ISSN: No. 1410 - 7066
Akreditasi: No. 83/DIKTI/Kep/2009

JURNAL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TELEKOMUNIKASI

JUNI 2012 VOLUME 17 - NOMOR 1

Kajian Nilai Peak to Average Power Ratio (PAPR) pada Bagian Legacy Signal Field Sistem Wireless LAN IEEE 802.11n
Hendra Setiawan 1 – 7

Analisis Performansi Self-Optimisation Cakupan dan Kapasitas Menggunakan Algoritma Heuristik di Lingkungan Radio Propagasi yang Berbeda (Studi Kasus 3G UMTS)
Yasir A. Saputro, Rina P. Astuti, Nachwan M. Adriansyah 8 – 14

Desain dan Implementasi Viterbi Decoder Soft Decision pada FPGA dengan Skema QPSK
Raditiana Patmasari, Heroe Wijanto, Iswahyudi Hidayat 15 – 21

Desain Transmitter OFDM-STBC pada VHDL
Sugondo Hadiyoso, Rina Pudji Astuti, Iswahyudi Hidayat 22 – 28

Pengembangan Metode Pemampatan Citra Diam Menggunakan Pustaka Basis Latih dan Representasi Sparse
Antonius Darma Setiawan, Andriyan Bayu Suksmono, Hendra Gunawan, Tati Mengko 29 – 36

Perancangan dan Implementasi Suatu Problem Based Learning di Dalam Lingkungan Virtual Kolaboratif Menggunakan Teknologi MMOG
Ferdinand Aruan, Ary Setijadi Prihatmanto, Hilwadi Hindersah, Kuspriyanto 37 – 45

Desain dan Implementasi Sistem Penerjemah Bahasa Isyarat Berbasis Webcam dengan Metode Linear Discriminant Analysis
Nelli Melinda Nasution, Iwan Iwut, Linda Meylani 46 – 52

Anomaly Detection pada Intrusion Detection System (IDS) Menggunakan Metode Bayesian Network
Oktavia Ari Marlita, Adiwijaya, Angelina Prima Kurniati 53 – 61

Analisis Degree Centrality dalam Social Network Analysis Menggunakan Probabilistic Affinity Index (PAI) pada Graf Berarah-Berbobot
Andi Sulasikin, Warih Maharani, Adiwijaya 62 – 68

Analisis Strategis Layanan Berbasis Data Flexi untuk Mempertahankan Bisnis Legacy Fixed Wireless Access
Gunawan Wibisono, Khaidar Subhan Rahman 69 – 75

Pengembangan Multisignal Remote Patient Monitoring System untuk Perawatan Pasien Jantung Menggunakan Tablet Berbasis Android dan Wireless LAN (IEEE.802.11 b/g)
Achmad Rizal, Harrison Palti August, Sugondo Hadiyoso, Jondri 76 – 84

Indeks Judul

INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM

DIREKTORAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM

PENGEMBANGAN *MULTISIGNAL REMOTE PATIENT MONITORING SYSTEM* UNTUK PERAWATAN PASIEN JANTUNG MENGGUNAKAN TABLET BERBASIS ANDROID DAN *WIRELESS* LAN (IEEE.802.11 b/g)

Achmad Rizal[1], Harrison Palti August[2], Sugondo Hadiyoso[3], Jondri[4]

[1,2,3] Fakultas Elektro dan Komunikasi, Institut Teknologi Telkom
[4]Fakultas Sains, Institut Teknologi Telkom
[1]arl@ittelkom.ac.id, [2]hanapitupulu@gmail.com, [3]sugondo.hadiyoso@gmail.com, [4]jdn@ittelkom.ac.id

Abstrak

Sinyal elektrokardiogram (EKG), photoplethysmogram (PPG) dan suhu tubuh adalah sinyal vital tubuh yang dipantau pada pasien jantung pada kondisi darurat. Biasanya ketiga sinyal ini dipantau menggunakan perangkat yang dinamakan *bedside monitor*. Dokter biasanya memantau kondisi kesehatan pasien melalui perangkat bedside monitor yang terpasang di sisi tempat tidur pasien. Pada penelitian ini dirancang perangkat tambahan untuk *bedside monitor* yang bisa mentransmisikan sinyal menggunakan protokol wireless LAN. Dengan demikian dokter tidak perlu mendatangi kamar pasien jika ingin melihat kondisi sinyal vital pasien. Perangkat yang dirancang terdiri dari perangkat keras untuk akusisi sinyal EKG, PPG dan suhu tubuh serta modul *wireless* LAN untuk transmisi data. Untuk penerima data, digunakan Tablet PC Android untuk menampilkan sinyal pasien. Dari pengujian didapat bahwa perangkat keras dan perangkat lunak telah bekerja dengan baik dengan jarak transmisi maksimum 45 meter untuk kondisi *line of sight* dan 20 meter untuk kondisi *non line of sight*. Sedangkan delay maksimum 5 detik.

Kata Kunci: EKG, PPG, Suhu Tubuh, *Monitoring*, *Wireless* LAN, Android

Abstract

Electrocardiogram (ECG), photoplethysmogram (PPG) and body temperature are vital signs monitored in emergency cardiac patient. Usually, the three signals were monitored using a device called bedside monitor. This device is mounted on the patient's bed side and doctor needs to come to monitor the patient's condition. In this study, we designed an auxiliary device to the bedside monitor replacement that can transmit signal using wireless LAN protocol. Thus physician does not need to go to patient's room for checking vital signal. The designed device consists of hardware for ECG, PPG, and body temperature acquisition along with wireless LAN module for data transmission. For data receiver, we use Android Tablet PC to display patient's signal. From device testing, we conclude that the hardware and software have worked well with a maximum transmission distance of 45 meters at line of sight and 20 meters at non line of sight. While the maximum delay at 5seconds.

Keywords: ECG, PPG, Body Temperatur, Monitoring, Wireless LAN, Android

1. Pendahuluan

Elektrokardiogram (EKG) merupakan suatu gambaran yang terbentuk sebagai hasil dari aktivitas listrik jantung. EKG diambil dengan memasang elektroda pada titik tertentu tubuh pasien. Sinyal EKG mempunyai bentuk spesifik sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan kondisi kesehatan jantung oleh ahli jantung. Sinyal EKG direkam menggunakan perangkat elektrokardiograf. Photoplethysmogram (PPG) adalah sinyal dari aktifitas dari pemompaan jantung yang diamati lewat sensor optik. EKG dan PPG biasanya dipantau terus menerus pada pasien selama perawatan di ruang perawatan intensif. Perangkat ini dinamakan dengan *bedside monitor*. Dokter memantau kondisi kesehatan pasien melalui perangkat ini.

Pada penelitian ini dirancang suatu perangkat serupa dengan *bedside monitor* dengan tambahan perangkat transmisi. Sinyal EKG, PPG dan suhu tubuh pasien diakusisi kemudian transmisikan untuk dipantau oleh dokter sekalipun tidak sedang berada di dalam ruang pasien. Dengan demikian diharapkan dokter tidak perlu terlalu sering untuk masuk ke ruang pasien jika hanya membutuhkan data sinyal vital pasien.

Dalam pentransmisian nirkabel data kondisi jantung diperlukan metode yang cocok dan efisien untuk diterapkan. Salah satunya yaitu dengan menggunakan transmisi *wireless LAN* (802.11b), alasan menggunakan jaringan ini karena *wireless LAN* sudah sangat umum digunakan dan perangkat yang dibutuhkan sangat mudah untuk didapatkan di pasaran. Bahkan pada komputer-komputer tertentu

standar *wireless LAN* sudah tertanam secara *default* pada perangkat komputer sehingga tidak diperlukan perangkat tambahan.

Pada penelitian ini, dirancang sistem monitoring EKG, PPG, dan Suhu yang ter-integrasi menggunakan wireless LAN dimana dengan sistem ini diharapkan pasien dapat tetap dapat dipantau kondisi jantungnya dan suhu tubuhnya tanpa harus ke ruangan pasien. Sebagai penampil digunakan Tablet PC sehingga mendukung mobilitas dari pengguna yaitu dokter.

2. Landasan Teori

2.1 Elektrokardiogram

Elektrokardiograf (EKG) merupakan suatu gambaran yang terbentuk sebagai hasil dari aktivitas listrik jantung. EKG diambil dengan memasang elektroda pada titik tertentu tubuh pasien. Sinyal elektrokardiograf mempunyai bentuk spesifik sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan kondisi kesehatan jantung oleh ahli jantung. Sinyal EKG direkam menggunakan perangkat elektrokardiograf [11]. Urutan terjadinya sinyal Elektrokardiograf sebagai berikut [8]:

a. Vektor depolarisasi (terjadi perubahan muatan listrik) kontraksi *atrium* dari *sinus atrialis* ke *nodulus atrio ventricularis* saat terjadi, menimbulkan gelombang P.
b. Gelombang R tanda akhir dari kontraksi *atria* dan awal dari kontraksi *ventrikel*.
c. Vektor yang timbul karena depolarisasi *ventrikel* membangkitkan *QRS* kompleks.
d. Vektor menimbulkan gelombang T disebabkan repolarisasi ventrikel.
e. Interval P-R adalah menandakan waktu dari permulaan kontraksi atrial sampai permulaan kontraksi ventrikel
f. Interval R-T menunjukkan kontraksi otot (*ventricel systole*), dan interval T-R menunjukkan adanya relaksasi otot (*ventricel diastole*).

Sebuah sinyal yang didapat dari EKG normal adalah seperti pada Gambar 1.

Pada dasarnya ada tiga teknik yang digunakan dalam elektrokardiografi yaitu [8] :

a. Standard Clinical EKG
   Menggunakan 10 elektroda (12 lead) digunakan untuk menganalisis kondisi kesehatan jantung pasien.
b. Vectorcardiogram
   Pemodelan potensial tubuh sebagai vektor 3 dimensi dengan menggunakan sadapan bipolar Einthoven. Pengambilan sinyal jantung melalui 3 titik tertentu pada tubuh.
c. Monitoring EKG
   Teknik ini menggunakan 1 atau 2 elektroda yang ditempatkan pada titik-titik tubuh tertentu. Teknik ini digunakan untuk memonitor pasien dalam jangka panjang.

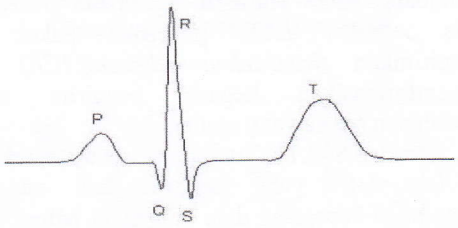
Sinyal EKG yang dianalisis adalah sinyal yang diambil menggunakan 3 *lead* sesuai dengan segitiga *Einthoven*. Pada sistem ini sinyal EKG tiap lead merupakan beda potensial antar anggota tubuh antara lain [9]:

a. *Lead I* : beda potensial antara LA (*left arm*) dengan RA *(right arm)*
b. *Lead II : beda potensial antara LL (left leg) dengan RA (right arm)*
c. *Lead III : beda potensial antara LL (left leg) dengan LA (left arm)*

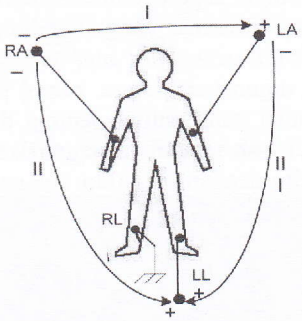
2.2 Fotopletysmograf

Plethysmograf (*Plethysmograph*) merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk mengukur perubahan volume darah di dalam suatu organ atau seluruh tubuh [9]. Biasanya merupakan hasil dari fluktuasi darah atau udara yang terkandung di dalamnya. *Fotoplethysmograf* (*Photoplethysmograph/PPG)* merupakan instrumen *plethysmograph* yang bekerja menggunakan sensor optik.

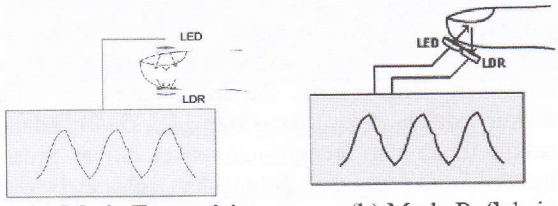
Dalam teknik PPG dikenal dua macam mode konfigurasi pemasangan sensor, mode transmisi dan mode refleksi seperti pada Gambar 3.



Gambar 1. Gelombang EKG Normal [11]



Gambar 2. Segitiga Einthoven [8]



(a) Mode Transmisi (b) Mode Refleksi.

Gambar 3. Mode Konfigurasi Pemasangan Sensor PPG [9]

2.3 Sensor Suhu

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt. LM35bisabisa menggunakan catu daya tunggal dengan arus sebesar 60 μA hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 °C pada suhu 25 °C .

2.4 Wireless LAN 802.11b

Wireless LAN merupakan standar teknologi untuk membuat hubungan antar komputer tanpa kabel [6]. Jaringan komputer tanpa kabel biasa disebut standar 802.11. *Wireless LAN* menggunakan gelombang udara untuk mengirimkan *frame* data. Pada *wireless LAN*, penerima paket harus mengirimkan *frameacknowledgment(ACK)* untuk menginformasikan kepada pengirim tentang penerimaan *frame* yang sesuai.

Standar 802.11b merupakan standar teknologi *Wireless LAN* yang pertama kali ada yang mempunyai kecepatan data hingga 11 Mbps. Angka kecepatan *transfer* data tersebut terutama tergantung kepada jarak antara pengirim dan penerima dan juga penghalang sinyal seperti tembok. Standar 802.11b menggunakan frekuensi yang diperbolehkan untuk ISM *(industrial, scientific, and medical)* 2,4GHz yang dapat digunakan secara bebas pada banyak negara. Kondisi yang paling penting dalam lisensi adalah kebebasan dalam menggunakan besarnya frekuensi yaitu dengan memiliki kekuatan transmisi maksimum sebesar 100mW.

2.5 Standar *Quality of Service* (QoS) pada Jaringan Wireless

Jaringan *wireless* memberikan syarat QoS untuk menjamin kualitas layanannya. Beberapa parameter jaringan ditentukan dalam range tertentu sehingga komunikasi yang terjadi masih dapat dilakukan dengan baik. Beberapa parameter yang diukur adalah *delay* dan *jitter* [4]. *Delay* adalah waktu tunda dari pengiriman paket akibat proses transmisi. *Delay* dapat dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$delay(s) = \frac{jumlah\ bit\ kirim}{Throughput} \quad (1)$$

Sedangkan *throughput* merupakan ukuran performansi jaringan yang dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$Throughput = \frac{jumlah\ bit\ yang\ dikirim}{total\ waktu\ pengiriman} \quad (2)$$

Jitter merupakan variasi *delay* yang terjadi pada jaringan IP [4]. Apabila nilai semakin besar maka performansi akan semakin buruk. Untuk itu nilai jitter harus sekecil mungkin. Jitter dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$average\ delay(s) = \frac{delay(s)}{Total\ paket\ pengiriman} \quad (3)$$

$$Jitter(s) = delay - average\ delay \quad (4)$$

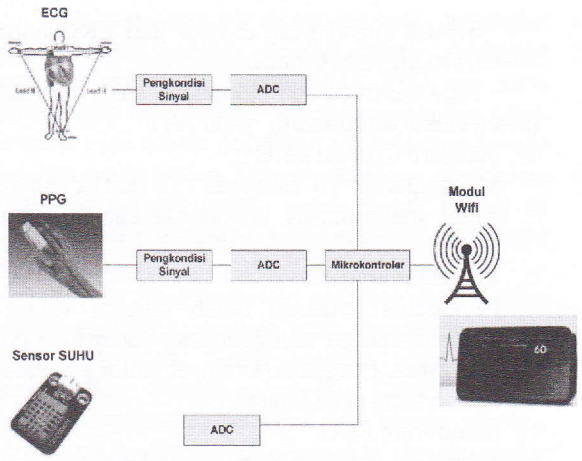
Nilai-nilai batas QoS untuk jaringan *wireless* seperti pada Tabel 1.

3. Desain Sistem

Sistem yang dirancang seperti pada Gambar 4. Sistem pemantau sinyal mengakuisisi 3 sinyal yaitu EKG, PPG dan suhu. Ketiga sinyal didigitalkan kemudian di multipleks di mikrokontroller selanjutnya diatur formatnya sehingga bisa ditransmisikan oleh modul WiFi. Untuk perangkat penerima, digunakan Tablet PC dengan sistem operasi android. Setelah sinyal diterima, sinyal didemultipleksing kemudian ditampilkan di Tablet PC.

Tabel 1. Batas QoS Parameter Jaringan *Wireless* [7]

IP QoS Class	Max Delay	Jitter	Max Data Rate	Max Packet Loss
Real time	150ms	10ms	5Kbps	1%
Priority	500ms	20ms	384Kbps	1%
Best Effort	n/a	n/a	384Kbps	3%



Gambar 4. Desain Sistem

3.1 Perangkat Pengkondisi Sinyal EKG

Sinyal EKG pasien diakusisi menggunakan elektroda kemudian dikuatkan dengan penguat biopotensial dan difilter menggunakan filter BPF dengan daerah kerja 0,5 – 40 Hz untuk menghilangkan noise frekuensi rendah dan noise 50 Hz dari jala-jala. Selanjutnya dilakukan filtering dengan filter LPF 20 Hz dan level dinaikkan dengan menggunakan adder sekitar 1 volt untuk menghilangkan bagian negatif dari sinyal EKG agar dapat diterima *oleh Analog to Digital Converter* (ADC) pada blok digital. Penguat biopotensial dirancang menggunakan AD620 dengan penguatan 200X seperti pada Gambar 5.

Pada tahap selanjutnya, sinyal difilter menggunakan filter LPF dengan frekuensi cut-off 20 Hz. Sekalipun sebenarnya range frekuensi sinyal EKG sampai 100 Hz, tetapi dari pengamatan informasi terbanyak terdapat pada frekuensi di bawah 20 Hz. Hal ini terlihat pada Gambar 6 yang menampilkan sinyal ECG normal dan rapat spektral dayanya.

Selanjutnya agar semua level tegangan dari sinyal EKG nilainya positif, dilakukan penambahan tegangan sebesar 1 volt menggunakan rangkaian adder. Rangkaian adder direalisasikan menggunakan OP07. Dari keseluruhan blok analog didapat sinyal EKG dengan rentang frekuensi 0,5 – 20 Hz dan level tegangan 0 – 4 Volt.

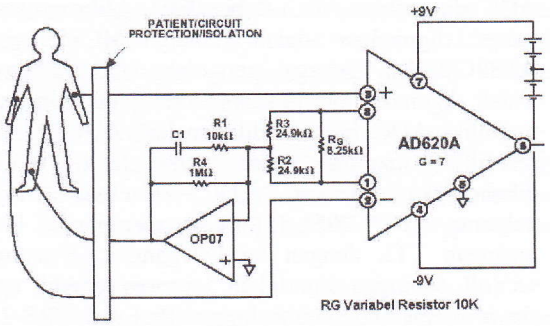
3.2 Perangkat Pengkondisi Sinyal PPG

Untuk mendeteksi adanya perubahan volume darah atau adanya aliran darah mdigunakan sensor cahaya yang dibuat menggunakan LED dan LDR di pasang pada jari tangan seperti pada Gambar 7. Perubahan volume darah pada jari akan menyebabkan perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh *Light Dependent Resistor* (LDR). Perubahan intensitas cahaya pada LDR akan menyebabkan fluktuasi nilai resistansi yang berakibat terjadinya fluktuasi tegangan.

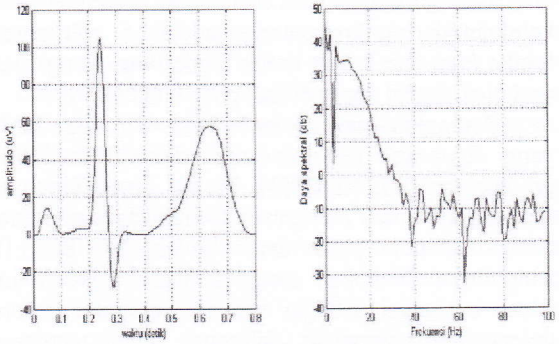
Frekuensi sinyal PPG berada pada rentang 0-20 Hz, dengan demikian perlu dirancang filter yang meloloskan frekuensi dibawah 20 Hz untuk menghilangkan *noise* frekuensi tinggi terutama *noise* 50 Hz yang dihasilkan oleh jala-jala listrik arus AC dari PLN.

3.3 Sensor Suhu

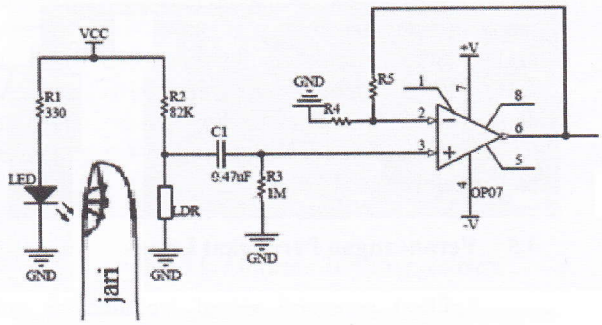
Sensor suhu ini digunakan untuk mengukur suhu tubuh sehingga dapat diketahui berapa suhu tubuh seseorang saat dilakukan pengukuran dengan alat ini. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu LM35 tipe LM35DZ. Agar mudah dalam penggunaannya, sensor ini letakkan pada tempat khusus seperti *ballpoint* sehingga mempermudah dalam pemasangannya.



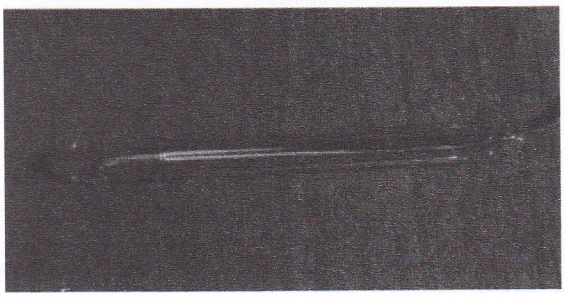
Gambar 5. Penguat Biopotensial [2]



Gambar 6. Sinyal EKG Normal dan Rapat Spektral Dayanya



Gambar 7. Rangkaian Sensor dan Penguat PPG



Gambar 8. Sensor Suhu

3.4 Blok Digital danModul WiFi

Bagian blok digital terdiri dari ADC, rangkaian mikroposesor dan sistem modem RS232. Untuk

ADC digunakan ADC 8 bit 0804. Mikroprosesor yang digunakan adalah keluarga MCS51 yaitu AT89C2051 sebagai pengolah data digitalnya. Tidak digunakannya mikroprosesor jenis lain yang memiliki ADC internal dikarenakan ADC internal memiliki *sampling rate* yang lebih rendah dibandingkan dengan ADC eksternal. Sinyal keluaran AT89C2051 [5] masih mempunyai level tegangan TTL dengan level tegangan -5 sampai +5Volt, sehingga diperlukan 1 proses terakhir agar sinyal memenuhi standar komunikasi serial RS-232 yaitu dengan level tegangan -15 sampai 15 volt. Proses ini dilakukan oleh IC MAX232 (biasa disebut dengan *line driver*). Spesifikasi keluaran dan masukan dari *line driver* adalah masukan dan keluaran dari mikrokontroler adalah 5 volt untuk logika *high* dan 0 volt untuk logika *low*. Rangkaian dari blok digital dapat dilihat pada Gambar 9.

Perangkat modul *embedded wireless* LAN yang digunakan penelitian ini adalah Wiz 610wi produk dari WIZNET®[3]. Modul ini mempunyai fungsi kerja untuk mengubah komunikasi data serial menjadi standar paket data *wireless* LAN802.11b yang dapat dilakukan secara real time. Modul ini dapat berfungsi sebagai sebuah komputer secara independen karena di dalamnya sudah terdapat prosesor, memori, 802.11b *transceiver*, dan koneksi serial dengan *bit rate* maksimal sebesesar 230.400 bps. Termasuk juga sistem operasi, *embedded web server*, dan TCP/IP protokol *stack*. Perangkat ini dapat langsung terhubung dengan PC atau laptop tanpa menggunakan *acces point*.Proses integrasi dimaksudkan utnuk menghubungkan perangkat EKG dengan modul *embedded wireless* LAN, dengan cara menghubungkan pin keluaran data RS-232 perangkat EKG dengan pin nomor 2 DB-9 pada modul Wiz 610wi.

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

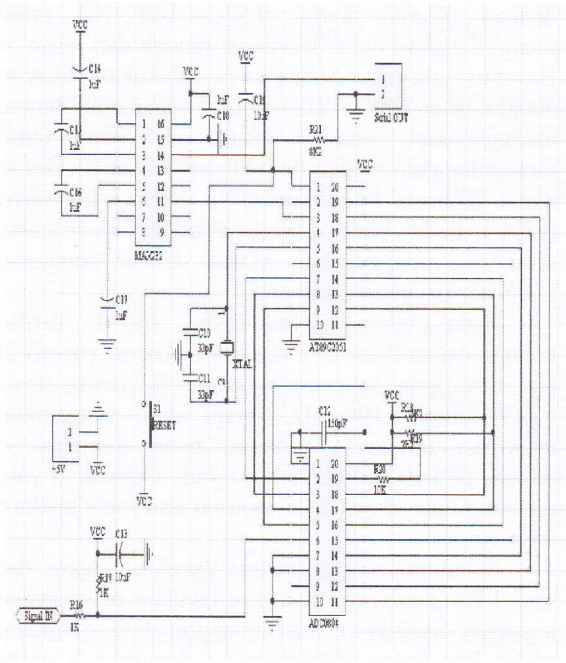
Aplikasi penampil sinyal jantung dan suhu tubuh direalisasikan ke dalam Tablet PC berbasis Android. Aplikasi ini akan terhubung dengan perangkat keras melalui jaringan WiFi. Aplikasi ini akan menerima data dan mendemultipleksing menampilkan data tersebut menjadi sebuah grafik. *Flowchart* dari program aplikasi yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 10.

Dalam pembuatan aplikasi Android *environment* yang diperlukan adalah[1]:

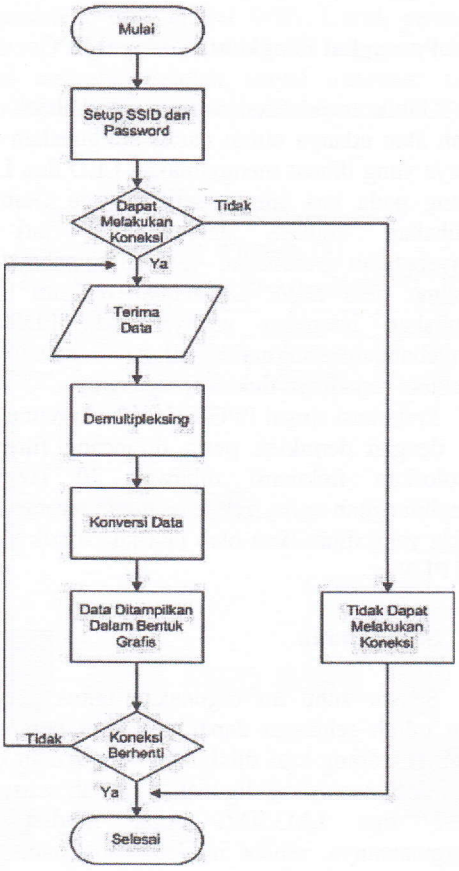
a. Android SDK (Perangkat lunak Development Kit).
b. Plugin ADT (*Android Development Tools*) untuk Eclipse.
c. AVD (*Android Virtual Device*) atau Emulator Android

Untuk menjalankan aplikasi dibutuhkan perangkat Android dengan spesifikasi minimum sebagai berikut:

a. *Processor* 1000 MHz.
b. Resolusi layar 600 x 1024 piksel.
c. RAM 592 MB.
d. Android OS 2.2.
e. Terhubung dengan WiFi.



Gambar 9. Sistem Digital



Gambar 10. Diagram Alir Aplikasi

Aplikasi dibuat untuk perangkat tablet PC yang berbasis android. Untuk mempermudah pembuatan maka aplikasi ini dibagi menjadi beberapa *Activity*. *Activity* ini merepresentasikan masing proses dari mulai aplikasi hingga menampilkan grafik. Activity yang dibuat yaitu *montoringjantungactivity*, *menuactivity* dan *penampil activity*

MonitorjantungActivity merupakan *Activity* utama saat aplikasi mulai dijalankan. *Activity* ini akan tampil selama 5 detik dengan menampilkan gambar statik. Setelah *activity* ini maka activity ini akan lanjut ke *MenuActivity*. Tampilan *MonitorjantungActivity* dapat dilihat pada Gambar 11.

Pada *menuActivity* ini ada tiga pilihan yang dapat dilakukan. Pilihan pertama adalah koneksi WiFi dengan menekan tombol *connect*. Sebelum mengkoneksikan WiFi dengan Tablet PC, beberapa parameter harus dimasukkan. Parameter ini antara lain SSID (service set identification) WiFi dan *password* WiFi agar tidak semua orang bisa menerima sinyal dari perangkat.

Pilihan kedua adalah *about* untuk pemberitahuan dasar mengenai program aplikasi monitoring jantung. Pilihan ketiga adalah keluar aplikasi dengan cara menekan tombol *exit*. Tampilan *MenuActivity* seperti Gambar 11.

Penampil Activity merupakan *activity* untuk menampilkan data kondisi pasien. Parameter yang ditampilkan antara lain: sinyal jantung (*EKG* dan *PPG*) dan suhu tubuh. Untuk data *EKG* dan *PPG* akan ditampilkan dalam bentuk grafik, sedangkan suhu tubuh ditampilkan dalam bentuk angka.

Untuk tombol pada *PenampilActivity* hanya ada tombol *start* dan tombol *exit*. Untuk tombol start untuk menjalankan proses penerimaan data dan menampilkan data tersebut. Tombol *exit* berfungsi untuk menghentikan proses penerimaan data dan keluar dari *penampilactivity*. Tampilan *PenampilActivity* dapat dilihat pada Gambar 13. Tampilan masih kosong karena belum ada sinyal yang diterima.

Data yang akan diterima merupakan data hasil multipleksing dari tiga buah data, yaitu data *EKG*, *PPG* dan suhu tubuh. Untuk itu diperlukan proses pemisahan data. Proses pemisahan atau parsing dilakukan secara *software*, yaitu dengan program di android. Data sample data yang diterima dapat dilihat pada Gambar 14. Data sampel yang ditampilkan merupakan hasil nilai kuantisasi. Nilai ini nantinya akan dikonversi menjadi nilai tegangan oleh aplikasi di Tablet PC. Karena menggunakan ADC 8 Bit dan tegangan referensinya 5 Volt maka nilai tegangan akan menjadi:

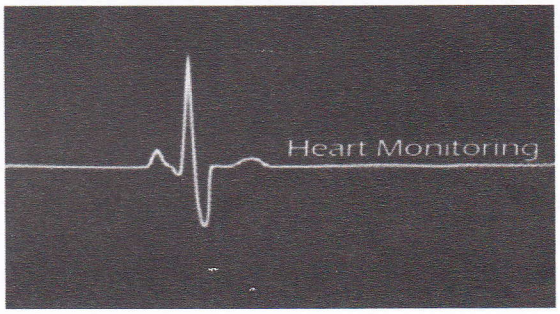
$$Tegangan(V) = \frac{x}{255} \times 5\,Volt \qquad (5)$$

Pada aplikasi ini selain *activity* utama ada juga *activity* yang tidak memiliki tampilan. *Activity* ini tidak memerlukan tampilan tetapi terhubung dengan *activity* utamanya. *Thread* mempermudah kerja *activity* atau user *interface* pada android. Adapun *thread* yang dibuat antara lain :

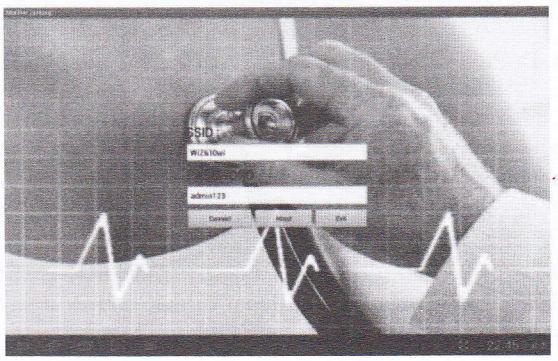
a. *Thread* WiFi
   Thread koneksi terhubung dengan *Menu Activity*. *Thread* WiFi berfungsi untuk membangun koneksi antara WiFi tablet PC dengan modul WiFi.
b. *Thread* proses
   Thread grafik akan terhubung dengan *Penampil Activity*. *Thread* proses ini akan mengolah data yang diterima.

Pada *thread* ini terbagi menjadi tiga proses. Proses pertama adalah penerimaan data. Setelah data diterima maka data ini akan diparsing terlebih dahulu menjadi 3 buah bagian. Setelah data ini dibagi maka maka akan dilakukan pengecekan terhadap data tersebut.

Proses kedua adalah konversi data yang diterima. Konversi ini untuk mengatur agar data yang diterima akan ditampilkan sesuai dengan amplitudo sinyal yang dikirimkan oleh alat pengkondisi sinyal. Proses ketiga adalah menampilkan data. Data yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka saja.



Gambar 11. ***Monitor Jantung Activity***



Gambar 12. ***MenuActivity***

4. Pengukuran dan Analisis

4.1 Perangkat pengondisi sinyal EKG

Keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal EKG dapat dilihat pada Gambar 15. Sinyal EKG

terlihat sesuai dengan bentuk sinyal EKG standar sehingga bisa dikatakan perangkat pengondisi sinyal EKG telah bekerja dengan baik.

4.2 Perangkat Pengondisi Sinyal PPG

Keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal PPG dapat dilihat pada Gambar 16. Sinyal PPG terlihat bersih dari noise, seluruh filter dan penguat yang dirancang telah bekerja dengan baik.

Pengujian ini dilakukan dengan berbagai kondisi seperti *line of sight* (LOS) dan *non line of sight* (NLOS). Untuk kondisi LOS, sistem diuji pada lorong tanpa halangan apapu sedangkan untuk kondisi NLOS perangkat diletakkan dalam 1 ruangan dan perangkat penerima dipasang dipasang diluar ruangan.

Untuk implementasi pengukuran parameter *jitter*, dan *delay* dilakukan menggunakan aplikasi *wireshark*. Hasilnya dapat lihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Dari pengujian WiFi dapat dilihat bahwa adanya pengaruh jarak terhadap delay dan jitternya. Begitu juga untuk pengiriman data dengan penghalang (NLOS). Untuk jarak terjauh adalah jarak 45 m untuk komunikasi dengan kondisi LOS dan jarak 20 untuk kondisi NLOS. Jarak maksimum ini dipilih dengan jitter jauh di bawah batasan pada Tabel 1 untuk menjaga agar sinyal EKG yang diterima bebas *error*.

4.3 Pengujian Penggunaan RAM

Pengujian penggunaan RAM berfungsi untuk melihat pengaruh aplikasi terhadap RAM *device* yang digunakan.

Berdasarkan pengujian RAM dapat dilihat bahwa program aplikasi ini tidak terlalu membutuhkan alokasi RAM yang besar. Sehingga aplikasi ini tidak akan terlalu membebani perangkat *tablet* pc android yang digunakan.

4.4 Pengujian Performansi Aplikasi

Pengujian performansi aplikasi adalah pengujian untuk melihat waktu yang dibutuhkan oleh sebuah *activity* untuk menjalankan fungsinya. Pengamatan ini dilakukan dengan bantuan aplikasi *Eclipse* yang terhubung dengan *tablet* PC. Tabel hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5. Dari data tabel tersebut maka dapat dilihat bahwa delay yang terjadi +/- 5 detik.

4.5 Pengujian Penampil Sinyal

Pada bagian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk memproses data yang dikirimkan hingga ditampilkan di *tablet pc* android.Pada pengujian penampil sinyal diperoleh waktu proses rata – rata adalah sebesar 36,3 ms.

4.6 Pengujian pembangunan koneksi WiFi

Pengujian pembangunan koneksi WiFi ini bertujuan untuk mengetahui apakah program aplikasi sudah dapat membangun koneksi dengan modul WiFi secara *peer to peer*. Selain itu juga diamati waktu yang dibutuhkan oleh program aplikasi untuk membangun koneksi WiFi.

Tabel 2. Pengukuran Kondisi LOS

Jarak (m)	Delay (ms)	Jitter (ms)
15	9,5	0,95
30	13,27	1,7
45	15,07	2,42

Tabel 3. Pengukuran Kondisi NLOS

Jarak (m)	Delay (ms)	Jitter (ms)
10	15,48	2,63
20	16,66	2,74

Tabel 4. Tabel Perbandingan Kondisi RAM

Tipe	RAM SIZE (MB)		
	Sebelum	Sesudah	Selisih
Samsung Tab P1000	279,09	299,5	20,41
Samsung Tab P5510	521,26	526,22	5,94
Rata - rata 13,175 MB			

Tabel 5. Tabel Pengujian perfomansi aplikasi

No	Activity	Rata-rata waktu respon (dalam ms)
1.	MonitorJantungActivity	4998
2.	MenuActivity	468
3.	PenampilActivity	77
4.	Tombol About	42

Tabel 6. Performansi dari Penampil Sinyal

Pengukuran ke-	waktu (ms)	Pengukuran ke-	waktu (ms)	Pengukuran ke-	waktu (ms)
1	70	11	45	21	31
2	54	12	32	22	39
3	36	13	34	23	34
4	41	14	92	24	31
5	34	15	40	25	26
6	27	16	26	26	32
7	37	17	31	27	27
8	31	18	31	28	42
9	28	19	30	29	21
10	30	20	31	30	26
Rata - rata (ms)					36,3

Tabel 7. Pengujian Pembangunan Koneksi WiFi

Pengukuran ke-	waktu (ms)	Pengukuran ke-	waktu (ms)	Pengukuran ke-	waktu (ms)
1	2125	11	2143	21	2116
2	2126	12	2135	22	2132
3	2099	13	2121	23	2108
4	2098	14	2123	24	2103
5	2138	15	2108	25	2092
6	2140	16	2146	26	2099
7	2117	17	2120	27	2148
8	2091	18	2134	28	1229
9	2124	19	2116	29	2088
10	2141	20	2091	30	2147
Rata - rata (ms)					2089,93

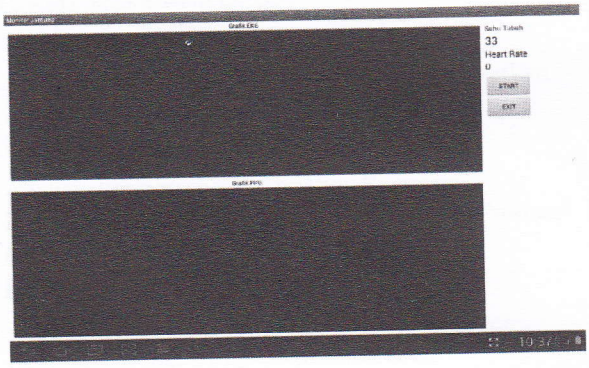
Waktu rata – rata untuk melakukan koneksi WiFi adalah sebesar 2089,93 ms.

4.7 Pengujian Keseluruhan Sistem

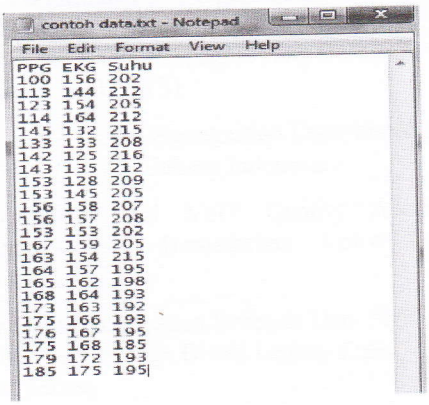
Tampilan aplikasi yang menampilkan sinyal hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 17. Sinyal EKG ditampilkan secara *real-time* pada bagian atas dan sinyal PPG ditampilkan dibawahnya. Sedangkan hasil pengukuran suhu ditampilkan di sisi kanan atas.

Perangkat lunak dan perangkat lunak yang dibangun telah bekerja dengan baik. Perangkat keras yang dibangun telah dapat mengakuisis sinyal EKG, PPG dan suhu secara simultan serta mengirimkannya ke Tablet PC. Aplikasi yang ditanam di Tablet PC telah mampu menerima sinyal yang dikirimkan dan menampilkannya sesuai dengan data kirim. Jarak maksimum untuk kondisi LOS mencapai 45 meter sedangkan untuk kondisi NLOS mencapai 20 meter. Waktu rata-rata untuk pembangunan hubungan WiFi sekitar 2 detik dan waktu respon aplikasi saat dijalankan sekitar 5 detik.

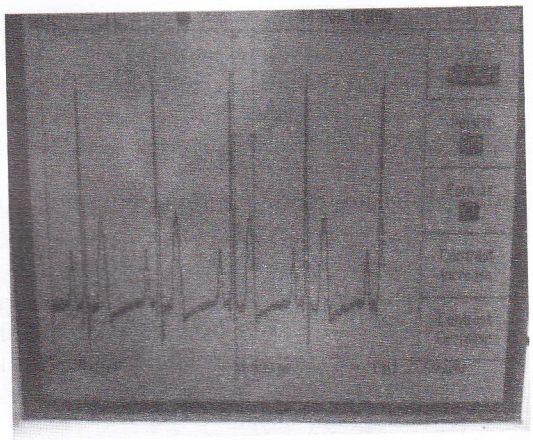
Beberapa permasalahan yang belum bisa dipecahkan dalam penelitian ini adalah sifat koneksi yang baru point-to-point, artinya 1 perangkat hanya bisa terhubung dengan 1 tablet PC. Hal ini dikarenakan modul wireless LAN digunakan hanya mendukung koneksi *point-to-point*. Pada penelitian lanjukan akan diupayakan supaya satu Tablet PC bisa memonitor lebih dari satu perangkat.



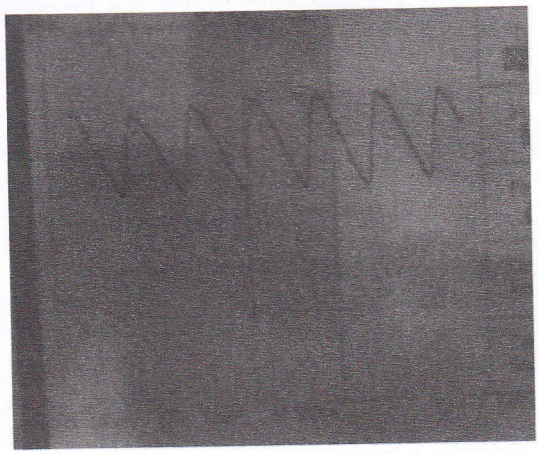
Gambar 13. ***Penampil Activity***



Gambar 14. ***Sample*** **Data** ***Multiplexing***

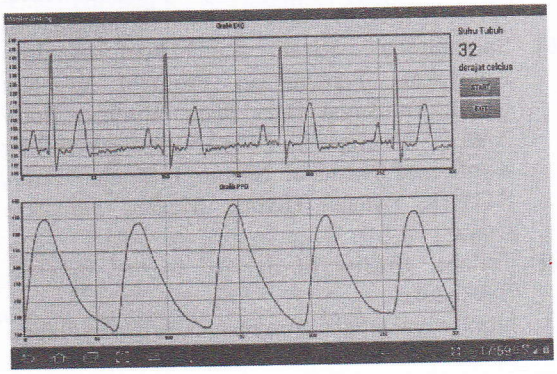


Gambar 15. Keluaran Pengkondisi Sinyal di Osiloskop



Gambar 16. Keluaran Pengkondisi Sinyal PPG di Osiloskop

4.8 Pengujian WiFi



Gambar 17. Tampilan Aplikasi yang Dibuat

5. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Perangkat keras yang dibuat telah mampu mengakuisisi sinyal EKG, PPG dan suhu secara simultan dan mengirimkannya menggunakan modul WiFi.

2. Jarak maksimum yang dapat dijangkau oleh modul WiFi adalah sejauh 45 m untuk komunikasi LOS dan sejauh 20 m untuk komunikasi NLOS. Jarak ini masih realistis jika diaplikasikan ke kamar atau bangsal suatu rumah sakit.
3. Aplikasi penampil sinyal yang dibuat sudah menampilkan sinyal EKG dan sinyal PPG dengan benar.
4. Pemrosesan data dari membaca data hingga menampilkan data dalam bentuk grafik adalah 36,3 ms. Dengan demikian aplikasi data tidak membutuhkan waktu yang lama untuk menampilkan grafik sinyal.
5. Berdasarkan pengujian fungsionalitas dapat disimpulkan bahwa program telah dapat berjalan dengan baik dan penggunaan RAM antara 5,94 - 20,1 MB sehingga tidak membebani perangkat Andoid yang digunakan.

Daftar Pustaka

[1] Android Developer Guide: http://developer.Android.com. Diakses pada tanggal 22 Februari 2012.

[2] Datasheet AD620., http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD620.pdf, diakses terakhir tanggal 1 Mei 2011

[3] Datasheet WIZ619wi, http://www.wiznet.co.kr/en/'WIZ610wi_Quick_Installation_Guide_Eng_.pdf diakses terakhir tanggal 1 Juli 2011

[4] Ikawati, Y. , Siswandari, N.A., Puspitorini, O., 2011, Analisa Interferensi Elektromagnetik PadaP ropagasi Wi-Fi Indoor, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

[5] Putra, A E (2002). Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55. Gava Media. Yogyakarta.

[6] Suryani, V., Rizal, A., (2010), Analisis Kelayakan Penggunaan Protokol Wireless Untuk Transmisi Data Pada Wireless Body Area Network (WBAN), Proceeding Konferensi Nasional Sistem Informasi 2011, STIMIK Potensi Utama, Medan, Sumatera Utara

[7] Tellabs, Quality of Service in the Wireless Backhaul, http://www.tellabs.com/resources/papers/tlabqoswirelessbackhaul.pdf diakses terakhir tanggal 2 April 2012

[8] Tompskin, W. J (1993), Biomedical Signal Processing, Prentice Hall, New Jersey

[9] Webster, J. G. (1998). Medical Instrumentation Application and Design, John Wiley & Son,Inc, New York

[10] Webster, J. G. (2004). Bioinstrumentation, John Wiley & Son,Inc, Singapore

[11] Widjaja, S (1990). EKG Praktis, Binarupa Aksara, Jakarta.