

SISTEM MONITORING DETAK JANTUNG DAN LOKASI PASIEN

I Ketut Resika Arthana¹, I Made Ardwi Pradnyana², Desak Putu Yuli Kurniati³

^{1,2} Jurusan Pendidikan Teknik Informatika

³Program Studi Kesehatan Masyarakat

^{1,2} Fakultas Teknik dan Kejuruan

³Fakultas Kedokteran

^{1,2} Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja Indonesia

³Universitas Udayana, Denpasar Indonesia

resika@undiksha.ac.id, ardwi.pradnyana@undiksha.ac.id, desak.yuli@unud.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring detak jantung dan lokasi pasien untuk memantau kesehatan manusia. Salah satu aspek penting dalam kesehatan manusia adalah mendeteksi detak jantung. Penderita penyakit jantung seringkali mengalami gangguan secara tiba-tiba dan perlu penanganan yang cepat. Oleh karena itu diperlukan suatu teknologi untuk bisa mendeteksi detak jantung pasien serta bisa memberikan pemberitahuan ketika terjadi permasalahan pada jantung pasien. Pemberitahuan tersebut berupa ukuran detak jantung pasien yang akan dikirimkan ke keluarga atau dokter keluarga dari pasien sehingga bisa mendapatkan penanganan yang cepat. Selain itu, lokasi pasien i perlu diketahui agar bisa segera mendapatkan pertolongan. Pada penelitian ini dikembangkan sistem untuk mendeteksi detak jantung dan pemberian notifikasi berupa lokasi pasien saat ini. Tahapan penelitian ini meliputi Analisa teknologi dan analisa aspek-aspek yang perlu diperhatikan pada pasien, Desain arsitektur sistem, Pengembangan aplikasi pendukung dan sensor, Implementasi aplikasi pada sensor serta Evaluasi sistem. Pada tahap analisa dilakukan identifikasi kebutuhan teknologi baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunak untuk mendeteksi detak jantung dan lokasi pasien yang kemudian dirancang arsitektur pada tahapan design. Pengembangan dilakukan dengan merangkai perangkat-perangkat tersebut sehingga menjadi peralatan untuk mendeteksi detak jantung dan lokasi pasien. Uji coba dilakukan dengan membandingkan dengan perangkat sejenis. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 5 responden, diperoleh rata-rata perbedaan antara alat yang dikembangkan dengan tensimeter manual yaitu 1.5 BPM, sedangkan rata-rata perbedaan antara alat yang dikembangkan dengan pengukuran manual sebesar 2.8 BPM. Akurasi posisi pasien sekitar 20 meter, tergantung posisi pasien saat ini apakah didalam ruangan ataupun diluar ruangan. Sedangkan respon terhadap request ukuran detak jantung berkisar 1.5 menit

Kata kunci: Sensor Detak Jantung, Arduino, GPS

Abstract

This research aimed to develop heart rate monitoring system and the patient location to monitor human health. One important aspect of human health is detecting the heart rate. People with heart disease are often to have sudden heart attack and it has to be helped quickly. Therefore, it is needed a technology that can detect the heart rate of the patient and give notification when a problem occurred within the heart. The notification can be heart rate measurement of the patient that will be sent to family or family doctor of the patient, so that the patient can have quick help. Besides that, the location of the patient should be known in order to get a quick help. In this research, a system to detect the heart rate and notification of patient's location was developed. The research stages included technology analysis and some aspects analysis of the patient that should be considered, system architecture design, supporting application development and sensor, application implementation on the sensor, and system evaluation. At analysis stage, technology needs identification was done, both hardware and software to detect the heart rate and patient location which then was designed by the architect at design stage. The development was done by assembling those software and hardware into a device to detect the heart rate and patient location. The test was done by comparing with a similar device. Based on the test result toward 5 respondents, the average difference between the developed device and manual tension meter was 1.5 BPM, while the average difference between the developed device and manual measurement was 2.8 BPM. Patient position accuracy was about 20 meters, depending on the current patient position

whether inside the room or outside the room. Meanwhile, the respond toward the request of heart rate measurement was around 1.5 minutes

Keywords : Heart Rate Censor, Arduino, GPS

PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan keadaan sejahtera dari badan, jiwa dan sosial yang memungkinkan setiap orang hidup secara sosial dan ekonomis. Kesehatan merupakan aset terpenting dalam hidup manusia, untuk itu menjaga kesehatan adalah prioritas utama dan diperlukan perhatian serius. Bidang ilmu kesehatan berkembang sangat pesat baik dari sisi kedokteran maupun bidang ilmu lain yang mendukung seperti farmasi, kimia, biologi dan lain sebagainya. Tidak ketinggalan bidang teknologi khususnya teknologi informatika turut berperan penting untuk memonitoring, menjaga, mendiagnosa dan memajemen data kesehatan.

E-Health merupakan salah satu implementasi teknologi dalam dunia kesehatan. Menurut (WHO, 2016), E-Health merupakan pemanfaatan peralatan elektronik untuk mengelola sumber daya kesehatan dan pemeliharaan kesehatan. Secara garis besar E-Health mencakup tiga area utama yaitu pertama untuk penyampaian informasi kesehatan untuk profesional kesehatan dan pemanfaat informasi kesehatan menggunakan internet dan perangkat telekomunikasi. Kedua, E-Health memanfaatkan perkembangan teknologi informasi dan E-Commerce untuk meningkatkan pelayanan kesehatan. Ketiga, E-health menggunakan E-Commerce dan E-Business untuk memajemen sistem kesehatan.

Penelitian ini mengambil topik E-Health terutama untuk memonitoring lokasi pasien dan detak jantung pasien. Pendeteksian detak jantung secara realtime dan berlanjut sangat penting dilakukan untuk mengetahui kondisi kesehatan pasien. Disisi lain, lokasi pasien saat ini sangat penting diketahui untuk memastikan bahwa pasien berada pada lokasi yang aman, tidak berbahaya dan tidak tersesat. Beberapa penelitian sebelumnya yang mendukung penelitian ini adalah Pemanfaatan Xbee Wireless Sensor Network untuk memonitor detak jantung

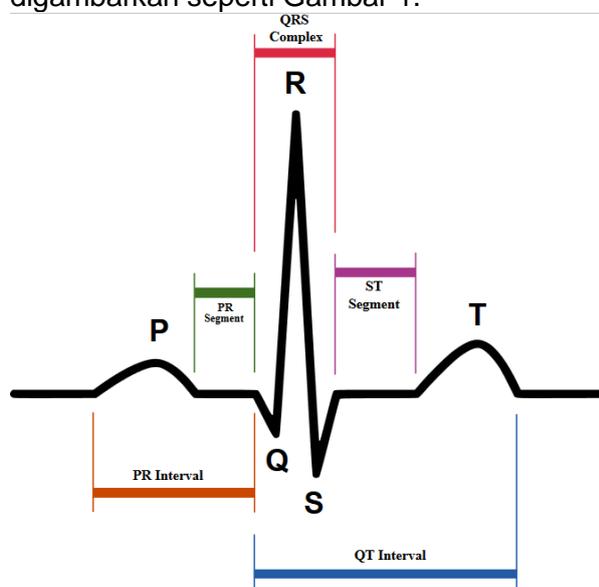
pada Olah Raga (N.S.A.Zulkifli; F.K.Che Harun; N.S. Azahar, 2012). Penelitian ini berfokus mendeteksi data detak jantung atlit untuk menentukan sesi training yang harus diikuti. Penelitian ini memanfaatkan WSN sehingga memungkinkan memantau atlit secara simutan. Pada penelitian ini memanfaatkan Arduino -Nano yang dihubungkan dengan nRF24API dan Xbee Wireless. Penelitian lainnya adalah Pemantau Sinyal Vital Pasien Nirkabel Menggunakan Protokol Zigbee Pada Platform E-Health (Philip Tobianto Daely, 2015). Sinyal yang dipantau adalah EKG, laju detak jantung, laju pernafasan, saturasi oksihgen dan suhu tubuh. Penelitian ini juga menggunakan protokol ZigBee. Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui kondisi pasien dari jarak jauh.

Pada penelitian ini akan dikembangkan sistem untuk memonitoring detak jantung dan lokasi pasien pada E-Health. Penelitian ini mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya tentang pendeteksian detak jantung yang dikombinasikan pada deteksi lokasi pasien saat ini. Deteksi lokasi sangat penting terutama pada pasien manula agar terhindar dari kejadian yang tidak diinginkan seperti tersesat, terkunci dikamar mandi atau terjatuh.

Pada penelitian ini dikembangkan perangkat dengan menggunakan board Arduino yang dikoneksikan dengan sensor detak jantung, modem GSM dan GPS. Sensor detak jantung dipasang pada ujung jari, pergelaran tangan atau pada daun telinga. Sensor mendeteksi detak jantung manusia yang kemudian diproses oleh Arduino sehingga bisa direpresentasikan dalam bentuk BPM (Beat per Menit). Jika detak jantung ada pada kriteria tertentu maka perangkat akan mengirim pesan SMS ke keluarga pasien melalui modem GSM. Selain itu dikirim juga koordinat posisi pasien saat ini yang didapatkan dari komponen GPS dan direpresentasikan dalam bentuk URL Google Maps.

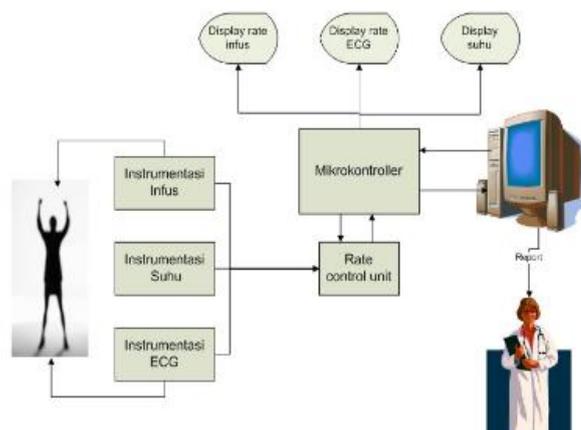
Studi Literatur

Jantung merupakan organ yang vital dalam tubuh manusia. Fungsi utama jantung adalah untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Pengukuran aktivitas pemompaan darah oleh jantung menggunakan peralatan elektrokardiograf (ECG) yang menghasilkan grafik yang disebut dengan Elektrokardiogram. Elektrokardiogram merupakan grafik aktivitas listrik otot jantung yang ditampilkan pada elektrokardiograf. Cara kerja elektrokardiograf adalah dengan meletakkan elektrode pada permukaan tubuh yang sesuai. Elektrode ini akan merekam tegangan listrik yang dihasilkan oleh otot jantung. Elektrokardiogram diperoleh sesuai dengan depolarisasi serambi dan bilik. Contoh elektrokardiogram normal digambarkan seperti Gambar 1.



Gambar 1. ECG Normal (Atkielski, 2007)

Salah satu penelitian terkait tentang pendeteksian detak jantung adalah pengembangan alat bantu monitoring rate jantung, suhu tubuh dan kontrol tetesan infus pada ruang perawatan rumah sakit (Adil, 2011). Pada penelitian ini detak jantung dikombinasikan dengan informasi suhu tubuh dan tetesan infus untuk mengetahui kesembuhan pasien. Produk dari penelitian ini memberikan laporan kepada dokter atau tenaga medis lain sehingga bisa menjadi acuan untuk membuat keputusan yang diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram alat bantu monitoring rate jantung, suhu tubuh dan kontrol tetesan infus pada Ruang perawatan rumah sakit (Adil, 2011)

Monitoring jantung sangat penting dilakukan terutama pada pasien yang menderita penyakit jantung koroner. Penyakit yang disebabkan Aterosklerosis Koroner ini terjadi karena adanya penyumbatan akibat penumpukan lemak jaringan fibrin pada pembuluh koroner yang menyebabkan berkurangnya aliran darah pada miokard. Pada pasien dengan penyakit jantung koroner yang sedang rawat jalan, perlu dilakukan monitoring secara berkelanjutan tanpa mengganggu aktifitas pasien tersebut. Monitoring pasien secara berkelanjutan dan tanpa mengganggu aktifitas pasien bisa dilakukan dengan teknologi wireless. Pada penelitian yang berjudul Identifikasi Sinyal Jantung Koroner Dan Perancangan Sistem Monitoring Rekam Medis Online dirancang suatu perangkat yang bisa memonitoring sinyal jantung (Adil, 2009). Sesuai rancangan arsitekturnya, informasi sinyal jantung pasien terkirim ke rumah sakit. Peralatan yang digunakan untuk mendeteksi sinyal jantung berupa rangkaian sensor pendeteksi sinyal ECG (secara spesifik tidak disebutkan peralatannya), rangkaian akuisisi data (sistem mikrokontroler, LCD Display, ADC, alarm dan lain sebagainya). Sedangkan protokol komunikasi menggunakan modul wireless X bee-pro + komunikasi 2 arah.

Penelitian lain yang terkait adalah Perancangan Pengukur Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Berbasis Arduino Serta Smartphone Android (Wijaya & Khalilullah,

2010). Luaran penelitian ini masih dalam tahapan prototipe. Penelitian ini menggunakan sensor detak jantung dan suhu tubuh dan ditampilkan pada aplikasi smartphone. Produk penelitian ini belum membahas tentang analisa detak jantung dan suhu tubuh serta monitoring dari jarak jauh.

Terjadinya denyut nadi disebabkan karena aktifitas pada detak jantung yang memompa darah ke seluruh tubuh. Pada umumnya pengukuran detak jantung menggunakan alat yang disebut dengan ECG (Electrocardiogram). Namun seiring berkembangnya teknologi, pengukuran denyut jantung bisa juga menggunakan teknik *Photoplethysmography* (PPG). PPG bisa mendeteksi detak jantung karena adanya perubahan warna yang terjadi karena perubahan volume darah pada mikrovaskular. Penelitian pemanfaatan PPG untuk mendeteksi detak jantung sudah banyak dilakukan diantaranya (Adil, 2009) . Pemanfaatan metode PPG bisa dilakukan dengan kamera smartphone. (Suryanto, 2017) melakukan penelitian dengan memanfaatkan kamera *Smartphone* untuk mendeteksi detak jantung dengan cara merekam aliran volume darah pada jari yang ditempel pada *Flash Led Smartphone*. Rekaman tersebut dianalisa dengan *Discrete Fourier Transform* (DFT). Penelitian ini menyatakan bahwa sinyal PPG yang merupakan representasi dari aktifitas denyut nadi manusia yang terdeteksi pada video yang direkam menggunakan kamera utama smartphone . Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang cukup tinggi (0,9) antara data HR yang diukur berdasarkan sinyal PPG yang terdeteksi pada video dengan data HR referensi. Namun seiring perkembangan teknologi, terdapat sensor yang bisa dimanfaatkan secara langsung untuk mendeteksi detak jantung dengan teknik PPG seperti KY-039 dan PulseSensor.com.

Maksimum detak jantung manusia kira-kira 220 dikurangi dengan umur saat ini. (heart.org, 2018). Target detak jantung manusia selama beraktivitas sedang kira-kira sekitar 50-70% dari maksimum detak jantung. sedangkan pada aktivitas berat berikisar antara 70-85% dari maksimum

detak jantung. Rata-rata detak jantung yang ditargetkan dan berdasarkan umum dipaparkan pada Tabel 1

Tabel 1. Rata-rata detak jantung manusia

Age	Target Zone 85%	HR Average 50- Maximum Heart Rate, 100%
20 years	100-170 beats per minute (bpm)	200 bpm
30 years	95-162 bpm	190 bpm
35 years	93-157 bpm	185 bpm
40 years	90-153 bpm	180 bpm
45 years	88-149 bpm	175 bpm
50 years	85-145 bpm	170 bpm
55 years	83-140 bpm	165 bpm
60 years	80-136 bpm	160 bpm
65 years	78-132 bpm	155 bpm
70 years	75-128 bpm	150 bpm

METODE

Tahapan penelitian ini meliputi Analisa teknologi dan analisa aspek-aspek yang perlu diperhatikan pada pasien, Desain arsitektur sistem, Pengembangan aplikasi pendukung dan sensor, Implementasi aplikasi pada sensor serta Evaluasi sistem

Pada tahap analisa, ditentukan kebutuhan fungsional dari sistem yang dikembangkan yaitu :

1. Sistem bisa mendeteksi detak jantung pasien
2. Sistem bisa mendeteksi lokasi pasien
3. Sistem bisa mengirim notifikasi ke keluarga pasien

Berdasarkan kebutuhan fungsional di atas maka peralatan yang dibutuhkan dan spesifikasinya seperti pada Tabel 2

Tabel 2. Peralatan yang dibutuhkan

Kebutuhan Fungsional	Peralatan	Spesifikasi
----------------------	-----------	-------------

Sistem mendeteksi detak jantung pasien	bisa	Sensor Detak Jantung	Teknologi PPG, KY-039, pulsesensor.com
Sistem mendeteksi lokasi pasien	bisa	GPS	GPS NEO-6M Module
Sistem mengirim notifikasi ke keluarga pasien	bisa	GSM	GSM SIM 800L Module

pada jari. Cara kerja KY-039 adalah ketika

Paramater	Nilai
Mikrokontroler	Atmel ATmega168 atau ATmega328
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage (disarankan)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	14 (6 pin digunakan sebagai output PWM)
Pins Input Analog	8
Arus DC per pin I/O	40 mA
Flash Memory	16KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB digunakan oleh Bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) atau 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 byte (ATmega168) atau 1KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Ukuran	1.85cm x 4.3cm

Berdasarkan analisa di atas, adapun komponen utama yang diperlukan untuk mengembangkan Sistem Monitoring Detak Jantung dan Lokasi Pasien meliputi Sensor Detak Jantung, KY-039, GPS NEO-6M Module dan GSM SIM 800L Module. Sedangkan komponen pendukung lainnya meliputi Arduino Nano V3, LCD OLED Display, PCB, Pin Header, Molex Connector, Mini Switch, Battery dan kabel jumper.

a. Arduino Nano v3



Gambar 3. Arduino Nano

Arduino Nano merupakan mikrokontroler berukuran kecil dengan basis mikrokontroler ATmega328 (Untuk versi 3x). Adapun spesifikasi detail dari Arduino Nano versi 3x dipaparkan pada Tabel 3

Tabel 3. Spesifikasi Arduino Nano

b. Sensor Detak Jantung KY-039

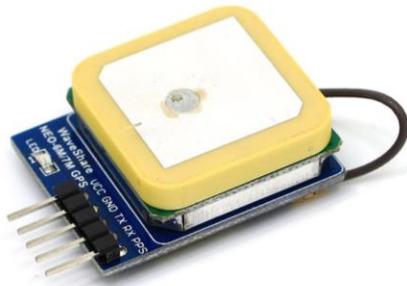
KY-039 merupakan sensor yang mendeteksi detak jantung menggunakan phototransistor. KY-039 menggunakan LED inframerah dan phototransistor untuk mendeteksi gelombang

LED menyala pada sisi atas jari, dan phototransistor berada ada sisi lainnya . Phototransistor digunakan untuk menangkap gelombang yang dipancarkan LED inframerah. Ketika ada aliran darah maka terdapat perbedaan cahaya yang ditangkap oleh phototransistor. Gambar sensor Detak Jantung KY-039 terlihat pada Gambar 4



Gambar 4, Sensor KY-039

c. GPS NEO-6M Module



Gambar 5. GPS Neo-6M Module



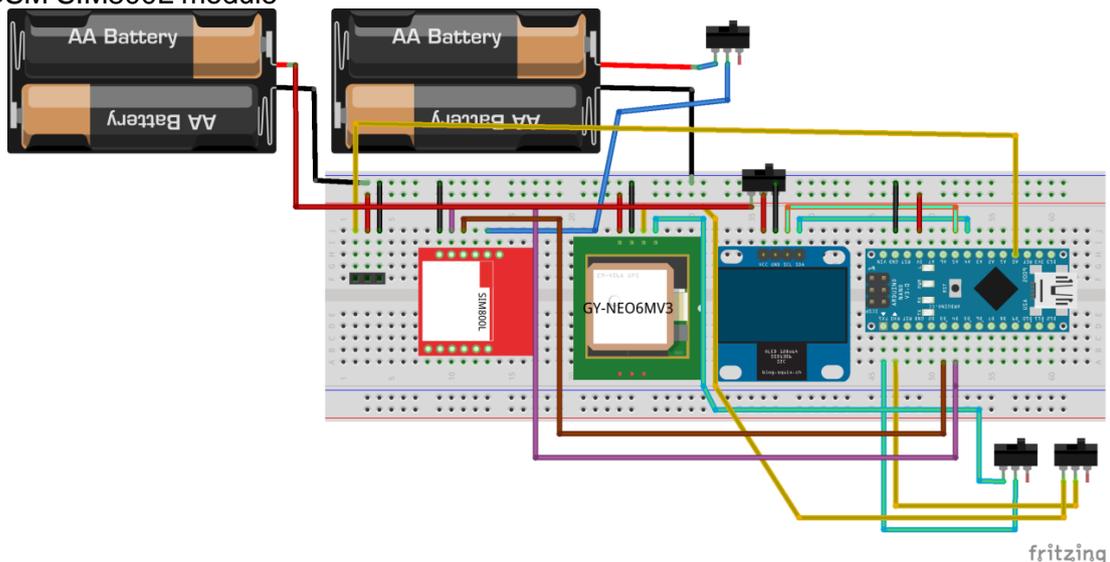
Gambar 6. Module GSM SIM800L

Merupakan modul GPS yang sudah diperbaharui untuk mendapatkan informasi posisi terbaik. Adapun spesifikasi teknisnya adalah Standalone GPS receiver, SuperSense Indoor GPS: -162 dBm tracking sensitivity, Anti-jamming technology, Support SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN), u-blox 6 50 channel positioning engine with over 2 million effective correlators, Timepulse, 5Hz position update rate, Operating temperature range: -40 TO 85°C dan UART TTL sockets

SIM800 merupakan Module GSM yang banyak digunakan oleh komunitas Arduino. SIM800 menggunakan AT Command untuk berkomunikasi. Alat ini dimanfaatkan untuk mengirim SMS, menelpon dan komunikasi data.

Komponen elektronik tersebut kemudian dirangkai sesuai dengan pin bersesuaian. Rangkaian komponen tersebut sehingga bisa berfungsi menjadi alat sistem pendeteksi detak jantung terlihat pada Gambar 7

d. GSM SIM800L module



Gambar 7. Rancangan Alat Sistem Pendeteksi Detak Jantung

HASIL DAN PEMBAHASAN

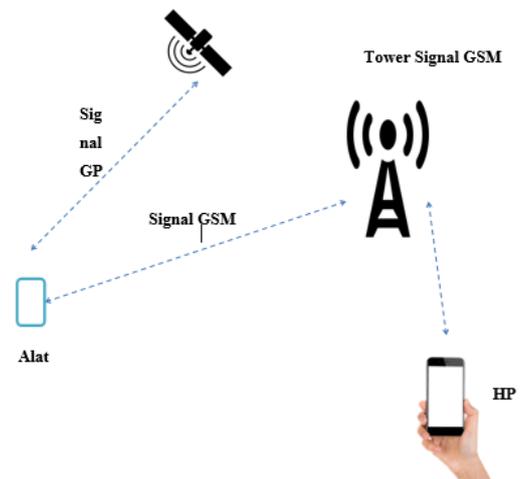
Pengembangan alat dilakukan dengan merangkai pin sesuai dengan ketentuan pin. Pusat komunikasi alat ini terdapat pada mikrokontroler. Mikrokontroler terhubung dengan LCD Oled, GPS, GSM dan sensor detak jantung.


```
for( int i = 0; i <
sizeof(currentLine); ++i ) {
    currentLine[i] = (char)0;
}
currentLineIndex = 0;
} else {

currentLine[currentLineIndex++] =
lastCharRead;
}
}
```

Sebelum alat dinyalakan alat perlu dilakukan konfigurasi berupa pengaturan nomor telepon tujuan. Adapun urutan pengaktifan peralatan ini meliputi :

1. Sensor dipasang pada tubuh manusia yaitu pada pergelangan tangan, ujung jari atau daun telinga.
2. Saat alat dinyalakan, sensor otomatis menangkap signal detak jantung manusia berdasarkan perbedaan atau fluktuasi aliran darah. Data signal tersebut diolah di mikrokontroller. Pada mikrokontroller dilakukan analisa detak jantung sehingga didapatkan dalam satuan Beat per Minute (BPM).
3. Ketika terdeteksi detak jantung manusia tidak normal, contohnya di atas 100 BPM dalam waktu beberapa menit maka alat akan mengaktifkan GPS. Modul gps akan mencari signal GPS. Ketika telah mendapatkan signal (terlihat pada lampu indikator yang berkedip-kedip dari posisi semula yang diam), maka modul gps langsung melakukan kalkulasi untuk menghitung koordinat latitude dan longitude.
4. Selanjutnya GSM akan aktif dan mengirim pemberitahuan ke nomor yang terdaftar di alat tersebut.
5. Disaat yang bersamaan pula, LCD Akan menyala dan akan menampilkan hasil dari perhitungan sensor detak jantung dan signal GPS.
6. Sebagai alternatif, keluarga pasien bisa mengirimkan perintah berupa SMS untuk mengetahui detak jantung dan lokasi pasien saat ini.



Gambar 10. Arsitektur Perangkat

Perintah yang bisa dikirimkan keluarga pasien ke perangkat meliputi :

- a. Posisi saat ini
Request : Posisi
Respon : Posisi saat ini sesuai berupa titik koordinat dengan link langsung ke Google Maps
- b. Detak Jantung Saat ini
Request : BPM
Respon : Posisi saat ini sesuai berupa titik koordinat dengan link langsung ke Google Maps serta BPM saat ini.

Pengujian dilakukan terhadap lima orang responden. Responden diukur detak jantungnya menggunakan alat yang dikembangkan, dengan menggunakan tensi meter dan diukur secara manual. Hasil pengukuran terlihat pada Tabel 4

Tabel 4. Tabel Pengujian

Respon	Alat	Tensi meter	Man ual	Perbedaan	
				Tensi Meter	Man ual
1	70	72	72	2	2
2	80	80	78	0	2
3	72	74	72	2	0
4	90	88	84	2	6
5	88	85	84	3	4
Rata-Rata				1.5	2.8

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 5 responden, terdapat rata-rata perbedaan antara alat yang dikembangkan dengan tensimeter manual yaitu 1.5 BPM, sedangkan rata-rata perbedaan antara alat yang dikembangkan dengan pengukuran manual sebesar 2.8 BPM. Besar perbedaan antara alat yang dikembangkan dengan pengukuran manual diduga karena pengukuran manual diukur dengan selama 10 detik dan dikalikan 6.

Sedangkan hasil akurasi GPS rata-rata mendapatkan akurasi 20 meter. Hal ini terpengaruh dari posisi pasien apakah berada di dalam ruangan atau diluar ruangan. Jika berada diluar ruangan, maka signal GPS akan lebih kuat sehingga meningkatkan akurasi posisi pasien saat ini.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dikembangkan sistem pendeteksi detak jantung dan pengiriman notifikasi menggunakan SMS sesuai dengan lokasi pasien. Adapun tahapan pengembangan alat ini meliputi meliputi tahapan identifikasi kebutuhan komponen, perancangan komponen, pengembangan program, uji coba dan evaluasi. Adalapun komponen utama yang diperlukan untuk mengembangkan sistem ini Arduino Nano V3, Sensor Detak Jantung, GSM SIM 800L Module, serta modul GPS. Pengembangan alat dilakukan dengan merangkai komponen elektronik sesuai dengan rancangan serta pemberian kode program pada alat tersebut. Dari hasil pengujian diperoleh request dan respons SMS sesuai dengan yang telah ditentukan. Melalui pengujian akurasi, rata-rata perbedaan antara alat yang dikembangkan dengan tensimeter manual yaitu 1.5 BPM,

sedangkan rata-rata perbedaan antara alat yang dikembangkan dengan pengukuran manual sebesar 2.8 BPM. Akurasi posisi pasien sekitar 20 meter, tergantung posisi pasien saat ini apakah didalam ruangan ataupun diluar ruangan. Sedangkan respon terhadap request ukuran detak jantung berkisar 1.5 menit

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima Kasih di ucapkan kepada DRPM Dikti atas pembiayaan yang diberikan terhadap penelitian ini, serta jurusan Pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha yang memberikan bantuan fasilitas penelitian ini serta tim teknis Dewa Ketut Satriawan Suditresna Jaya dari Komunitas TKJ PTI.

DAFTAR RUJUKAN

- Adil, R. (2009). Identifikasi Sinyal Jantung Koroner Dan Perancangan Sistem Monitoring Rekam Medis Online. *Jurnal Telkomnika, Vol. 7, No.* Retrieved from <http://journal.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/viewFile/592/401>
- Atkielski, A. (2007). Electrocardiography. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography#/media/File:SinusRhythmLabels.svg>
- heart.org. (2018). Know Your Target Heart Rates for Exercise, Losing Weight and Health. Retrieved January 30, 2018, from <https://healthyforgood.heart.org/move-more/articles/target-heart-rates>
- N.S.A.Zulkifli; F.K.Che Harun; N.S. Azahar. (2012). XBee Wireless Sensor Networks for Heart Rate Monitoring in Sport Training. In *Biomedical Engineering (ICoBE), 2012 International Conference on.* IEEE. Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/document/6179054/>
- Suryanto, F. (2017). *DETEKSI DENYUT NADI MANUSIA BERBASIS PHOTOPLETHYSMOGRAPHY (PPG) PADA VIDEO MENGGUNAKAN*

*DISCRETE FOURIER TRANSFORM
(DFT). INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER. Retrieved
from*

*[http://repository.its.ac.id/2454/7/22152
05001-Master-theses.pdf](http://repository.its.ac.id/2454/7/2215205001-Master-theses.pdf)*

WHO. (2016). E-Health. Retrieved from
*[http://www.who.int/trade/glossary/story
021/en/](http://www.who.int/trade/glossary/story021/en/)*

Wijaya, A. B., & Khalilullah, A. S. (2010).
RANCANG BANGUN ALAT
PENGUKUR DETAK JANTUNG DAN
SUHU TUBUH MANUSIA BERBASIS
KOMUNIKASI BLUETOOTH. In
*Rancang Bangun Alat Pengukur Detak
Jantung dan Suhu Tubuh Manusia
Berbasis Komunikasi Bluetooth* (p. 1).
Retrieved from
<http://repo.pens.ac.id/276/>