Indonesia. (2012). *Kenalilah Tekanan Darah Anda*.
- Muh A. Amiruddin, Vennetia R. Danes, F. L. (2015). Analisa Hasil Pengukuran Tekanan Darah Antara Posisi Duduk Dan Posisi Berdiri Pada Mahasiswa Semester VII (Tujuh) TA. 2014/2015 Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal E-Biomedik*, 3(April), 125–129.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2013). *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013. Laporan Nasional 2013*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4256.8642> Desember 2013.
- Sudaryanto, A., & Purwanti, O. S. (2008). Telehealth dalam pelayanan keperawatan. In *Seminar Nasional Informatika 2008* (pp. 7–10). <https://doi.org/10.13140/2.1.4256.8642>
- S. V. Viraktamath, Vernekar, N., Patil, N., & Angadi, P. (2015). Heart Beat and Temperature Monitoring Using Zigbee Protocol. *International Journal of Advances in Electronics*

- and Computer Science*, 2(12), 111–114.
- Alsharqi, K., Abdelbari, A., Abou-elnour, A., & Tarique, M. (2014). Zigbee Based Wearable Remote Healthcare Monitoring System For Elderly Patients. *International Journal of Wireless & Mobile Networks*, 6(3), 53–67. <https://doi.org/10.5121/ijwmn.2014.6304>
- Banu, A. B., & Kavitha, K. C. (2014). Wireless Health Care Monitoring. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(3), 2417–2422.
- Walker, W., Polk, T., Hande, A., & Bhatia, D. (2013). Remote Blood Pressure Monitoring Using a Wireless Sensor Network. In *Proceedings of the IEEE Sixth Annual Emerging Information Technology Conference*. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-0970-6_18
- Patil, H. B., & Umale, P. V. M. (2015). Arduino Based Wireless Biomedical Parameter Monitoring System Using Zigbee. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 28(7), 316–320.
- Sivasankari, N., & Parameswari, M. (2015). Wi-Fi Based Health Monitoring and Control System. *International Journal of Multidisciplinary Research and Modern Education (IJMRME)*, 1(2), 21–27.
- Isais, R., Nguyen, K., Perez, G., Rubio, R., & Nazeran, H. (2003). A low-cost microcontroller-based wireless ECG-blood pressure telemonitor for home care. In *Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE Cat. No.03CH37439)* (pp. 3157–3160). <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2003.1280812>
- Jin-ling, Z., Yue, L., & Jia-bao, W. (2013). Design of electronic blood pressure monitoring system based on mobile telemedicine system. In *Complex Medical Engineering (CME), 2013 ICME International Conference on* (pp. 145–149). <https://doi.org/10.1109/ICCME.2013.6548228>
- Fajar, M. R. Z., Hadiyoso, S., & Rizal, A. (2017). An interfacing digital blood pressure meter with arduino-GSM module for real-time monitoring. *ICCREC 2017 - 2017 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy, and Communications, Proceedings, 2017–Janua*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICCEREC.2017.8226669>
- Sunrom. (2018). *Blood Pressure Sensor - Serial output*. [Online] Tersedia di <https://www.sunrom.com/p/blood-pressure-sensor-serial-output>. diakses 2 Juli 2018.
- Burstyn, P., O'Donovan, B., & Charlton, I. (1981). Blood pressure variability: the effects of repeated measurement. *Postgraduate Medical Journal*, 57(670), 488–491. <https://doi.org/10.1136/pgmj.57.670.488>.
- BS ISO 81060-2. (2009). *Non-invasive sphygmomanometers: Clinical validation of automated measurement type*. <http://shop.bsigroup.com/Navigateby/Standards>.