TUGAS AKHIR – EC184801

MONITORING DETAK JANTUNG BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK

Risky Febiansyah S
NRP 07211640000052

Dosen Pembimbing
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
Arief Kurniawan, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – EC184801

MONITORING DETAK JANTUNG BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK

Risky Febiansyah S
NRP 07211640000052

Dosen Pembimbing
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
Arief Kurniawan, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

[Halaman ini sengaja dikosongkan].

FINAL PROJECT – EC184801

Heart Rate Monitoring Based on Wireless Sensor Network

Risky Febiansyah S
NRP 07211640000052

Advisor
Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.
Arief Kurniawan, ST., MT.

Departement of Computer Engineering
Faculty of Intelligent Electrical and Information Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2020

[Halaman ini sengaja dikosongkan].

LEMBAR PENGESAHAN

Monitoring Detak Jantung Berbasis Wireless Sensor Network
Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh: Risky Febiansyah S (NRP: 07211640000052)

Tanggal Ujian : 9 Juli 2020 Periode Wisuda : September 2020

Disetujui oleh:

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT. (Pembimbing I)
NIP: 196907301995121001

Arief Kurniawan, ST., M.T. (Pembimbing II)
NIP: 197409072002121001

Ahmad Zaini, S.T., M.Sc.. (Penguji I)
NIP: 197504192002121003

Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T.,M.Sc. (Penguji II)
NIP. 198012192005012001

Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT. (Penguji III)
NIP. 196806011995121009

Mengetahui
Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
NIP. 197003131995121001

ABSTRAK

Nama Mahasiswa	:	Risky Febiansyah S
Judul Tugas Akhir	:	Monitoring Detak Jantung Berbasis *Wireless Sensor Network*
Pembimbing	:	1.Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT. 2. . Arief Kurniawan, ST., MT.

Telekardiologi adalah praktik kardiologi yang memanfaatkan telekomunikasi, dengan demikian merupakan cara yang alternatif dan hemat biaya dalam menyediakan perawatan jantung. Pasien yang menderita penyakit kardiolovaskular dianjurkan untuk memeriksakan diri dan berkonsultasi ke kardiolog secara berkala demi menghindarkan dari penyakit berkelanjutan. Sayangnya kardiolog tidak terdapat pada semua rumah sakit atau puskesmas. Terdapat kesenjangan antara jumlah kebutuhan dan pelayanan kardiologi yang berkualitas. Akibatnya seringkali pasien kardiovaskular tidak mendapat penanganan secara maksimal. Telekardiologi merupakan suatu metode yang mempunyai beberapa keunggulan yang dapat menjembatani kesenjangan antara kebutuhan dan jumlah spesialis kardiologi tersebut. Telekardiologi adalah sistem yang dapat mentrasmisikan sinyal elektronik kardiologi pasien dari satu tempat ke tempat lainnya dengan tujuan intepretasi atau konsultasi. Sistem tersebut akan menggunakan *wireless sensor network*. Telekardiologi akan diterapkan pada rumah sakit kecil/puskesmas yang berhubungan dengan rumah sakit besar.

Kata Kunci : Telekardiologi, Tranmisi, *Wireless Sensor Network*,

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul ***Monitoring* Detak Jantung Berbasis *Wireless Sensor Network***.

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer ITS, bidang studi Telematika, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu, Ayah, dan keluarga yang telah memberikan dorongan spiritual dan material dalam mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. selaku Kepala Departemen Teknik Komputer ITS
3. Bapak . Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT. dan Bapak Arief Kurniawan, ST., MT.. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan selama mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
4. Bapak – ibu dosen pengajar Departemen Teknik Komputer ITS, atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Sahabat – sahabat kuliah saya yang selalu ada dalam setiap momen saat saya merasa jenuh untuk mengerjakan tugas akhir ini.
6. Sahabat – sahabat SMA saya yang selalu membuat humor – humor bermakna sehingga saya lebih bersemangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Seluruh teman – teman dari Angkatan E-56 yang selalu menyemangati untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Surabaya,28 Juni 2020

Risky Febiansyah S

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

Abstrak **vii**

KATA PENGANTAR **ix**

DAFTAR ISI **xi**

DAFTAR GAMBAR **xiii**

DAFTAR TABEL **xv**

NOMENKLATUR **1**

1 PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar belakang 1
1.2 Permasalahan 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Batasan masalah 3
1.5 Sistematika Penulisan 3

2 TINJAUAN PUSTAKA **5**

2.1 Dasar Teori 5
2.1.1 *Vital Sign* 5
2.1.2 *Smartband* 6
2.1.3 Arsitektur Monitoring Detak Jantung 7
2.1.4 Xbee 8
2.2 Penelitian Terkait 9
2.2.1 *Patient Health Management System using e-Health Monitoring Architecture* 9
2.2.2 *HTML5 Powered Web Application For Telecardiology* 9
2.2.3 *Internet of Things: Remote Patient Monitoring Using Web Services and Cloud Computing* 10
2.2.4 *WE-CARE: An Intelligent Mobile Telecardiology System to Enable mHealth Applications* 11

3 DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM **13**
3.1 Desain Sistem 13
3.2 Akusisi dan Transmisi Data pada Sensor *Node* . . . 14
3.3 Implementasi Komunikasi Serial *UART* 16
3.4 Program *Receiver* dan Penyimpanan Lokal 17
3.5 Desain *Database* Pada *Server* 20
3.5.1 Desain Aplikasi 21

4 HASIL DAN PENGUJIAN **27**
4.1 Pengujian *Receiver* 27
4.2 Pengujian Transmisi Data 29
4.3 Pengujian Visualisasi Data 32

5 PENUTUP **37**
5.1 Kesimpulan 37
5.2 Saran 37

DAFTAR PUSTAKA **39**

Biografi Penulis **41**

DAFTAR GAMBAR

2.1 Smartband 6
2.2 *Pinout* Xbee 9
2.3 Arsitektur e-Health 10

3.1 Blok Diagram Sistem 13
3.2 Rancangan alat dan Integrasi Sensor 15
3.3 *smartband* dan *SBC* 16
3.4 Diagram alir *receive* data dari *device* ke *sbc* 17
3.5 Diagram alir *receive* dan penyimpanan lokal 18
3.6 *Packing* alat 19
3.7 *Desain Entity Relation Database* 20
3.8 *interface* Login Aplikasi 23
3.9 *interface* Menu Aplikasi 24
3.10 *interface* Historis BPM Pasien 25

4.1 Pemasangan Sensor pada Pasien 27
4.2 Data Detak Jantung yang Terekam 29
4.3 *SD Card* pada *end device* Xbee 30
4.4 Proses *Login* Aplikasi 34
4.5 Tampilan Menu Utama Aplikasi 35
4.6 Tampilan Data Historis Pasien 36

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

2.1 Tabel jumlah detak jantung per menit terhadap usia pasien 6

4.1 Tabel pengujian akusisi data dari *smartband* 28
4.2 Table pengujian pengriman *end device* xbee ke *coordinator* xbee 31
4.3 Hasil Penerimaan Data di *Database* MySQL 32

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1
PENDAHULUAN

Penelitian ini di latar belakangi oleh berbagai kondisi yang menjadi acuan. Selain itu juga terdapat beberapa permasalahan yang akan dijawab sebagai tujuan dari penelitian.

1.1 Latar belakang

Pada tahun 2016, jumlah dokter spesialis jantung dan pembuluh darah (kardiolog) di Indonesia hanya sekitar 850 orang [1]. Sedangkan jumlah kebutuhan pelayanan kardiologi di Indonesia terus bertambah setiap tahunnya. Akibatnya banyak pasien penyakit jantung yang tidak mendapat penanganan secara maksimal. Hal ini tentu tidak ideal mengingat penyakit jantung dan stroke menjadi penyebab utama kedua kematian dan kecatatan di dunia. Penyakit kardiovaskular menjadi penyebab kematian tertinggi di Indonesia sebesar 37% [2]. Sementara angka kematian penyakit jantung koroner di Indonesia berkisar antara 100.000 – 500.000 setiap tahunnya [1].

Aritmia adalah sebutan detak jantung atau irama jantung dimana jantung dapat berdetak lebih cepat(Takikardia) dari detak jantung normal ataupun lebih lambat (Bradikardia) dari kondisi normal[3]. Kondisi normal detak jantung manusia berada pada kisaran 60 - 100 kali per menit (BPM). Tetapi pada kondisi takikardia akan memiliki detak jantung paling sedikitnya 100 kali per menit. Sedangkan pada kondisi bradikardia akan memiliki detak jantung dibawah 60 kali per menit. Hal tersebut memebuat jantung tidak memompa secara efektif sehingga aliran darah akan berkurang, oleh karena itu penting bagi pasien untuk menerima perhatian medis yang mendesak ketika jenis aritmia ini terjadi.

Di sisi lain, masih terdapat kesenjangan dalam hal layanan kesehatan antara perkotaan dan pedesaan [4]. Di pedasaan sendiri mayoritas hanya terdapat puskesmas, sehingga jika pasien ingin melakukan konsultasi atau kontrol mengenai penyakit aritmianya,

mereka harus pergi kerumah sakit. Di karenakan kardiolog biasanya hanya terdapat pada rumah sakit. Jarak yang mereka tempuh untuk menuju rumah sakit tidaklah dekat, akibatnya pasien seringkali mendapatkan penanganan yang terlambat.

Paramedis menetapkan jadwal dalam hal pemeriksaan dan pengambilan data pasien. Diluar jadwal pemeriksaan, data pasien yang terekam oleh alat pemantau kesehatan tidak tersimpan secara otomatis. Alhasil paramedis hanyak menganalisa hasil data yang terekam pada jadwal pemeriksaan, hal ini berdampak pada analisa yang kurang tepat.

1.2 Permasalahan

Kesehatan pasien aritmia harus di pantau oleh paramedis secara berkala. Tetapi ketersediaan kardiolog mejadi penghalang para pasien untuk melakukan kontrol di rumah sakit [5]. Karena waktu yang dihabiskan untuk menunggu akan lama dan akan menyebabkan penanganan yang terlambat. Terkadang dokter juga tidak berada di rumah sakit untuk pengambilan data pasien. Analisa dokter sangat mempengaruhi cara penanganan pasien, sehingga analisa yang kurang tepat dapat mempengaruhi kondisi pasien.

Seorang dokter dapat menganalisa dan mendiagnosa penyakit yang dialamin pasien dengan melihat data histori pasien. Tetapi, seringkali banyaknya penangan pasien yang terlambat atau kurang tepat karena data *bpm* pasien tidak absah untuk dianalisa. Akibatnya penanganan pasien menjadi kurang maksimal. Penanganan yang kurang maksimal dapat membahayakan kondisi pasien.

1.3 Tujuan

Permasalahan yang dapat diambil adalah kesenjangan antara jumlah kebutuhan akan pelayanan kardiologi yang berkualitas dengan jumlah spesialis kardiologi. Untuk menanggulangi hal ini rumah sakit atau puskesmas mempunyai sistem yang dapat mentransmisikan data *bpm* pasien dari satu tempat ke tempat lainnya.Data *bpm* pasien diambil guna mengetahui potensi terkena penyakit aritmia. Ini merupakan langkah pertama dalam penanganan penyakit aritmia, jika pasien dicurigai mengidap penyakit aritmia, maka pa-

sien akan diperiksa lebih lanjut menggunakan ecg holter[6]. Karena banyaknya penangan pasien yang terlambat atau kurang tepat karena data *bpm* pasien tidak absah untuk dianalisa. Hal ini dapat membahayakan kondisi pasien yang tidak diinginkan.

Diharapkan dari pembuatan sistem pengiriman data *vital sign* ini dapat menyelesaikan permasalahan diatas. Dokter dapat dengan mudah mengakses data histori pasien yang telah terekam sebelumnya. Sehingga dapat mendiagnosa kondisi pasien dan melakukan penanganan dengan baik dan tepat.

1.4 Batasan masalah

Batasan masalah yang timbul dari permasalahan Tugas Akhir ini adalah:

1. Sinyal elektronika yang digunakan berasal dari *smartband*
2. Rumah sakit atau puskesmas tersedia akses internet
3. Parameter kondisi pasien mengacu pada dokumentasi sensor yang digunakan
4. Pengujian sistem tidak dilakukan dilapangan

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian Tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang ingin melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu:

1. BAB I Pendahuluan Bab ini berisi uraian tentang latar belakang permasalahan, penegasan dan alasan pemilihan judul, sistematika laporan, tujuan dan metodologi penelitian.
2. BAB II Dasar Teori Bab ini berisi tentang uraian teori yang berkaitan maupun yang digunakan pada penelitian ini secara sistematis. Teori-teori yang disebutkan digunakan sebagai dasar dalam penelitian ini antara lain informasi singkat mengenai Arsitektur Monitoring Detak Jantung, Komunikasi Serial, *Vital Sign*, serta teori penunjang lainnya.
3. BAB III Perancangan Sistem dan Impementasi Bab ini berisi

tentang informasi terkait penelitian dan percobaan yang dilakukan, langkah-langkah pengambilan dan pengolahan data, hingga mencapai hasil yang diinginkan.

4. BAB IV Pengujian dan Analisa Bab ini menjelaskan tentang tahap pengujian dari penelitian yang dilakukan terhadap data yang sebelumnya telah diambil. Pada bab ini juga akan ditampilkan visualisasi hasil pengujian.
5. BAB V Penutup Bab ini merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian serta pengujian yang sudah dilakukan, serta kritik dan saran yang membangun untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

Demi mendukung penelitian ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian penelitian ini menjadi lebih terarah.

2.1.1 *Vital Sign*

Vital Sign adalah suatu nilai yang digunakan untuk membantu menentukan status seseorang, terutama pada pasien yang secara medis tidak stabil. Pemantauan *Vital Sign* dilakukan guna mengetahui atau menganalisa kondisi fisik seseorang secara umum, menunjukan penyakit yang mungkin diidap pasien, dan kemajuan pasien. Terjadi perbedaan pada kondisi normal *Vital Sign* pasien yang didasari oleh jenis kelamin, usia, atau berat tubuh. Dilakukan observasi *Vital Sign* secara berkala oleh perawat.

Laporan *Vital Sign* yang dibuat akan dilaporkan ke dokter untuk lebih lanjut. Dijelaskan bahwa terdapat delapan *Vital Sign* yang dapat digunkan untuk memantau[7], tetapi ada empat *Vital Sign* yang terpenting yaitu detak jantung, suhu tubuh, tekanan darah, dan hembusan nafas.

2.1.1.1 Detak Jantung

Detak jantung adalah jumlah detak jantung persatuan waktu, biasanya per menit. Detak jantung atau disebut pulse didasarkan pada jumlah kontraksi ventrikel (bilik bawah jantung). Detak jantung bervariasi pada setiap orang, detak jantung dapat digunakan untuk memantau tingkat kebugaran dan kondisi kesehatan pasien.

Normalnya detak jantung orang dewasa saat beristirahat berkisar antar 60 sampai 100 kali per menit, tetapi detak jantung memungkinan terlalu cepat (takikardia) atau terlalu lambat (bradikarida).

Menghitung detak jantung dapat menggunakan alat *smartband* atau secara manual. Proses pemeriksaan detak jantung dilakukan minimal selama 30 detik atau lebih. Jumlah detak jantung terha-

dap usia pasien dijelaskan pada tabel 2.1.

Rangkuman dari jumlah detak jantung per menit, dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1: Tabel jumlah detak jantung per menit terhadap usia pasien

Usia	**Minimal (*BPM*)**	**Maksimal (*BPM*)**	**Rata - Rata (*BPM*)**
Baru Lahir	100	180	140
1 bulan – 1 tahun	80	160	120
1 – 3 tahun	80	130	105
3 – 6 tahun	80	120	100
6 – 12 tahun	65	100	83
12 – 18 tahun	60	90	85
19 – 69 tahun	60	100	80
¿ 70 tahun	60	100	80

2.1.2 *Smartband*

Gambar 2.1: Smartband

Smartband adalah *wearable device* yang memiliki banyak fi-

tur untuk mendukung kebutuhan penggunanya, salah satu fiturnya adalah sensor detak jantung. Fitur ini digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini, berfungsi untuk dapat melakukan pengukuran detak jantung penggunanya. Pengukuran detak jantung pengguna hanya dilakukan ketika fitur ini diaktifkan. Ketika fitur ini diaktifkan, sensor pada *smartband* akan mengukur detak jantung dari denyut nadi pergelangan tangan. Pengukuran hanya menghasilkan 1 data *bpm*. Dengan terkoneksi ke *smartphone*, pengguna bisa dapat melihat informasi tentang kesehatan detak jantungnya. *Smartband* yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah Mi Band 3. Mi Band 3 dilengkapi dengan teknologi Bluetooth 4.2 LE untuk dapat melakukan komunikasi dengan *device* lain. [8]

2.1.3 Arsitektur Monitoring Detak Jantung

Rancangan *vital sign monitoring* dengan penyimpanan *cloud storage*, didesain bedasarkan arsitektur monitoring *E-Health*. Menurut Mukhrejee et al [9] ada tiga lapisan arsitektur untuk membuat *vital sign monitoring*, yaitu:

1. *Perception Layer*
   Lapisan ini merupakan lapisan paling bawah, karena berhubungan dengan sensor-sensor. Terdapat dua jenis sensor yaitu sensor medis dan sensor lingkungan sekitar. Pada lapisan ini data detak jantung diakusisi oleh *smartband* yang dipakai oleh pasien. Untuk pengiriman data sensor ke *layer* selanjutnya menggunakan komunikasi melalui *WSN(wireless sensor network)*, yaitu xbee

2. *Middleware and APIs Layer*
   Pada layer ini terdapat sistem yang mengatur jalannya pengiriman data *vital sign*. Pada layer ini dibuat *APIs (Application Programming Interfaces)* yang menangani *request* dari *Perception layer* maupun dari *Application and Service Layer*. *Request* yang dibuat meliputi penanganan data masuk ke *database* maupun akses data dari *database*. Dari *Request* tersebut sistem pada *APIs layer* melakukan *response* berupa informasi berhasil atau tidaknya pengiriman data. Secara singkatnya *layer* ini merupakan penghubung antara *Perception layer* dan

Service layer

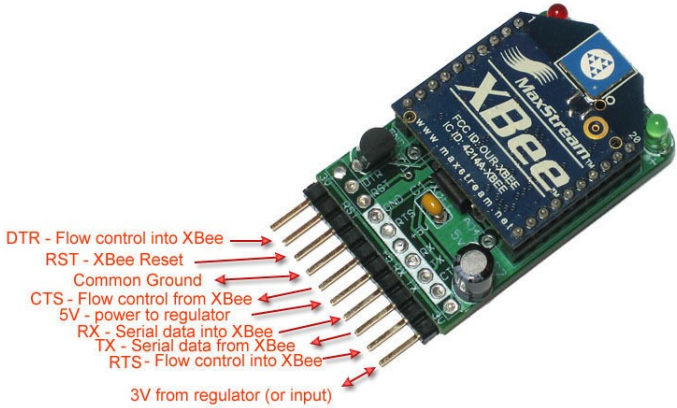
3. *Application and Service Layer*
   Lapisan ini merupkan lapisan yang berkaitan dengan visualisasi data yang telah diakusisi. Lapisan ini memuat data-data histori pasien untuk dianalisa dan diberikan penanganan sesuai dengan kondisi pasien. Data yang dianalisa merupakan data yang termonitor. Dari data histori pasien dapat diktahui waktu terjadi bahaya pada pasien dan dapat ditindak lanjuti segera mungkin

2.1.4 Xbee

Xbee adalah alat komunikasi jarak jauh yang menggunakan sistem *wireless sensor network*. Xbee merupakan sebuah modul *wifi* yang dibuat oleh Digi dengan standar *IEEE 892.15.4-2003*, standar tersebut untuk komunikasi *point to point* dengan *baud rate* sebesar 250 *kbit/s*. Xbee *series* dua dapat menimplementasikan *mesh networking*,

Gambar 2.4 merupakan *pinout* diagram pada Xbee. Pada saat pengiriman data modul Xbee memerlukan daya 2.8 *VDC* sampai dengan 3.3 *VDC*. Modul Xbee akan membebani dengan arus sebesar 250 mA pada pengiriman data(Tx) dan arus 50 mA untuk penerimaan data(Rx). Pin DTR berfungsi untuk memberitahu Xbee jika *microcontroller* atau *host* komputer sudah siap untuk berkomunikasi. Pin RST akan *reset* Xbee, untuk melakukannya ubah pin menjadi *low*. Untuk *power* sendiri akan terhubung dengan pin *ground*. Sebagian besar Xbee juga memiliki beberapa *control* arus, *input* dan *output (I/O)*, *converter analog* ke *digital (A/D)* dan garis indikator yang terpasang. [10]

Xbee mempunyai dua jenis, yaitu Xbee *series* satu dan Xbee *series* dua. Xbee *series* satu tidak dapat berkomunikasi dengan Xbee *series* dua, begitupunn sebaliknya. Tiap *series* menggunakan *protocol* yang berbeda, untuk *series* satu menggunakan *protocol* 802.15.4, sedangkan untuk *series* dua menggunakan *protocol* Zigbee. Pada *series* dua, tiap modul dapat ditentukan perannya dalam suatu topologi jaringan. Peran tersebut yaitu: *Coordinator, Router* dan *End Device*. *End Device* berfungsi sebagai penerima data per-



Gambar 2.2: *Pinout* Xbee

tama dari sensor maupun pc dan akan mengirimkannya ke *router*. *router* sebagai penampung data dari berbagai *End Device*, kemudian *router* akan mengirimkannya ke *Coordinator* sebelum diteruskan ke *database*.

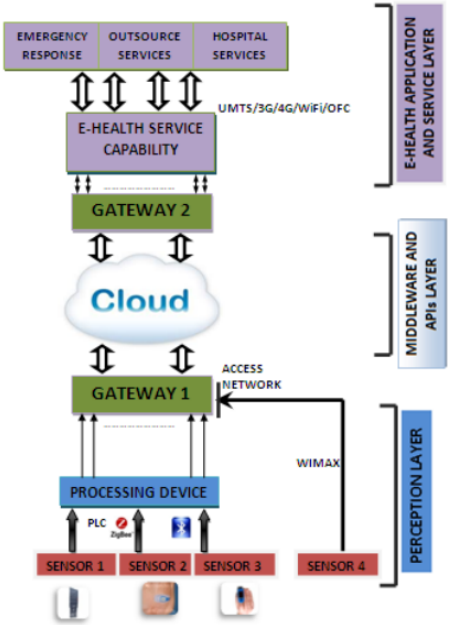
2.2 Penelitian Terkait

2.2.1 *Patient Health Management System using e-Health Monitoring Architecture*

Pada tahun 2014, dilakukan sebuah peneliatian oleh S. Mukherjee, K. Dolui dan S. K. Datta untuk membuat desain dan implementasi sistem pemantauan jaringan kesehatan menggunakan jaringan sensor nirkabel. Sistem ini bertujuan untuk membantu dokter dalam melakukan diagnosis pasien secara jarak jauh, juga membantu memonitoring kondisi pasien untuk keadaan darurat. Arsitektur sistem dibagi menjadi 3 bagian: *perception layer*, *middleware and APIs layer*, dan *application and service layer*.[8]

2.2.2 *HTML5 Powered Web Application For Telecardiology*

Pada tahun 2013, dilakukan sebuah penelitian oleh M. A. Kumar, A. Srinivasan, dan N. Bussa dalam membuat sebuah website



Gambar 2.3: Arsitektur e-Health

untuk membantu dokter umum melakukan konsultasi dengan dokter ahli jantung terkait dengan pasien penyakit jantungnya. Dokter umum dapat mengirim XML ECG pasiennya ke dokter ahli jantung untuk diintepretasikan. Untuk arsitektur sistemnya dibagi menjadi 3: *presentation tier* untuk mempresentasikan hasil intepretasi dari *XML* ECG pasien, *logic tier* untuk mengatur pemrograman aplikasi, dan *data tier* untuk menyimpan data pasien kedalam sebuah *database*.[5]

2.2.3 *Internet of Things: Remote Patient Monitoring Using Web Services and Cloud Computing*

Pada tahun 2014, dilakukan sebuah penelitian oleh J. Mohammed, A. Tharkal, A. F. Ocneanu, C. Jones, C. Lung, dan A. Adler

untuk membuat sebuah aplikasi android untuk keperluan medis dengan menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* dan *cloud computing*. Aplikasi ini memfasilitasi pengguna untuk dapat melihat data ECG mereka yang nantinya akan disimpan didalam *cloud* sehingga dapat dimonitor dan diambil untuk keperluan analisis. Aplikasi ini juga menggunakan teknologi *IOIO microcontroller board* yang berfungsi untuk memperoleh data *bio-signal* seseorang yang menggunakan *ECG electrodes*, data tersebut akan dikirim ke perangkat seluler secara nirkabel menggunakan bluetooth, kemudian akan disimpan dalam bentuk biner pada SD card perangkat dan pengguna dapat menggungahnya ke *server*.[11]

2.2.4 *WE-CARE: An Intelligent Mobile Telecardiology System to Enable mHealth Applications*

Pada tahun 2014, dilakukan sebuah penelitian oleh A. Huang, C. Chen, K. Bian, X. Duan, M. Chen, H. Gao, C. Meng, Q. Zheng Y. Zhang, B. Jiao, dan L. Xie untuk membuat sebuah sistem telekardiologi menggunakan 7-*lead* ECG. Sistem ini juga menggunakan teknologi yang mampu menganalisis data ECG secara otomatis. Sistem dibagi menjadi 3 bagian: *Sensing layer*, *Network layer*, dan *Application layer*. Pada bagian *sensing layer*, akan diambil data ECG pasien dan mendeteksi QRS. Kemudian di bagian *Network layer*, data ECG yang telah dikumpulkan akan dikirim pada pusat penyimpanan data. Terakhir pada *Application layer*, akan mendeteksi gelombang T pada ECG pasien dan melakukan diagnosa terkait dengan data ECGnya. [12]

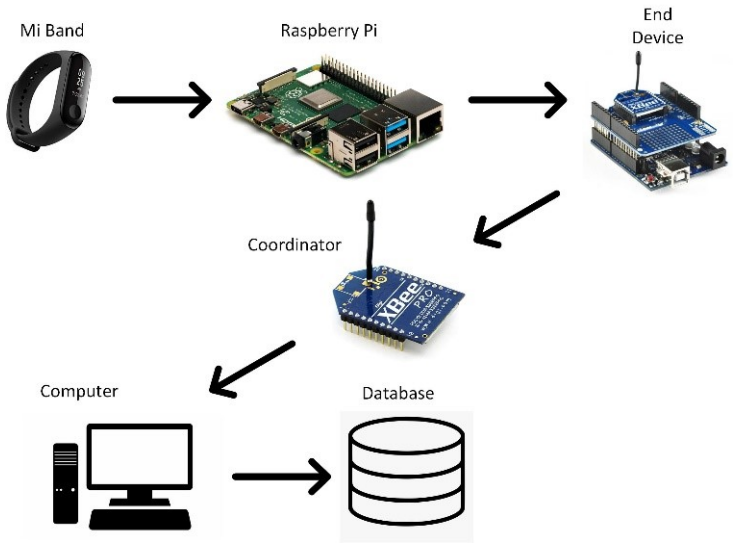
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3
DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan desain sistem berikut dengan implementasinya. Desain sistem merupakan konsep dari pembuatan dan perancangan infrastruktur kemudian diwujudkan dalam bentuk blok-blok alur yang harus dikerjakan. Pada bagian implementasi merupakan pelaksanaan teknis untuk setiap blok pada desain sistem.

3.1 Desain Sistem

Guna merealisasikan penelitian tugas akhir ini, dibuat sebuah desain sistem yang menggambarkan konsep dan kerja sistem. Gambaran kerja sistem dijelaskan pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1: Blok Diagram Sistem

Dari gambaran system kerja tersebut diuraikan secara singkat yaitu mulanya dilakukan pengambilan data oleh sensor detak jantung yang terletak pada *smartband*. Kemudian data tersebut dikirim melalui komunikasi Bluetooth ke *Single Board Computer*. Data yang telah terkirim akan disimpan pada penyimpanan local. Data tersebut juga akan dikirimkan kembali menggunakan modul *wifi* yaitu XBee. XBee akan dibagi menjadi dua peran, *end device* dan *coordinator*. *End device* bertugas untuk mengirimkan data yang akan diterima oleh *coordinator*. Setelah data diterima, data tersebut akan disimpan pada *database*. Data disimpan dalam bentuk *database* yang dapat diakses kembali guna laporan *vital sign* pasien. Terkait gambaran umum sistem, terdapat lima proses utama dari sistem yang dibuat yaitu proses pengambilan data pasien dan pengiriman data ke *single board computer*, proses pengiriman dari *end device* ke *coordinator*, proses penyimpanan data ke *database*, proses visualisasi data dan proses pembuatan laporan *vital sign*.

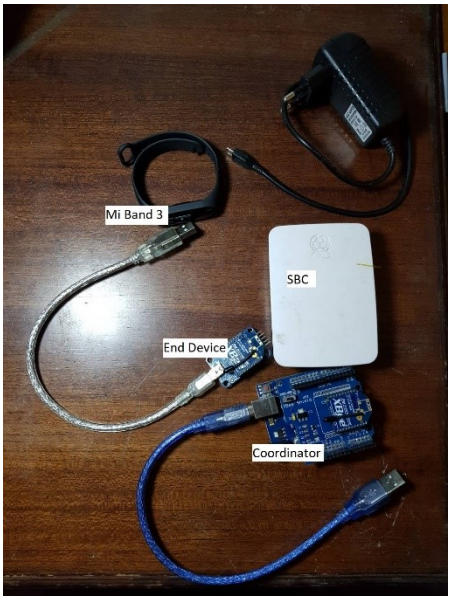
Dari desain sistem kerja tersebut diimplementasikan rancangan alat yang akan terintegrasi dengan sensor kesehatan yaitu *smartband*. Masing-masing alat akan ditunjukan oleh **Gambar 3.2**.

3.2 Akusisi dan Transmisi Data pada Sensor *Node*

Pada *single board computer* ditanamkan program untuk dapat menerima data detak jantung dari *smartband*. Setelah program pada *single board computer* dijalankan, *smartband* akan menerima notifikasi mengenai pengambilan data, apabila di *decline* maka data tersebut tidak akan terkirim. Jika di *accept* data tersebut akan tampil di terminal. Data tersebut akan masuk dengan rentang waktu tiap 1 detik. Data akan terus masuk selama program tidak diberhentikan atau diganti dengan program lain.

Pada pembuatan program *mikrokontroller*, digunakan *board* arduino yang berbasis *mikrokontroler* bebasis ATMega328. Pada *board* tersebut ditambahkan sebuah XBee *adapter* yang berfungsi sebagai penghubung antara XBee dengan Arduino, sehingga XBee dapat menerima program yang ditanamkan di Arduino.

Agar terhubung dengan *single board computer* diperlukan konfigurasi pada program dalam penentuan pengaturan *port Rx* dan *Tx*



Gambar 3.2: Rancangan alat dan Integrasi Sensor

komunikasi serial. Selain itu dilakukan pengaturan *baudrate*nya. Tiap modul *wifi* yang akan digunakan akan dikonfigurasikan terlebih dahulu, sehingga tiap modul dapat berkomunikasi sesuai dengan peran yang telah ditentukan.

Diagram alir akusisi dan transmisi dijelaskan oleh **Gambar 3.4**. Dari diagram alir tersebut diakusisi data *vital sign* yang dilakukan oleh *smartband* dan melakukan pengiriman pertama ke *single board computer* menggunakan bluetooth. Alur kerjanya yaitu mulanya *smartband* diaktifkan terlebih dahulu, kemudian *single board komputer* akan melakukan pencarian *device* terlebih dahulu menggunakan bluetooth. Jika sudah mendapatkan kode serial bluetooth dari *smartband*, *single board computer* akan melakukan konfigurasi pada program yang akan digunakan untuk mengakusisi data dengan menggunakan kode serial bluetooth *smartband.*Konfigurasi yang dilakukan adalah dengan cara memasukkan kode serial blue-

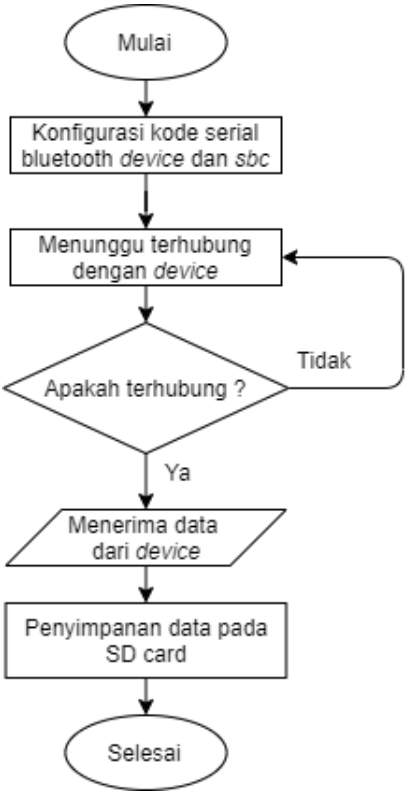
Gambar 3.3: *smartband* dan *SBC*

tooth *smartband* pada program *sbc*. Setelah program dijalankan, *single board computer* akan meminta *request* ke *smartband* terkait pengakusisian data. *smartband* akan menerima notifikasi akan hal tersebut. Setelah diterima, *smartband* akan mengirimkan data detak jantung ke terminal *single board computer*. Data tersebut sudah dalam bentuk digital. Interval pengiriman data yaitu satu detik, sehingga ada 60 data masuk tiap menitnya. Data tersebut akan disimpan didalam micro SD dalam format .txt untuk proses selanjutnya.

3.3 Implementasi Komunikasi Serial *UART*

Guna mentransmisikan data yang telah diakuisisi oleh sensor *node*, sistem monitoring ini mengimplementasi komunikasi serial *UART* untuk proses pengiriman data dari *end device* ke *coordinator*. Komunikasi serial menggunakan *port Rx* dan *Tx* pada masing-masing perangkat. Antara perangkat pengirim dan penerima, pengaturan *port* harus sama.

Komunikasi serial yang digunakan komunikasi searah saja (*sim-*

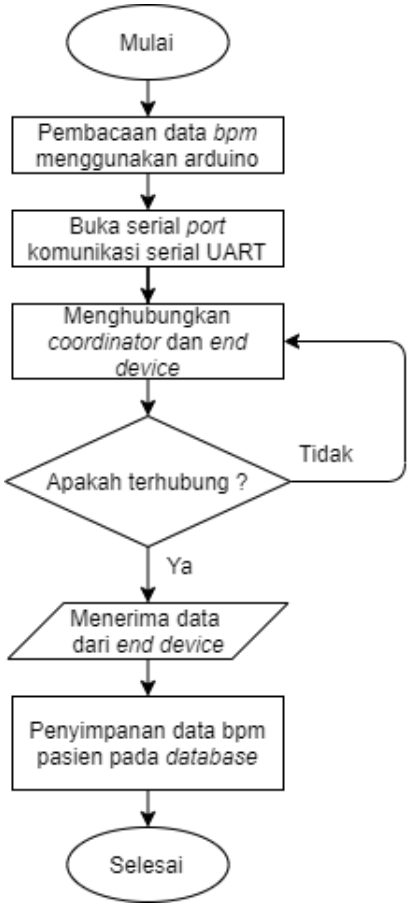


Gambar 3.4: Diagram alir *receive* data dari *device* ke *sbc*

plex). Data dari *mikrokontroler* dikirim secara terus menerus tanpa adanya timbal balik dari penerima (*coordinator*), karena tidak ada tujuan untuk mengirim data dari *coordinator* ke *end device*. Pengaturan serial komunikasi pada sistem menggunakan *baudrate* sebesar 9600 *bit/s*, artinya dalam waktu satu detik dapat mengirimkan data sebesar 9600 bit.

3.4 Program *Receiver* dan Penyimpanan Lokal

Diagram alir pada **Gambar 3.5** menjelaskan alur kerja sistem penerimaan data dan penyimpanan lokal.

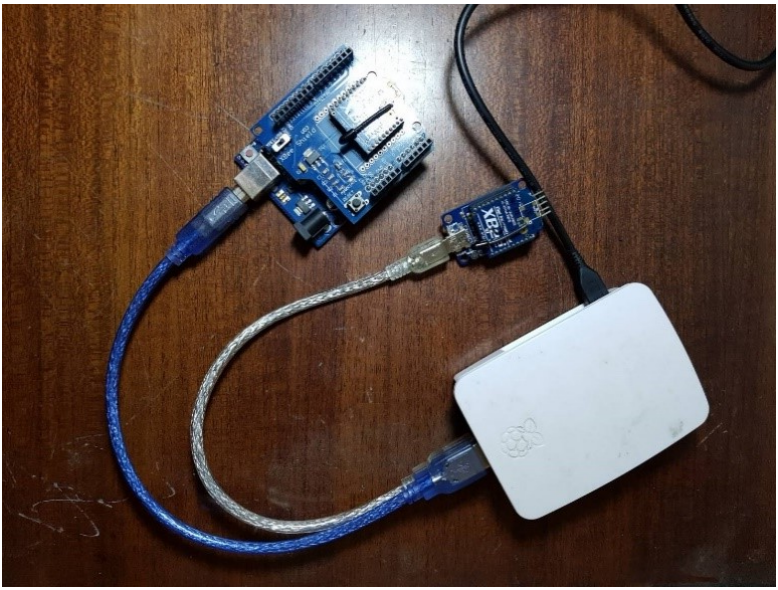


Gambar 3.5: Diagram alir *receive* dan penyimpanan lokal

Mulanya data yang telah tersimpan di micro SD akan dibaca oleh *end device* untuk dikirim ke *coordinator*, dengan menggunakan program yang telah ditanamkan di arduino yang tersambung dengan *end device*. Program tersebut akan membuat *end device* membaca file txt yang telah disimpan di micro SD per baris, setiap barisnya mengandung data detak jantung pasien per detik, kemudian data

tersebut akan dikirim ke *coordinator* menggunakan program dengan bahasa *python*. *End device* dan *coordinator* sudah diatur agar dapat berkomunikasi satu sama lain.

Diagram alir pada **Gambar 3.5** menjelaskan alur kerja sistem penerimaan data dan penyimpanan lokal. Mulanya data yang telah tersimpan di *micro SD* akan dibaca oleh *end device* untuk dikirim ke *coordinator*, dengan menggunakan program yang telah ditanamkan di arduino yang tersambung dengan *end device*. Program tersebut akan membuat *end device* membaca file *txt* yang telah disimpan di *micro SD* per baris, setiap barisnya mengandung data detak jantung pasien per detik, kemudian data tersebut akan dikirim ke *coordinator* menggunakan program dengan bahasa *python*. *end device* dan *Coordinator* sudah diatur agar dapat berkomunikasi satu sama lain. Untuk *packing* alatnya dapat dilihat pada **Gambar 3.6**

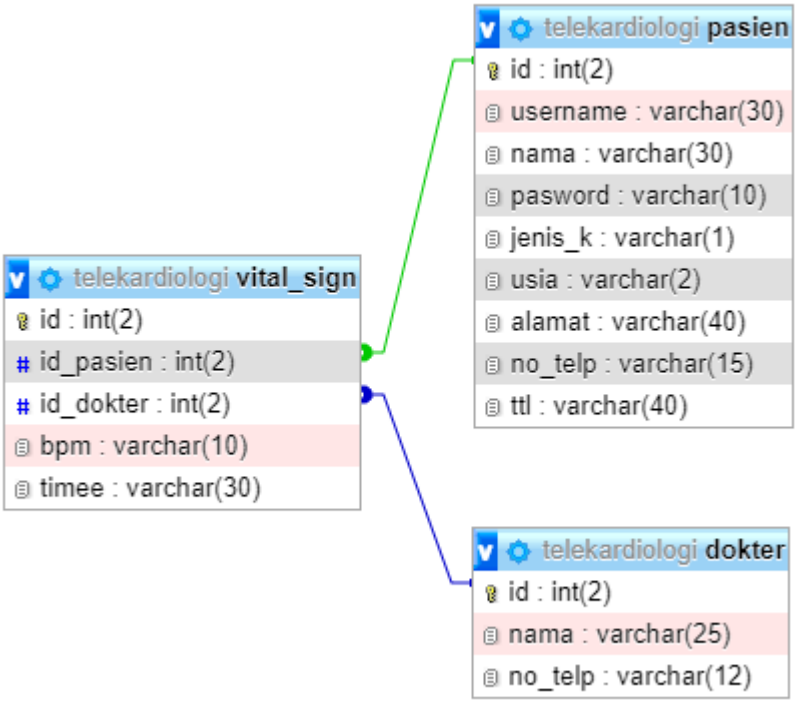


Gambar 3.6: *Packing* alat

Data yang dikirimkan oleh *end device* akan diterima oleh *co-*

ordinator dengan program *receiver*. Program *reciever* pada sistem *monitoring* ini digunakan untuk menerima data dari *mikrokontroler* yang telah mengakuisisi data detak jantung dan akan menyimpan data tersebut pada penyimpanan lokal. Ada beberapa proses yang akan dilakukan pada sisi *receiver* ini yakni membuka *port* serial *UART* terlebih dahulu sebelum menyimpan data.

3.5 Desain *Database* Pada *Server*



Gambar 3.7: *Desain Entity Relation Database*

Pada sistem ini, *database* yang digunakan untuk menyimpan data detak jantung pasien yang telah dikirim dari *coordinator*. *database* yang digunakan adalah jenis *database* relasi ERD (*Entity Relation Database*), dimana antara tabel saling berelasi dengan tabel lain dan tabel tersebut tidak bersifat fleksibel. Desain *database* ini berguna untuk mengurangi tingkat redudansi data, salah satunya dengan normalisasi *database*.

Pada implementasinya, *database* dibagi menjadi 3 tabel, yaitu tabel pasien, tabel *vital sign* dan tabel dokter. Desain *database* dijelaskan pada **Gambar 3.7**. Penjelasan dari tabel-tabel tersebut adalah sebagai berikut. Tabel pasien berisi tentang data diri pasien. Didalam tabel tersebut mendeskripsikan tentang identitas pasien dimulai dari id pasien, nama pasien, jenis kelamin pasien, usia pasien, alamat tempat tinggal pasien, no telepon pasien dan tempat tanggal lahir pasien. Tabel yang kedua adalah *vital sign*. Tabel ini berisi tentang rekaman hasil *monitoring* pasien. Data yang dimonitoring adalah data *bpm* pasien. Pada tabel tersebut berisi tentang id pasien yang diambil dari tabel pasien, id dokter yang diambil dari tabel dokter, *bpm* pasien dan waktu pengambilan data. Tabel yang terakhir adalah tabel dokter. Tabel ini berisi tentang identitas dokter, dimulai dari nama id dokter, nama dokter dan no telepon dokter.

3.5.1 Desain Aplikasi

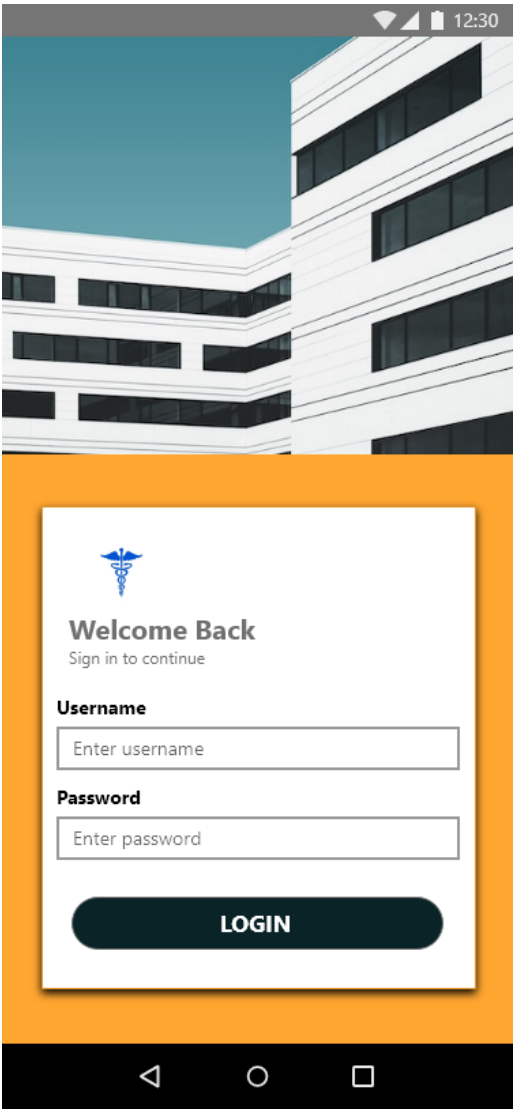
Aplikasi pada sistem ini dibuat dengan tujuan untuk mengvisualisasikan data – data yang berhubungan dengan sistem, seperti biodata pasien, kondisi kesehatan pasien maupun biodata dokter. Aplikasi ini bertujuan untuk dapat membantu pasien dalam melihat riwayat kesehatannya bedasarkan data yang diambil menggunakan perangkat *smartband*.

Pada Aplikasi pasien terdapat 3 *interface*. *interface* pertama bertujuan untuk melakukan login kedalam aplikasi. Pasien diharuskan memasukkan username dan password yang telah dipasang sebelumnya. *interface*nya dapat bisa dilihat pada **Gambar 3.8**.

Setelah melalui proses *login*, pasien akan dibawa kedalam menu utama pada aplikasi ini. Disini pasien dapat melihat biodata pasien yang berisikan nama lengkap pasien, tempat tanggal lahir pasien,

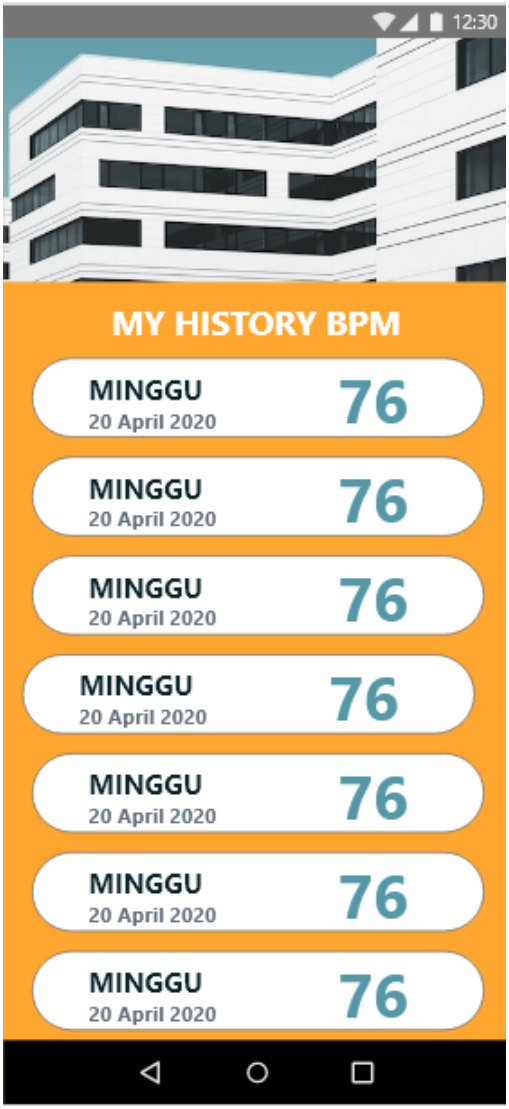
alamat tempat tinggal dan juga no telepon pasien yang dapat dihubungi. Pada layanan menu utama ini juga terdapat *button* yang bertuliskan historis data pasien. Button ini berfungsi untuk pindah ke *interface* yang mengvisualisasikan data bpm pasien. *interface*nya dapat bisa dilihat pada **Gambar 3.9**.

interface selanjutnya adalah historis data pasien. Disini pasien dapat melihat data detak jantung pasien (*bpm*) beserta tanggal pengambilan data. Sehingga dapat membantu pasien dalam mengecek kondisi kesehatannya. *interface*nya dapat bisa dilihat pada **Gambar 3.10**. Data *BPM* pasien pada aplikasi akan ter*update* seiring pengambilan data baru *BPM* pasien.



Gambar 3.8: *interface* Login Aplikasi

Gambar 3.9: *interface* Menu Aplikasi



Gambar 3.10: *interface* Historis BPM Pasien

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4
HASIL DAN PENGUJIAN

Pada bab ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan guna mengetahui tingkat kesalahan dan menarik kesimpulan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian yang dilakukan meliputin pengujian *receiver* (*SBC*), pengujian transmisi data (*end device* ke *coordinator*), Penyimpanan data ke *database* dan pengujian *user interface*.

4.1 Pengujian *Receiver*

Sebelum dilakukan pengujian terhadap sistem, dilakukan pemasangan sensor pada tubuh pengguna guna mendapat data *bpm* pengguna. Pemasangan dilakukan sesuai dengan dokumentasi yang ada.**Gambar 4.1** merupakan pemasangan sensor pada tubuh pengguna. Pemasangan sensor detak jantung (*bpm*) diletakkan pada lengan tangan yang berjarak 1 jari dari pergelangan tangan.

Gambar 4.1: Pemasangan Sensor pada Pasien

Pada pengujian ini dilakukan guna menguji seberapa persen data yang masuk dari akusisi sensor kemudian dikirim ke *SBC*. Pengujian dilakukan dengan cara membuka port *UART* pada *SBC* lalu menerima data yang dikirim dari sensor. Sebelumnya telah dibuat program *receiver* pada *SBC* untuk menerima data. Pengujian ini dilakukan dengan sebanyak 3 kali dengan percobaan waktu yang berbeda-beda. Sehingga terdapat 6 hasil test yang dapat dilihat dan dibandingkan. Pada program *transmitter*, data yang terkirim dalam 1 menit sebanyak 60 data, maka data yang terkirim dalam 1 detik adalah 1 data. Data bertambah sesuai dengan bertambahnya waktu.

Tabel 4.1: Tabel pengujian akusisi data dari *smartband*

Lama Waktu Pengambilan	Data terkirim pada pengujian ke			Data seharusnya	Rata-rata keberhasilan
	1	2	3		
1 Menit	21	21	19	60	34%
3 Menit	53	67	63	180	34%
5 Menit	110	107	99	300	35%
Keseluruhan Pengujian					34,3%

Dari hasil pengujian pada tabel 4.1 dapat diketahui rata-rata data yang berhasil terkirim dari 3 kali percobaan dan dengan waktu yang berbeda. Pada pengujian pertama dengan waktu 1 menit, data yang berhasil terekam sebanyak 21, 21 dan 19 data dari 60 data yang seharusnya terekam dengan presentase berhasil sebesar 34%. Sedangkan pada percobaan kedua dengan waktu 3 menit data yang berhasil terekam adalah 53, 67 dan 63 dari 180 data yang seharusnya terikirim dengan persentase data terekam sebesar 34%. Dan pengujian terakhir dengan waktu 5 menit data yang berhasil terekam dari yang seharusnya 300 data adalah 110, 107 dan 99, dengan persentase data terekam sebesar 35%. Dari pengujian ini dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata persentase keberhasilan data yang masuk itu sebesar 34,3% dari data yang seharusnya terkirim. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengiriman data dari sensor ke *SBC* mempunyai *delay* yang lumayan tinggi.Data yang

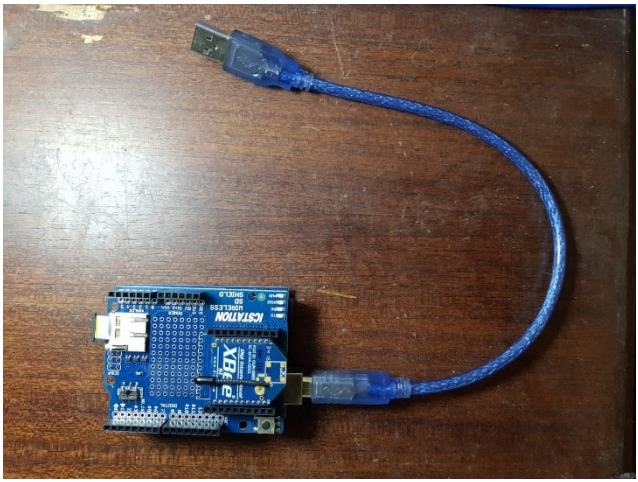
telah dikirim ke *SBC* akan disimpan didalam file dalam format *.txt*, sehingga nantinya file tersebut yang akan dipakai oleh *end device* untuk mengirim data pada *coordinator*.

Gambar 4.2: Data Detak Jantung yang Terekam

Setelah disimpan pada file *.txt*, file tersebut akan dipindahkan pada sebuah *SD Card*. *SD Card* berfungsi untuk menampung file tersebut sebelum dikirim melalui XBee. *SD Card* tersebut akan dipasangkan pada *end device* Xbee yang juga tersambung dengan perangkat Arduino.

4.2 Pengujian Transmisi Data

Pada pengujian kali ini dilakukan pengujian terhadap transmisi data menggunakan xbee. Xbee dibagi menajadi 2 tugasnya, 1 menjadi pengirim data yaitu *end device* dan 1 menjadi penerima data yaitu *coordinator*. *End device* menerima data dari *SBC* kemudian mengirimnya kembali ke *coordinator*. Pada *end device* dimasukkan program untuk membaca data per baris yang nantinya akan dikirim per baris juga kepada *coordinator*. Program tersebut dijalankan melalui aplikasi arduino yang terdapat di Linux. Program tersebut bertujuan untuk membaca file *.txt* yang terdapat pada *SD Card*.



Gambar 4.3: *SD Card* pada *end device* Xbee

End device yang tersambung mempunyai perintah untuk mengirimkan pesan yang berisi data detak jantung pasien yang telah diukur menggunakan *smartband*. *End device* akan mengirimkan data tersebut per baris sampai semua data yang ada telah terkirim sepenuhnya.

Pengujian dilakukan menggunakan 2 *end device* dan 1 *coordinator*. Pengiriman dilakukan secara bersama-sama. Kedua *end device* melakukan pengiriman pada waktu yang sama. sehingga *coordinator* menerima data dari kedua *end device* dan menyimpannya kedalam *database*. Karena mengirim dalam waktu yang bersamaan, pada bagian terminal *Coordinator* data antara *End Device 1* dan *End Device 2* bercampur tetapi tidak terjadi kesalahan *input* pada database, karena *coordinator* dapat membedakan tiap *end device* tanpa perlu menutup dan membuka port terlebih dahulu. Karena tiap *end device* mempunyai *address* yang berbeda - beda.

Dari hasil pengujian pada tabel 4.3 dapat dilihat hasil pengujian pada komunikasi antara *end device* xbee dan *coordinator* xbee.

Tabel 4.2: Table pengujian pengriman *end device* xbee ke *coordinator* xbee

Data terikirim pada pengujian ke						Data Seharusnya Terkirim	Waktu Transmisi	Persentase Terkirim
End Device 1			End Device 2					
1	2	3	1	2	3			
10	10	10	10	10	10	10	5 Detik	100%
30	30	30	30	30	30	30	14 Detik	100%
50	50	50	50	50	50	50	23 Detik	100%
Keseluruhan Pengujian								100%

Pengujian dilakukan dengan membedakan jumlah data terkirim dan menghitung waktu pengiriman datanya. Semua pengujian berhasil mengirim data sebesar 100% hanya waktu yang membedakan. Pada pengujian dengan 10 data *bpm*, rata - rata waktu pengiriman 4 detik. Sedangkan pada pengujian 30 data diperlukan 12 detik, dan yang terakhir pada pengiriman 50 data diperlukan 18 detik untuk mengirimkan semua data.

Coordinator yang menerima data tersebut mempunyai program dimana jika *coordinator* menerima data tersebut, *coordinator* akan memasukkan data tersebut pada *database* yang telah disiapkan. *Database* tersebut nantinya dapat diakses oleh pihak rumah sakit maupun pasien untuk melihat data pasien dan membantu pihak rumah sakit untuk mengambil langkah medis selanjutnya dalam penanganan pasien.

Tabel diMySQL dibagi menjadi 5 kolom yaitu: id, idpasien, iddokter, *bpm* dan *time*. Kolom pertama id adalah urutan data masuk, id pasien adalah pasien yang melakukan perekaman data *bpm* menggunakan *smartband*, sedangkan id dokter adalah dokter yang ditugaskan untuk menangani pasien tersebut. Kolom *bpm* adalah hasil perekaman data *bpm* pasien menggunakan *smartband*, dan *time* adalah waktu pengambilan data pasien.

Tabel 4.3: Hasil Penerimaan Data di *Database* MySQL

id	idpasien	iddokter	*bpm*	time
1	1	1	90	Wed Jul 1 12:02:09 2020
2	1	1	88	Wed Jul 1 12:02:11 2020
3	1	1	89	Wed Jul 1 12:02:11 2020
4	1	1	89	Wed Jul 1 12:02:14 2020
5	1	1	87	Mon Jul 6 10:20:05 2020
6	1	1	87	Mon Jul 6 10:20:07 2020
7	1	1	89	Mon Jul 6 10:20:07 2020
8	1	1	92	Mon Jul 6 10:20:08 2020

4.3 Pengujian Visualisasi Data

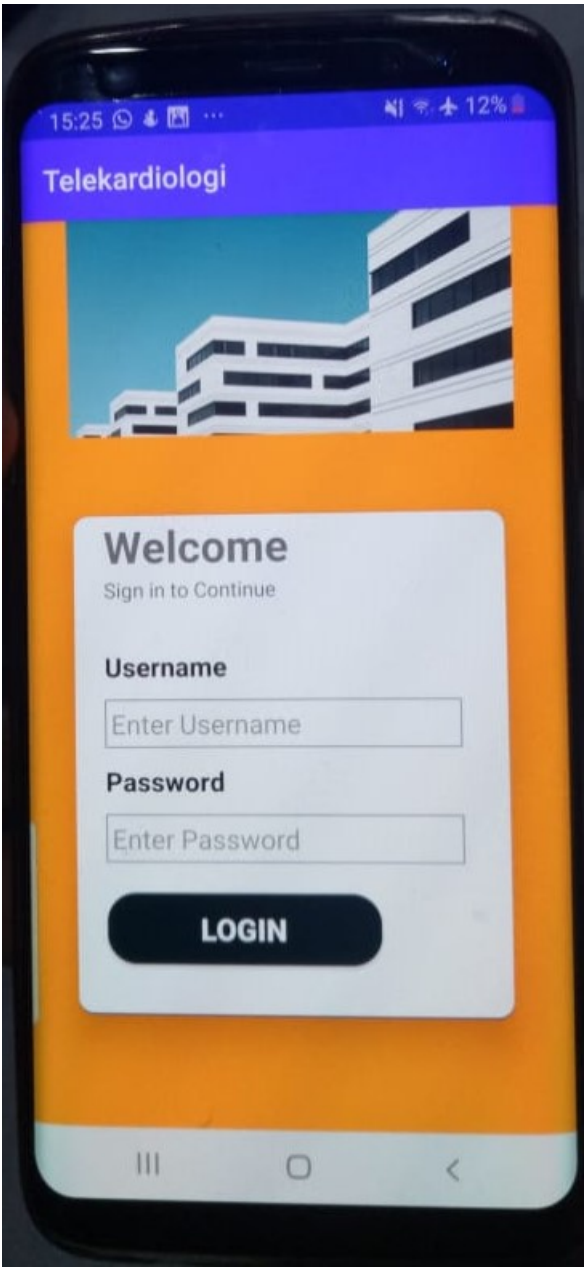
Pengujian ini dilakukan guna menguji aplikasi yang dibuat untuk menvisualisasikan data detak jantung pasien. Aplikasi ini bertujuan untuk dapat membantu pasien dalam melihat riwayat kesehatannya. Aplikasi ini dibagi menjadi 3 *interface*: *login*, menu utama, dan data *bpm* pasien

Gambar 4.8 adalah *interface login* , pasien maupun dokter harus melakukan *login* terlebih dahulu sebelum dapat masuk ke dalam menu utam aplikasinya. Dalam proses login ini pasien dan dokter harus memasukkan *username* dan *password* yang telah di konfigurasi sebelumnya. Jika *username* dan *password* yang dimasukkan cocok dengan yang ada didalam *database* maka akan lanjut ke *interface* selanjutnya. Proses login harus dilakukan guna mendapatkan informasi *user* yang masuk ke dalam aplikasi, sehingga data – data yang nantinya akan dimunculkan pada aplikasi akan cocok dengan *user* yang sedang menggunakan, dan juga mencegah orang lain yang tidak ada kaitannya dengan pasien untuk melihat data – data pribadi pasien.

Gambar 4.9 adalah *interface* menu utama aplikasi telekardiologi ini. Dalam *interface* ini terdapat dara diri pasien mulai dari nama lengkap pasien, tempat tanggal lahir pasien, alamat tempat tinggal pasien dan no telepon pasien. Di menu utama juga terdapat *button* untuk melihat data detak jantung pasien. Jika menekan

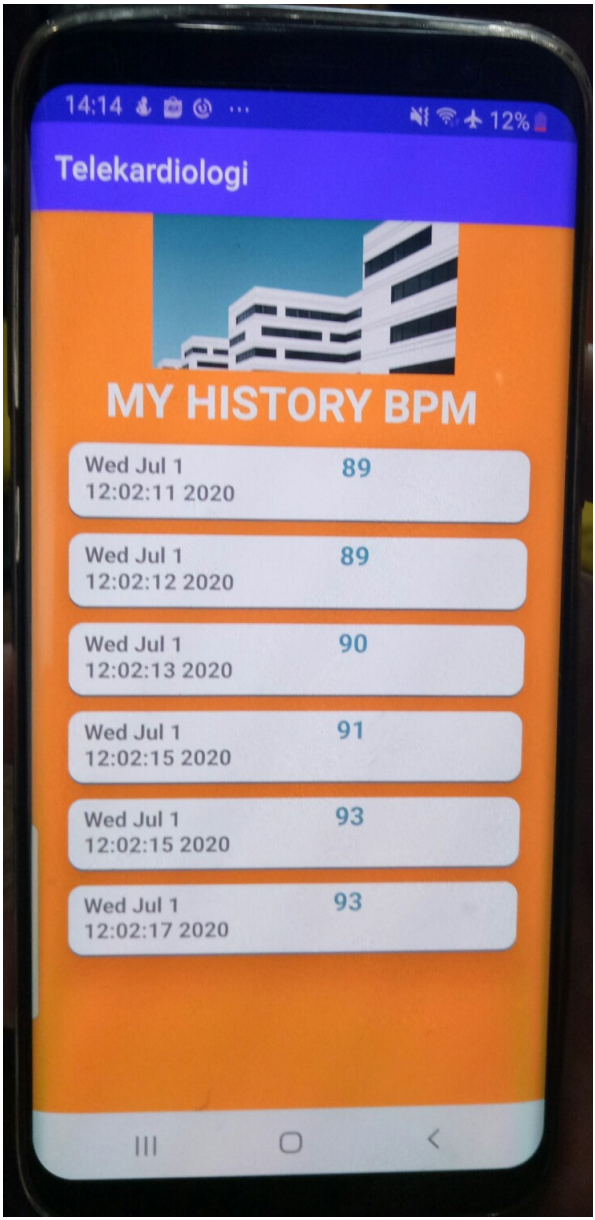
button tersebut akan pindah ke *activity* berikutnya.

Gambar 4.10 merupakan data detak jantung pasien yang telah diambil sebelumnya menggunakan perangkat *smartband*. Pada gambar tersebut dapat terlihat tanggal pengambilan data detak jantung pasien dan *bpm* pasien. Sehingga memudahkan pasien dalam melakukan pengecekan kondisi kesehatannya. Data yang ditampilkan berupa *list* dimulai dari data pertama pengambilan.



Gambar 4.4: Proses *Login* Aplikasi

Gambar 4.5: Tampilan Menu Utama Aplikasi



Gambar 4.6: Tampilan Data Historis Pasien

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem telekardiologi telah berhasil didesain dan diimplementasikan. Sistem ini bertujuan untuk membantu dokter dalam melihat rekaman *bpm* pasien yang telah direkam sebelumnya menggunakan *smartband*. Sistem dibagi menjadi 3 bagian: pengakusisian data yang melibatkan *smartband* dan *single board computer*, transmisi data yang melibatkan *single board computer* dan xbee, dan visualisasi data menggunakan aplikasi *mobile*.
2. Persentase data terkirim ke *SBC* melalui komunikasi serial dari hasil akusisi *smartband* yaitu sebesar 34,3%, dikarenakan *smartband* tidak mampu untuk mengambil data *bpm* secara terus menerus, sehingga terdapat *delay* yang tinggi dalam tiap pengambilan data bpm
3. Pada proses transmisi data dari *end device* ke *coordinator* data persentase data yang berhasil terikirim sebesar 100%

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Dalam pengakusisan data *bpm* pasien menggunakan *smartband*, diterapkan pengambilan data dengan selang waktu diatas 1 detik tiap datanya, untuk melihat kemampuan maksimal sensor dalam mengakusisi data *bpm* secara terus menerus
2. Melakukan percobaan menggunakan sensor lain untuk mengakusisi data *bpm* pasien, agar dapat mengetahui perbandingan keefektifan tiap - tiap sesor dalam mengakusisi data *bpm*
3. Menambahkan fitur - fitur lain pada aplikasi telekardiologi seperti: dapat melakukan konsultasi antara dokter dengan pa-

sien secara daring, pendaftaran untuk melakukan konsultasi dengan dokter dan dapat melakukan panggilan darurat jika terdapat permasalahan dengan kesehatannya. Fitur - fitur tersebut perlu ditambahkan agar fungsi dari aplikasi dapat lebih dimaksimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] "Layanan kardiologi intervensi perlu ditingkatkan." Terakhir diakses pada tanggal November 2019. (Dikutip pada halaman 1).

[2] "Piki kembangkan intervensi nonbedah penyakit kardiovaskular." Terakhir diakses pada tanggal Nopember 2019. (Dikutip pada halaman 1).

[3] R. E. Kass and C. E. Clancy in Basis and Treatment of Cardiac Arrhythmias, vol. I, 2006. (Dikutip pada halaman 1).

[4] M. A. Kumar, A. Srinivasan, and N. Bussa, "Html5 powered web application for telecardiology: A case study using ecgs," in 2013 IEEE Point-of-Care Healthcare Technologies (PHT), pp. 156–159, 2013. (Dikutip pada halaman 1).

[5] R. T. S. Hayati and J. Sahar, "Html5 powered web application for telecardiology: A case study using ecgs," in International Journal of Collaborative Research on Internal Medicine Public Health, vol. IV, p. 117, 2012. (Dikutip pada halaman 2, 10).

[6] B. Vuksanovic and M. Alhamdi, "Ecg based system for arrhythmia detection and patient identification," in Proceedings of the ITI 2013 35th International Conference on Information Technology Interfaces, pp. 315–320, 2013. (Dikutip pada halaman 3).

[7] M. Elliott and A. Coventry, "Critical care: The eight vital signs of patient monitoring," in British Journal of Nursing, vol. 21, pp. 621–625, 2012. (Dikutip pada halaman 5).

[8] S. Mukherjee, K. Dolui, and S. K. Datta, "Patient health management system using e-health monitoring architecture," in 2014 IEEE International Advance Computing Conference (IACC), pp. 400–405, 2014. (Dikutip pada halaman 7, 9).

[9] "Mi global home,." `https://www.mi.com/global/mi-band-3`. Terakhir diakses pada tanggal Febuari 2020. (Dikutip pada halaman 7).

[10] "Digi." https://www.digi.com/resources/documentation. Terakhir diakses pada tanggal 28 Maret 2020. (Dikutip pada halaman 8).

[11] J. Mohammed, C. Lung, A. Ocneanu, A. Thakral, C. Jones, and A. Adler, "Internet of things: Remote patient monitoring using web services and cloud computing," in 2014 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings), and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom), pp. 256–263, 2014. (Dikutip pada halaman 11).

[12] A. Huang, C. Chen, K. Bian, X. Duan, M. Chen, H. Gao, C. Meng, Q. Zheng, Y. Zhang, B. Jiao, and L. Xie, "Wecare: An intelligent mobile telecardiology system to enable mhealth applications," IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 18, no. 2, pp. 693–702, 2014. (Dikutip pada halaman 11).

BIOGRAFI PENULIS

Risky Febiansyah, lahir pada 25 Febuari 1999 di Jakarta, merupakan anak kedua dari lima bersaudara. Penulis telah menempuh Pendidikan di SDN 15 Tebet (2004 – 2010), SMP Negeri 216 Jakarta (2010 – 2013), dan SMA Negeri 8 Jakarta (2013 – 2016). Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Departemen Teknik Komputer ITS. Selama masa perkuliahan, penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan seperti menjadi bagian dalam beberapa kegiatan event yaitu Electra, dan MAGE. Penulis juga sempat menjadi bagian dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Elektro ITS. Pada tahun ketiga hingga keempat, penulis mendapat amanah sebagai koordinator SC (*Instructor Committee*) pada acara INVERTER 2018 (*Integrated Value Character Training*). Penulis dapat dihubungi melalui email : riskifebiansyah@hotmail.com.

Halaman ini sengaja dikosongkan