

# RANCANG BANGUN ALAT PORTABEL UNTUK MEMONITOR DAN MENGANALISIS DETAK JANTUNG SUBJEK YANG TERPENGARUH KAFEIN

Eko Supriyanto<sup>1</sup>, Yusuf Aziz Amrulloh<sup>2</sup>

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia  
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia

<sup>1</sup>11534074@students.uii.ac.id

<sup>2</sup>yusuf.amrulloh@uui.ac.id

Pemeriksaan detak jantung sangat penting, sebagai indikator yang menunjukkan kesehatan jantung seseorang. Dalam dunia kedokteran pengecekan dapat menggunakan EKG (Elektrokardiogram). Namun untuk mengecek aktivitas jantung menggunakan EKG memerlukan dana yang tidak sedikit. Untuk mempermudah pemeriksaan detak jantung maka perlu dibuatlah alat sederhana dan murah yang dapat monitoring detak jantung. Dengan alasan inilah, maka dibuatlah alat yang dapat merekam detak jantung dan kemudian dapat dianalisa menggunakan metode HRV (*Heart Rate Variability*). Alat ini menggunakan satu sensor (sensor Xd58c) sehingga lebih mudah dalam penggunaannya. Pada penelitian ini pengujian dilakukan pada subjek dengan intervensi kopi. Alur kerja alat ini dimulai dengan mengubah sinyal keluaran sensor menggunakan rangkaian *High Pass Filter*. Selanjutnya keluaran rangkaian *High Pass Filter* diolah oleh mikrokontroler menjadi data periode detak jantung. Menggunakan komputer data periode detak jantung disimpan dalam format teks. Selanjutnya data periode detak jantung format teks diseleksi menggunakan Distribusi Normal menggunakan Microsoft Excel. Kemudian data periode detak jantung diolah menggunakan MatLab untuk dihitung HRVnya. Hasil dari selisih NN50 peminum kopi sebelum dan sesudah pada enam objek adalah +4, +1, +7, +11, -12, -29. Hasil dari selisih pNN50 peminum kopi sebelum dan sesudah pada enam objek adalah +1,788%, +0,492%, +1,635%, +3,869%, -0,601%, -7,775%. Hasil dari selisih SDNN peminum kopi sebelum dan sesudah pada enam objek adalah -4,056%, +1,385%, +20,375%, +3,759%, -3,801%, -45,063%. Hasil dari selisih RMSDD peminum kopi sebelum dan sesudah pada enam objek adalah +4,755%, +3,415%, +24,923%, +17,524%, -0,102%, -45,492%. Dari hasil pengujian terhadap enam subjek dengan intervensi

kopi pada subjek 1, subjek 2, subjek 3, subjek 4 dapat disimpulkan perubahan *interval* RR cenderung naik, sedangkan subjek 5 dan subjek 6 perubahan *interval* RR cenderung turun.

**Kata kunci :** EKG, sensor Xd58c, HRV, Kafein

## I. PENDAHULUAN

Detak jantung didefinisikan sebagai kerja otot jantung yang terjadi antara kontraksi (systole) dan relaksasi (diastole). Frekuensi dari detak jantung menunjukkan berapa cepat jantung memompa darah melewati sistem peredaran darah. Bersamaan dengan detak jantung, pengukuran tekanan pembuluh arteri dapat menunjukkan tingkat kesehatan dari seseorang yang diukur sebagai referensi awal bagi seorang dokter untuk menentukan kondisi kesehatan seorang pasien [1].

Serangan jantung menjadi salah satu penyebab penyakit paling mematikan di dunia. Serangan jantung bisa terjadi pada orang yang memang sudah menderita penyakit jantung, kelainan pada jantung dan bisa jadi itu serangan pertama kali. Kondisi tekanan dan emosi yang terlalu berat sering menyebabkan serangan jantung mendadak. Kondisi ini biasanya berhubungan dengan tekanan mental atau gaya hidup tidak sehat.

Pemeriksaan detak jantung sangat penting, sebagai indikator yang menunjukkan kesehatan jantung seseorang. Dalam dunia kedokteran pengecekan dapat menggunakan EKG (Elektrokardiogram). Namun untuk mengecek aktivitas jantung menggunakan EKG memerlukan dana yang tidak sedikit karena EKG merupakan alat yang mahal. Untuk mempermudah pemeriksaan detak jantung maka perlu dibuatlah alat sederhana murah yang dapat monitoring detak jantung. Dengan alasan inilah, maka dibuatlah alat yang dapat merekam detak jantung dan kemudian dapat dianalisa

menggunakan metode HRV (*Heart Rate Variability*). Alat ini menggunakan satu sensor (sensor Xd58c) sehingga lebih mudah dalam penggunaannya. Pada penelitian ini pengujian dilakukan pada subjek dengan intervensi kopi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Elektrokardiogram (EKG)

Elektrokardiogram (EKG) adalah suatu sinyal yang dihasilkan oleh aktivitas listrik otot jantung. Sinyal EKG terdiri dari gelombang P, kompleks QRS, dan gelombang T digunakan untuk mendeteksi kelainan jantung atau aritmia (*arrythmia*). Urutan terjadinya sinyal EKG yang dapat menimbulkan gelombang P, kompleks QRS, dan gelombang T [2,3]. Untuk jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi alat akuisisi suara batuBentuk Gelombang P, Kompleks QRS, Gelombang T [2]

Berikut penjelasan dari Gambar 2.1 :

#### a. Gelombang P

Gelombang P adalah gelombang EKG yang pertama dilihat dengan ciri- ciri lengkung kecil, defleksi positif (dengan amplitudo  $< 0,3\text{mV}$ )

#### b. Interval PR

Jarak antara awal gelombang P dengan awal kompleks QRS; pengukuran waktu antara gelombang depolarisasi dari atrium ke ventrikel yang mempunyai durasi  $0,12 - 0,2$  detik

#### c. Interval QRS

Gelombang Q: defleksi negatif (dengan amplitudo 25% dari gelombang R); Gelombang R: defleksi positif (dengan amplitudo  $1,6 - 3\text{mV}$ ); Gelombang S: defleksi negatif (dengan amplitudo  $0,1 - 0,5\text{mV}$ ) setelah gelombang R  
d. Segmen ST

Jarak antara gelombang S dan awal gelombang T; Pengukuran waktu antara depolarisasi ventrikel dan awal repolarisasi ventrikel yang berdurasi  $0,05 - 0,15$  detik

#### e. Gelombang T

Lengkung positif setelah kompleks QRS yang memrepresentasikan repolarisasi ventrikel dengan amplitudo  $0,1 - 0,5 \text{ mV}$

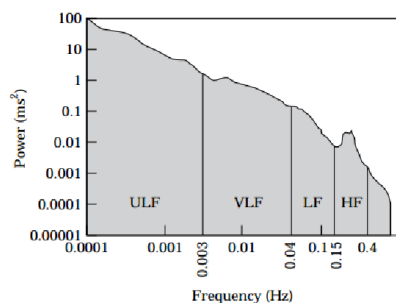
#### f. Interval QT

Pengukuran waktu dari awal QRS sampai akhir gelombang T yang memrepresentasikan aktivitas ventrikel yang berdurasi  $0,35 - 0,44$  detik.

### B. Komponen Frekuensi EKG (ULF, VLF, LF, HF)

Pada analisis *interval* RR di dalamnya terdapat energi *Ultra Low Frequency* (ULF), *very low frequency* (VLF), *low-frequency* (LF) dan *High Frequency* (HF). Energi ULF biasanya muncul pada analisis 24 jam. Energi *High*

*Frequency* (HF) merefleksikan aliran saraf parasimpatis yang dipengaruhi oleh pernafasan, sedang LF menunjukkan pengaruh substansial saraf simpatis dan berbagai kontribusi saraf parasimpatis. Rasio LF/HF oleh beberapa peneliti digunakan sebagai indeks keseimbangan dari pengaruh saraf simpatis pada jantung. Dengan rasio LF/HF yang lebih tinggi mencerminkan peningkatan aktifitas saraf simpatis atau penurunan saraf parasimpatis. Asal dari VLF merupakan osilasi dari spektrum energi dari HRV kontrofisial dengan mekanisme yang mungkin melibatkan *Thermoregulation* atau *Renin-Angiotensin-Aldosterone* [4].



Gambar 2. Contoh Perkiraan Komponen HF, LF, VLF, dan ULF [5]

Frekuensi *High Frequency* (HF)  $0,15 \text{ Hz} - 0,4 \text{ Hz}$ , *low-frequency* (LF)  $0,15 \text{ Hz} - 0,04 \text{ Hz}$ , *very low frequency* (VLF)  $0,04 \text{ Hz} - 0,003 \text{ Hz}$ , dan *Ultra Low Frequency* (ULF) dibawah frekuensi  $0,003 \text{ Hz}$  [5].

### C. Heart Rate Variability (HRV)

Pada tahun 1996, Perkumpulan Masyarakat Eropa para dokter ahli jantung atau *Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology* yang melibatkan para ahli kesehatan, teknik, matematika dan fisiologis mengeluarkan suatu pedoman standar pengukuran, interpretasi fisiologis, dan penggunaan klinis (*standard of measurement, physiological interpretation, and clinical use*) untuk analisa sinyal EKG yang dinamakan HRV (*Heart Rate Variability*) [5]. Dengan menggunakan metoda HRV, seseorang dapat diketahui perubahan aktivitas jantungnya dan dianalisa untuk menginterpretasikan keadaan jantung. Analisa EKG dengan metoda HRV berfokus terhadap perubahan osilasi interval waktu detak jantung yang berurutan juga kecepatan detak jantung. Oleh sebab itu HRV atau *Heart Rate Variability* digunakan untuk menggambarkan variasi interval RR dan kecepatan detak jantung.

Metoda analisa HRV pada domain waktu merupakan metoda paling sederhana untuk analisa variasi kecepatan detak jantung. Analisa domain waktu untuk interval RR dan kecepatan detak jantung meliputi analisa histogram, scattergram, dan beberapa perhitungan statistik yang sering digunakan. Metoda pengukuran pada domain waktu secara statistik (*statistical time-domain measures*) dibagi dua bagian yaitu: pengukuran secara langsung interval NN (*normal to normal*)/ interval RR atau kecepatan detak jantung (seperti rata-rata, standar deviasi, jangkauan dan lain- lain) dan

pengukuran perbedaan antara interval NN (seperti *root mean square of successive differences*/RMSSD, NN50, pNN50). Nilai variabel tersebut didapatkan dari hasil rekaman EKG. Berikut rumus persamaan dari RMSSD, NN50, pNN50.

$$SDNN = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (RR_i - \overline{RR})^2} \text{ [ms; -, ms, ms]} \quad (1)$$

$$\overline{RR} = \frac{RR_1 + RR_2 + \dots + R_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N RR_i \text{ [ms; -, ms,]} \quad (2)$$

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2} \text{ [ms; -, ms, ms]} \quad (3)$$

$$NN50 = \sum_{i=1}^N \{ |RR_{i+1} - RR_i| > 50ms \} \text{ [count; -]} \quad (4)$$

$$pNN50 = \frac{NN50}{N} * 100 \text{ [%; -]} \quad (5)$$

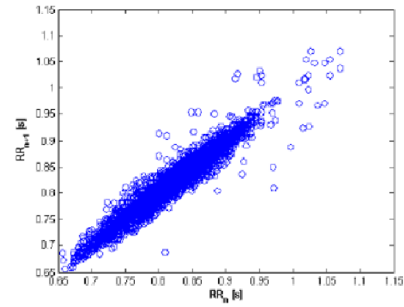
dimana :

- N = Jumlah *interval* RR
- RR<sub>i</sub> = *Interval* RR sesudah
- $\overline{RR}$  = Rata-rata *Interval* RR
- RR<sub>i+1</sub> = *Interval* RR sebelum
- RR<sub>1</sub> + RR<sub>2</sub> + ... + R<sub>N</sub> = *Interval* RR

SDNN adalah Standar deviasi interval RR. RMSSD adalah rerata akar kuadrat dari RR interval yang berurutan. NN50 adalah menghitung banyaknya RR interval yang mempunyai selisih lebih dari 50ms. Hanya dapat diterapkan pada segment yang lebih dari 5 menit. PNN50 adalah persentase banyaknya RR interval yang mempunyai selisih lebih dari 50ms.

#### D. Analisis Grafik *Poincare*

Analisis grafik *Poincare* adalah metode geometri dan non-linear untuk mengetahui variabelitas denyut jantung (HRV). Gerak *Poincare* adalah representasi dari deret waktu pada fase ruang, dimana nilai dari setiap elemen dari deret waktu menggambarkan suatu titik dalam grafik. Teori yang mendukung penggunaan fase ruang adalah teorema Takens. Grafik *Poincare* di HRV adalah sebaran dari *interval* RR saat ini yang berbanding terhadap *interval* RR sebelumnya. Grafik *Poincare* di HRV dibangun pada sebuah periode *interval* sebelumnya, misalnya 5 menit. Metode ini dijelaskan dengan rumus berikut: Dua *interval* RR yang berdekatan mewakili satu titik digrafik. *Interval* RR pertama (RR<sub>i</sub>) mewakili koordinat-x, *interval* kedua (RR<sub>i+1</sub>) mewakili koordinat-y. Gambar berikut menunjukkan grafik *Poincare* pasien sehat. Namun, penilaian dan standarisasi klasifikasi kualitatif ini sulit karena mereka adalah subjek yang kesulitannya sangat tinggi. Analisis kuantitatif dari HRV yang ditampilkan oleh grafik *Poincare* dapat dibuat menyesuaikan dengan elips [6].



Gambar 3. Grafik *Poincare* pasien sehat [6]

#### E. *Plethysmograph*

*Plethysmograph* merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk mengukur perubahan volume darah di dalam suatu organ atau seluruh tubuh. Biasanya merupakan hasil dari fluktuasi volume darah atau udara yang terkandung di dalamnya. *Photoplethysmograph* (PPG) merupakan instrumen *plethysmograph* yang bekerja menggunakan sensor optik [7]. Dalam teknik PPG dikenal dua macam mode konfigurasi pemasangan sensor:

##### 1. Mode Transmisi

Sumber cahaya (LED) dipasang berhadapan dengan sensor cahaya (LDR) seperti pada Gambar 2.2(a). LDR mendeteksi perubahan cahaya yang dipancarkan oleh LED akibat penyerapan oleh organ (darah, kulit, dan daging/otot) secara langsung.

##### 2. Mode refleksi

Dalam mode refleksi LED dan LDR dipasang berjajar. Sinyal/perubahan cahaya yang dideteksi oleh LDR adalah sinyal pantulan/refleksi. Konfigurasi mode refleksi dapat dilihat pada Gambar 2(b).



Gambar 4. (a) Metode Transmisi (b) Metode Refleksi [8]

#### F. Pengaruh Kafein

Kafein merupakan derivat *xantin* yang bisa mempengaruhi kerja jantung dan otak. Kafein masuk ke sel tubuh tanpa reseptor. Kafein menghambat siklus adenosine monofosfat yang menghasilkan energi pada sel jantung, akibatnya energi dan sistem listrik jantung meningkat. Energi mempengaruhi kuatnya tekanan pompa jantung dan sistem listrik mempengaruhi frekuensi pompa jantung. Jantung akan memompa lebih kuat dan cepat (Soemantri, 2002).

Masalah dampak kopi kasar atau tidak disaring telah dipelajari oleh sejumlah peneliti Belanda. Mereka mengamati tingginya homosistein dalam darah pecandu kopi. Homosistein adalah substansi yang terbentuk dari metionin, yakni suatu asam amino esensial yang terbentuk pada saat tubuh mengeluarkan protein, padahal

peningkatan homosistein berhubungan erat dengan resiko penyakit jantung. Meski belum jelas bagaimana persisnya asam amino esensial mengganggu jantung, sudah terbukti bahwa zat tersebut seringkali menyebabkan timbulnya luka di berbagai lapisan dalam pembuluh darah arteri dan selanjutnya menjadi tempat menumpuknya asam lemak dan kalsium. Timbunan ini bisa mengakibatkan arterosklerosis (Intisari, 2005).

Menurut Karyadi, ahli gizi (2005), homosistein dibutuhkan tubuh untuk berbagai reaksi biokimia, terutama dalam proses perubahan metionin menjadi sistationin dan berperan dalam membentuk propionil-koA (substansi yang berperaan dalam metabolisme lemak dan karbohidrat), asalkan kadarnya tidak tinggi dengan kadar normal 7-22 µg mol/L. Bila dalam sehari minum 1,360 gram kopi kasar (sekitar 6-7 cangkir), diperkirakan resiko untuk terkena serangan jantung atau stroke naik 10%.

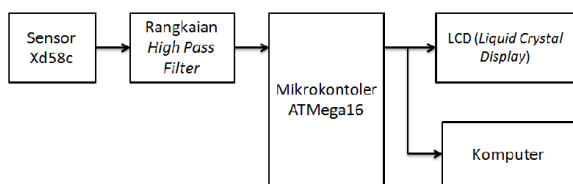
Kafein itu bersifat memacu jantung, menstimulan jantung yang mengakibatkan denyut jantung menjadi cepat dan tekanan darah naik. Orang yang minum mengandung kafein menjadi susah tidur, seperti orang minum kopi. Kalau diminum berlebihan bisa menyebabkan jantung rusak dan terkena stroke. Jantung kalau dipacu terus-terusan, lama-lama bisa rusak dan mudah terkena serangan jantung (Muhammad, 2002) [9].

### III. METODOLOGI

Bagian ini menjelaskan perancangan sistem Rancang Bangun Alat Portabel Untuk Memonitor Dan Menganalisis Detak Jantung digunakan, cara mengimplementasikan rancangan.

#### A. Alur Penelitian

Untuk menggambarkan perinsip kerja dan perancangan purwarupa Rancang Bangun Alat Portabel Untuk Memonitor Dan Menganalisis Detak Jantung dapat diligat pada Gambar 3.

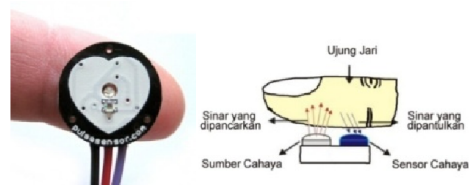


Gambar 5. Diagram blok Rancang Bangun Alat Portabel Untuk Memonitor Dan Menganalisis Detak Jantung

#### B. Sensor

Sensor yang digunakan adalah Sensor Detak Jantung Xd58c. Sensor ini membutuhkan tegangan listrik 5V, 4mA. Keluaran sensor Xd58c berupa sinyal analog (tegangan). Alasan menggunakan sensor ini karena mengedepankan kepraktisan yang hanya menggunakan satu sensor untuk membaca perubahan detak jantung. Metode yang digunakan adalah sumber cahaya dipasang berhadapan dengan sensor cahaya. Sensor cahaya mendeteksi perubahan cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya akibat penyerapan oleh

organ (darah, kulit, dan daging/otot) secara langsung. Secara fisik sensor dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 6. Sensor Xd58c [10, 8]

Ukuran sensor Xd58c kecil seukuran dengan jari telunjuk. Terlihat pada gambar memiliki tiga kabel. Dua kabel digunakan untuk 5Volt, ground dan kabel lainnya merupakan kabel keluaran sinyal detak jantung keluarannya berupa tegangan. Keluaran sensor ini yang berikutnya akan diolah dan dianalisa.

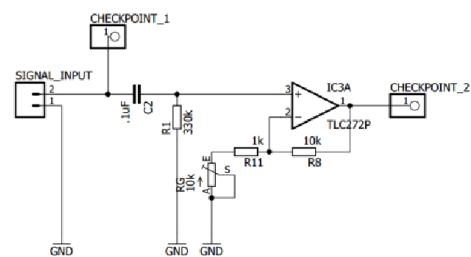
#### C. Rangkaian High Pass Filter (HPF)

Rangkaian HPF digunakan untuk menghilangkan sinyal yang High Frequency (HF) 0,48 Hz. Perinsip HPF adalah menahan semua sinyal yang frekuensinya di bawah frekuensi cut-off serta meneruskan sinyal di atasnya. Frekuensi cut-off adalah frekuensi yang menjadi batas untuk melewati atau menghalangi sinyal masukan yang mempunyai frekuensi lebih tinggi maupun frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi cut-off. Berikut adalah rumus mendapatkan nilai frekuensi cut-off.

$$\text{Frekuensi cut off} = \frac{1}{2 * 3.14 * R1 * C2} \quad (6)$$

$$\text{Penguatan} = 1 + \frac{R2}{R3 + R4} \quad (7)$$

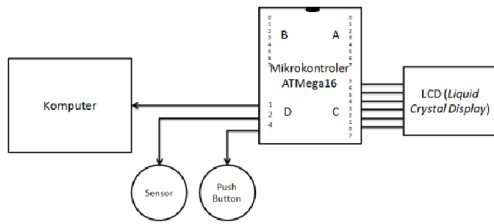
Pada rangkaian ini menggunakan frekuensi cut-off 0.48 dan penguatan yang bisa di atur sesuai kebutuhan dari penguatan 1,9 sampai 11 penguatan. Untuk lebih jelasnya berikut adalah rangkaian High Pass Filter dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 7. Rangkaian High Pass Filter

#### D. Mikrokontroler

Purwarupa Rancang Bangun Alat Portabel Untuk Memonitor Dan Menganalisis Detak Jantung ini menggunakan mikrokontroler ATmega16 merupakan chip IC yang terdiri dari 40 pin. Penggunaan pin-pin pada Mikrokontroler dapat dilihat pada Diagram Blok berikut.



Gambar 8. Diagram Blok Mikrokontroler

Rancangan penggunaan PORT pada mikrokontroler AVR ATmega16 ditunjukkan pada diagram sebagai berikut:

#### 1. PORTC

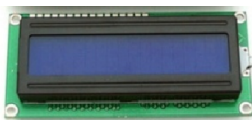
- PORTC.0 digunakan sebagai jalur data untuk penampil LCD pin.
- PORTC.1 digunakan sebagai jalur data untuk penampil LCD pin.
- PORTC.2 digunakan sebagai jalur data untuk penampil LCD pin.
- PORTC.3 digunakan sebagai jalur data untuk penampil LCD pin.
- PORTC.4 digunakan sebagai jalur data untuk penampil LCD pin.
- PORTC.5 digunakan sebagai jalur data untuk penampil LCD pin.

#### 2. PORTD

- PORTD.1 digunakan sebagai input data serial ke komputer.
- PORTD.2 digunakan sebagai input data dari sensor.
- PORTD.4 digunakan sebagai input push button aktifkan proses baca.

#### E. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan sebuah modul yang di dalamnya terdapat beberapa komponen yang di susun menjadi satu kesatuan system. Pada modul LCD terpasang mikrokontroler kecil yang berfungsi sebagai pengendali tampilan dan dapat berkomunikasi dengan tampilan lainnya seperti mikrokontroler.



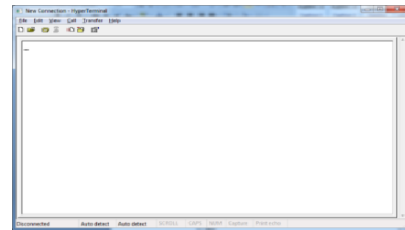
Gambar 9. LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2

LCD digunakan untuk mempermudah pengamatan saat pengujian alat dan saat pengambilan data pada objek yang diukur. pada tampilan LCD menampilkan keterangan proses pembacaan dan memberikan nilai pengukuran panjang dari puncak ke puncak gelombang detak jantung yang terukur.

#### F. Komputer

Komputer digunakan sebagai media pembacaan nilai panjang gelombang EKG R ke R menggunakan *HyperTerminal*. Data yang didapat dari *HyperTerminal* di

simpan dan dirubah menjadi data Microsoft Office Excel. Menggunakan data Microsoft Office Excel maka data dapat diolah menggunakan MATLAB sehingga dapat diperoleh nilai HRV. Berikut ini perwujudan dari *HyperTerminal* dapat dilihat pada Gambar 9.



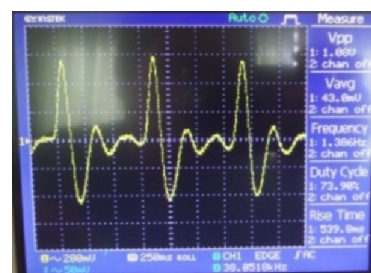
Gambar 10. Perwujudan *HyperTerminal*

## IV. HASIL DAN ANALISA

Bagian ini berisi penjelasan analisis hasil pengujian sistem Rancang Bangun Alat Portabel Untuk Memonitor Dan Menganalisis Detak Jantung yang dibuat.

### A. Pengujian Sensor Xd58c

Pengujian pertama adalah pengujian sensor. Sensor yang digunakan adalah sensor Xd58c. Sensor ini membutuhkan tegangan listrik 5V, 4mA. Keluaran sensor Xd58c berupa sinyal analog (tegangan). Sehingga untuk pengujian dibutuhkan alat tambahan berupa osiloskop. Pengujian sensor menggunakan osiloskop GW Instek GDS 1042. Pada pengujian perlu perlakuan khusus pada sensor Xd58c. Sensor Xd58c perlu dilapisi plastik transparan atau bahan yang kuat dan transparan. Pelapisan sensor Xd58c dilakukan untuk melindungi kontak langsung dengan permukaan kulit dan hal-hal lain yang menyebabkan sensor Xd58c kena air atau hal lain yang menyebabkan kinerja sensor XD58c berkurang. Pengukuran dapat dilakukan pada permukaan kulit yang bersih dan kering. Berikut hasil pengujian sensor Xd58c dapat dilihat pada Gambar 10.



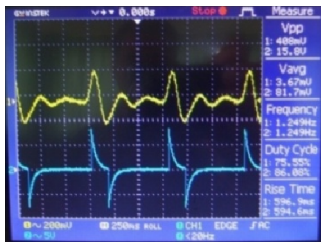
Gambar 11. Pengujian Sensor Xd58c

Pengujian dilakukan di beberapa titik pada tiga orang untuk mendapatkan posisi yang paling baik mendapatkan sinyal detak jantung. Pada pengujian sensor Xd58c dilakukan pada daun telinga kanan dan kiri, pergelangan tangan bagian atas bawah kanan dan kiri dan lima jari telunjuk kanan dan kiri. Dari hasil pengujian sensor Xd58c pada tiga orang didapatkan hasil bahwa sinyal jantung terbaik didapat pada lima jari tangan kanan dan kiri. Namun pada pengukuran

menggunakan sensor Xd58c sinyal jantung terbaik tidak pasti berada pada posisi jari yang sama. Pada orang pertama hasil sinyal jantung terbaik ada pada jari telunjuk kiri. Berbeda dengan orang yang ke dua ada pada jari tengah kiri. Pada orang yang ke tiga ada pada jari telunjuk kanan. Dari pengujian lima jari tangan kanan dan kiri 3 orang tersebut, dapat disimpulkan untuk mewakili semua orang kemungkinan terbesar untuk mendapatkan sinyal detak jantung terbaik terdapat pada jari telunjuk kanan dan kiri.

### B. Pengujian Rangkaian High Pass Filter

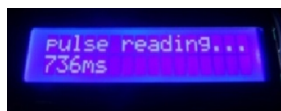
Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor dengan rangkaian High Pass Filter. Berikut adalah hasil pengujian rangkaian High Pass Filter.



Gambar 12. Pengujian Rangkaian High Pass Filter

### C. Pengujian Mikrokontroler

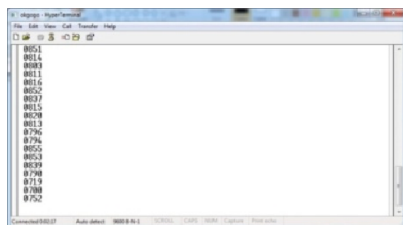
Berikutnya adalah pengujian mikrokontroler dengan tampilan LCD. Pengujian dilakukan untuk membaca gelombang sinyal jantung agar dapat dibaca oleh mikrokontroler dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Pengujian dilakukan dengan menjalankan program baca gelombang Difensial. Nilai yang dibaca adalah interval RR.



Gambar 13. Pengujian Mikrokontroler

### D. Pengujian Perekaman Data

Dengan berhasil pengukuran periode pencak ke puncak maka selanjutnya adalah merekam data. Metode yang dilakukan adalah dengan menggunakan HyperTerminal pada komputer yang kemudian disimpan dalam format teks.



Gambar 14. Pengujian Perekaman Data

Data rekaman periode detak jantung pada format teks kemudian dibuka menggunakan Microsoft Excel untuk dianalisa.

### E. Hasil Pembacaan Rekaman Jantung

Pengujian dilakukan pada 6 orang, umur kisaran 14 tahun sampai umur kisaran 40 tahun. Alasan pengujian dilakukan pada umur kisaran 14 tahun sampai 40 tahun karena relatif lebih mudah. Keenam objek memiliki berat badan dan tinggi badan yang bervariasi. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada pemaparan dibawah ini.

#### 1. Pengujian Pada Subjek 1

Subjek 1 adalah seorang laki-laki, dengan umur 26 tahun, memiliki tinggi badan 176 mm, berat badan 82 kg. Pengukuran dilakukan selama 5 menit lebih. Hal ini sesuai setandar pengukuran detak jantung dengan metode HRV. Pengukuran dilakukan pada subjek sebelum dan sesudah minum kopi.

Hasil pengujian disimpan dalam format teks yang kemudian diolah menggunakan Microsoft Office Excel. Setelah data disimpan dalam format teks, langkah selanjutnya adalah dengan menganalisa data. Metode yang digunakan adalah dengan melihat nilai Distribusi Normal interval RR. Distribusi normal adalah sebaran peluang yang menunjukkan besarnya probabilitas (peluang) dari setiap hasil yang muncul dalam suatu percobaan acak. Untuk menghitung distribusi normal menggunakan fungsi yang ada pada Microsoft Office Excel.

Rumus distribusi normal:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (8)$$

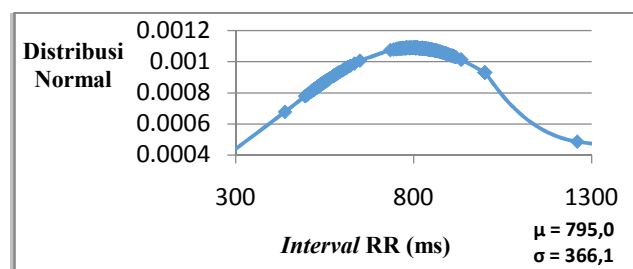
Z = Nilai normal baku

X = Nilai dari suatu pengamatan atau pengukuran

$\mu$  = Nilai rata-rata yang dihitung

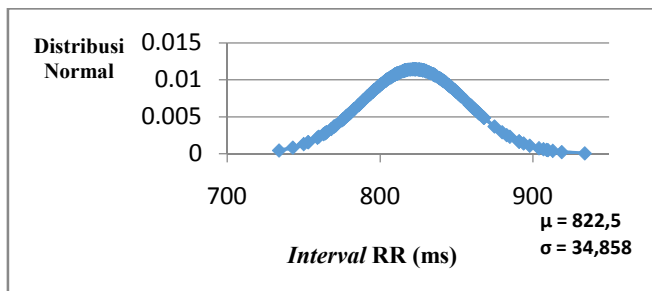
$\sigma$  = Setandar defiasi

Dengan distribusi normal pada sumbu x dan periode RR sebagai sumbu y maka dapat dilihat grafik dari distribusi normal terhadap periode RR. Berikut adalah Grafik detak jantung Subjek 1 sebelum minum kopi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 15. Hasil rekaman jantung subjek 1 sebelum minum kopi

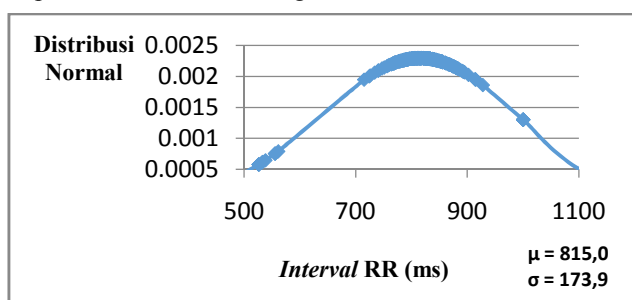
Dari hasil pengamatan data pada Grafik 1 dapat dilihat ada nilai yang tak wajar. Interval RR denyut jantung normal adalah 500 ms sampai 2000 ms. Untuk kebutuhan analisa lebih lanjut maka nilai dibawah 500 ms dan nilai diatas 2000 ms harus dihilangkan.



Gambar 16. Hasil rekaman jantung subjek 1 sebelum minum kopi dihilangkan pencilannya

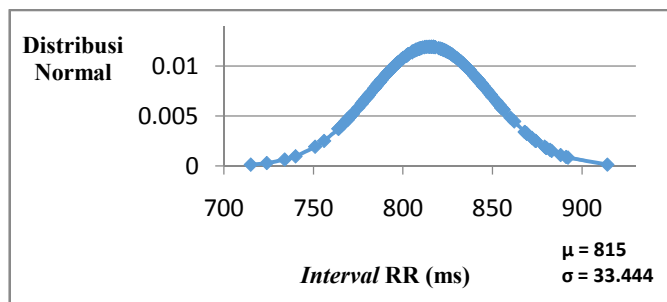
Dengan menghilangkan nilai-nilai yang tidak wajar maka sebaran peluang nilai *interval* RR terlihat lebih jelas. Dengan menghilangkan nilai-nilai yang tidak wajar maka dapat dilakukan langkah analisa selanjutnya.

Pengukuran berikutnya adalah pengukuran detak jantung setelah minum kopi. Setelah dilakukan pengukuran didapatkan hasil Grafik sebagai berikut.



Gambar 17. Hasil rekaman jantung subjek 1 sesudah minum kopi

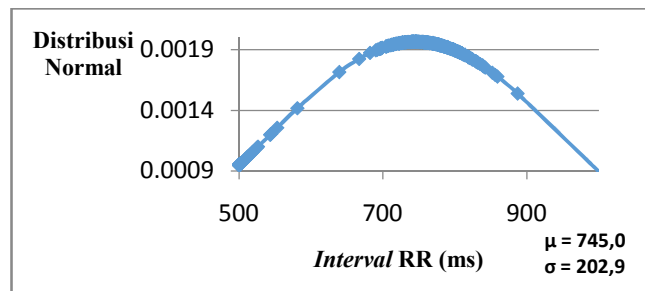
Sama seperti sebelumnya dari hasil pengamatan data pada Grafik 1 dapat dilihat ada nilai yang tidak wajar. Maka nilai dibawah 500 ms dan nilai diatas 2000 ms harus dihilangkan.



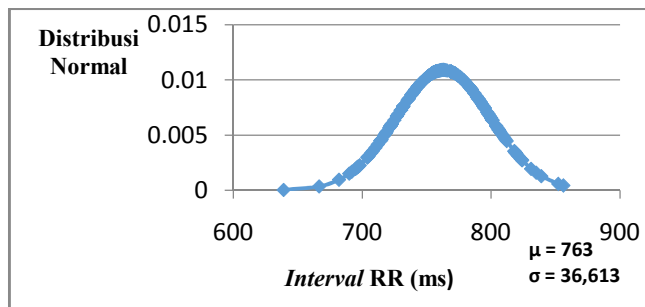
Gambar 18. Hasil rekaman jantung subjek 1 sesudah minum kopi dihilangkan pencilannya

## 2. Pengujian Pada Subjek 2

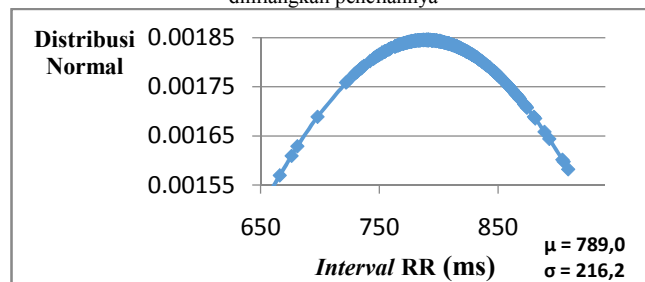
Subjek 2 adalah seorang laki-laki, dengan umur 29 tahun, memiliki tinggi badan 164 mm, berat badan 78 kg. Pengukuran dilakukan selama 5 menit lebih. Pengukuran dilakukan pada subjek sebelum dan sesudah minum kopi. Dengan menggunakan metode yang sama pada subjek 1 maka didapatkan hasil sebagai berikut.



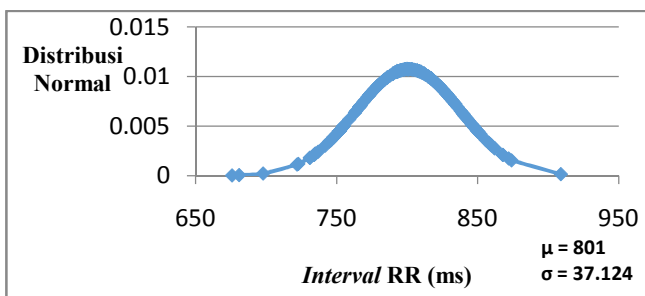
Gambar 19. Hasil rekaman jantung subjek 2 sebelum minum kopi



Gambar 20. Hasil rekaman jantung subjek 2 sebelum minum kopi dihilangkan pencilannya



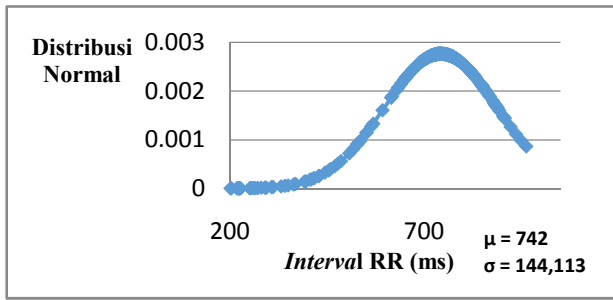
Gambar 21. Hasil rekaman jantung subjek 2 sesudah minum kopi



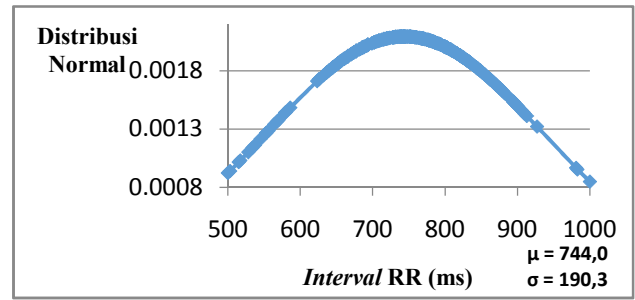
Gambar 22. Hasil Rekaman jantung subjek 2 sesudah minum kopi dihilangkan pencilannya

## 3. Pengujian Pada Subjek 3

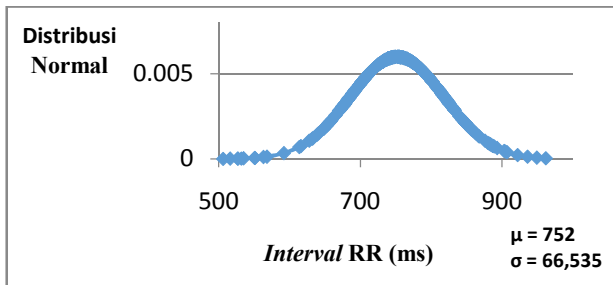
Subjek 3 adalah seorang laki-laki, dengan umur 17 tahun, memiliki tinggi badan 162 mm, berat badan 50 kg. Pengukuran dilakukan selama 5 menit lebih. Pengukuran dilakukan pada subjek sebelum dan sesudah minum kopi. Dengan menggunakan metode yang sama pada subjek sebelumnya maka didapatkan hasil sebagai berikut.



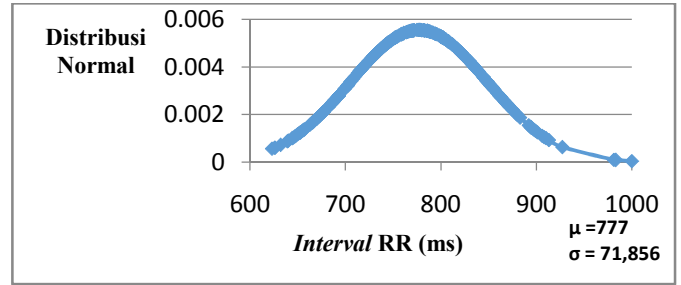
Gambar 23. Hasil rekaman jantung subjek 3 sebelum minum kopi



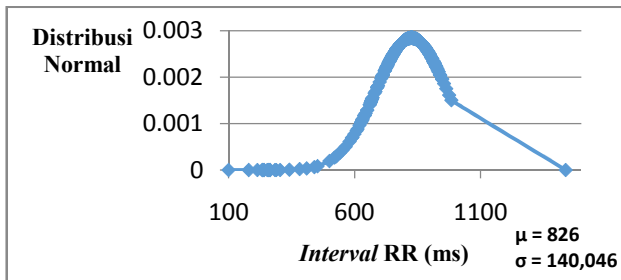
Gambar 27. Hasil rekaman jantung subjek 4 sebelum minum kopi



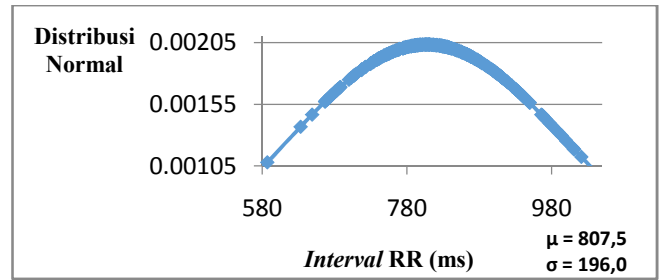
Gambar 24. Hasil rekaman jantung subjek 3 sebelum minum kopi dihilangkan pencilannya



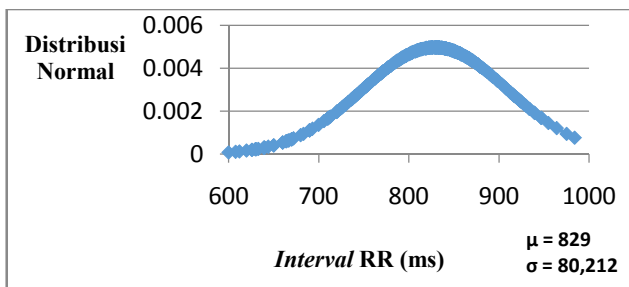
Gambar 28. Hasil rekaman jantung subjek 4 sebelum minum kopi dihilangkan pencilannya



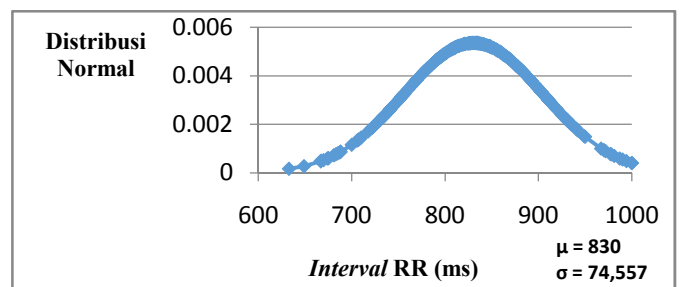
Gambar 25. Hasil rekaman jantung subjek 3 sesudah minum kopi



Gambar 29. Hasil rekaman jantung subjek 4 sesudah minum kopi



Gambar 26. Hasil Rekaman jantung subjek 3 sesudah minum kopi dihilangkan pencilannya



Gambar 30. Hasil rekaman jantung subjek 4 sesudah minum kopi dihilangkan pencilannya

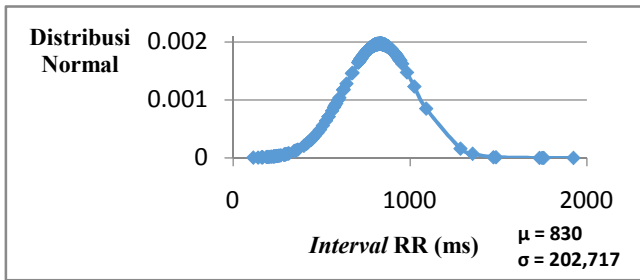
#### 4. Pengujian Pada Subjek 4

Subjek 4 adalah seorang laki-laki, dengan umur 29 tahun, memiliki tinggi badan 165 mm, berat badan 58 kg. Pengukuran dilakukan selama 5 menit lebih. Pengukuran dilakukan pada subjek sebelum dan sesudah minum kopi. Dengan menggunakan metode yang sama pada subjek sebelumnya maka didapatkan hasil sebagai berikut.

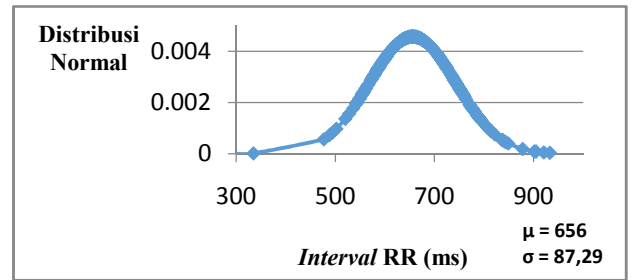
#### 5. Pengujian Pada Subjek 5

Subjek 5 adalah seorang laki-laki, dengan umur 40 tahun, memiliki tinggi badan 165 mm, berat badan 58 kg. Pengukuran dilakukan selama 5 menit lebih. Pengukuran dilakukan pada subjek sebelum dan sesudah minum kopi. Dengan menggunakan metode yang sama pada subjek sebelumnya maka didapatkan hasil sebagai berikut.

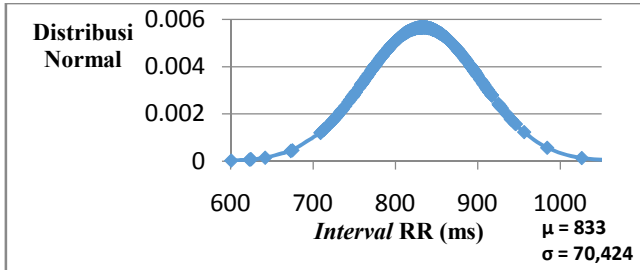




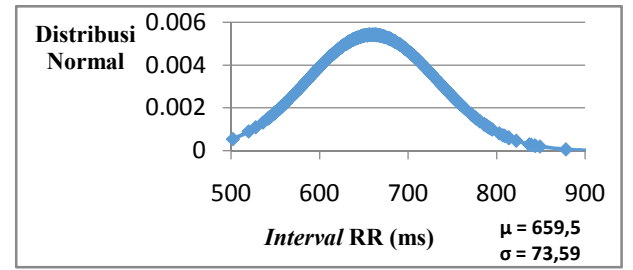
Gambar 31. Hasil rekaman jantung subjek 5 sebelum minum kopi



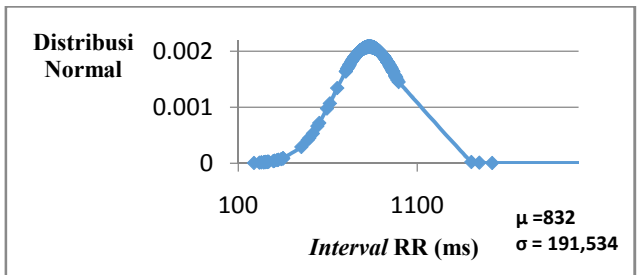
Gambar 35. Hasil rekaman jantung subjek 6 sebelum minum kopi



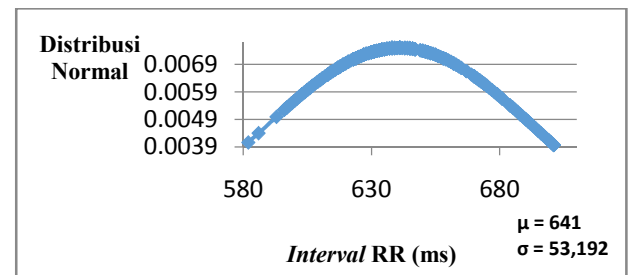
Gambar 32. Hasil rekaman jantung subjek 5 sebelum minum kopi dihilangkan pencilannya



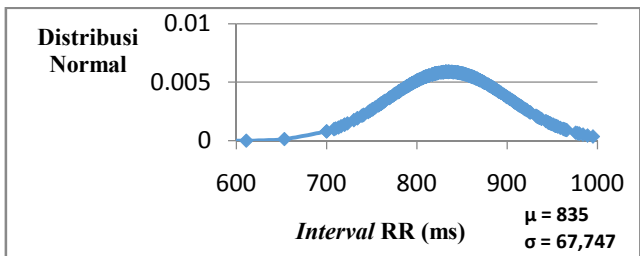
Gambar 36. Hasil rekaman jantung subjek 6 sebelum minum kopi dihilangkan pencilannya



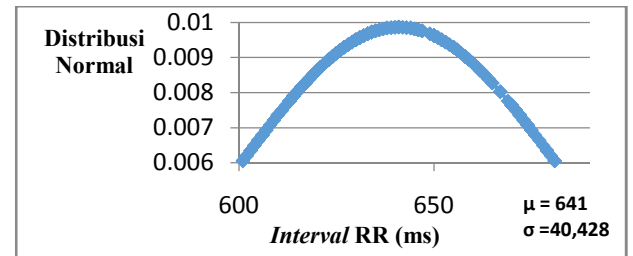
Gambar 33. Hasil rekaman jantung subjek 5 sesudah minum kopi



Gambar 37. Hasil rekaman jantung subjek 6 sesudah minum kopi



Gambar 34. Hasil rekaman jantung subjek 5 sesudah minum kopi dihilangkan pencilannya



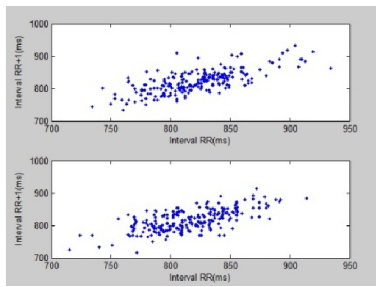
Gambar 38. Hasil rekaman jantung subjek 6 sesudah minum kopi dihilangkan pencilannya

## 6. Pengujian Pada Subjek 6

Subjek 6 adalah seorang perempuan, dengan umur 14 tahun, memiliki tinggi badan 150 mm, berat badan 68 kg. Pengukuran dilakukan selama 5 menit lebih. Pengukuran dilakukan pada subjek sebelum dan sesudah minum kopi. Dengan menggunakan metode yang sama pada subjek sebelumnya maka didapatkan hasil sebagai berikut.

## 7. Hasil *Poincare* Enam Subjek

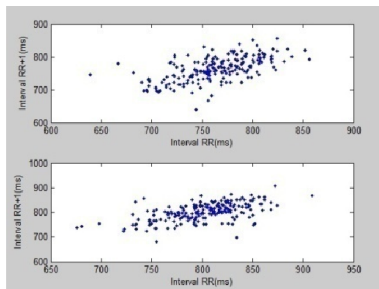
Untuk menggambarkan visual dua dimensi digunakan grafik *Poincare*. Berikut ini adalah hasil grafik *Poincare* Matlab subjek 1 pada intervensi kopi. Pada grafik sumbu x adalah  $interval RR_i$  dan sumbu y adalah  $interval RR_{i+1}$ .



Gambar 39. Hasil *Poincare Interval RR* Subjek

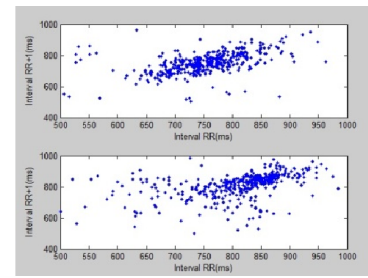
Dari hasil visual dua dimensi grafik *Poincare* nampak sebaran *interval RR* rata-rata yang memusat pada *interval RR* tertentu. Pada gambar ini terdapat dua gambar yaitu gambar atas dan bawah. Gambar atas adalah hasil *Poincare* sebelum intervensi kopi dan gambar di bawahnya adalah gambar sesudah *intervensi* kopi. Dari hasil gambar *Poincare interval RR* subjek 1 cenderung normal karena membentuk pola elips yang berada pada tengah-tengah sumbu *interval RR*. Hasil gambar *Poincare interval RR* sebelum minum kopi bekisar di *interval* 750 ms - 900 ms. Hasil gambar *Poincare interval RR* sesudah minum kopi bekisar di *interval* 700 ms - 900 ms. Jadi dapat disimpulkan *interval RR* cenderung naik. *Interval RR* cenderung naik menggambarkan ritme detak jantung semakin tidak beraturan.

Untuk menggambarkan visual dua dimensi yang lainnya berikut adalah hasil *Poincare* subjek ke 2 sampai subjek ke 6



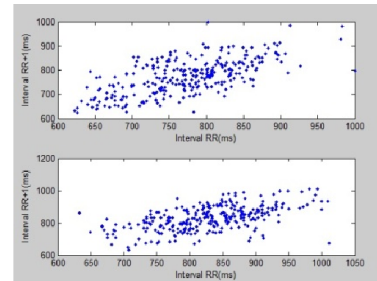
Gambar 40. Hasil *Poincare Interval RR* Subjek 2

Dari hasil gambar *Poincare interval RR* subjek 2 cenderung normal karena membentuk pola elips yang berada pada tengah-tengah sumbu *interval RR*. Hasil gambar *Poincare interval RR* sebelum minum kopi bekisar di *interval* 700 ms - 850 ms. Hasil gambar *Poincare interval RR* sesudah minum kopi bekisar di *interval* 700 ms - 900 ms. Jadi dapat disimpulkan *interval RR* cenderung naik. *Interval RR* cenderung naik menggambarkan ritme detak jantung semakin tidak beraturan.



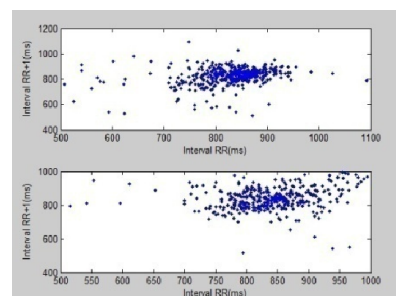
Gambar 41. Hasil *Poincare Interval RR* Subjek 3

Dari hasil gambar *Poincare interval RR* subjek 3 cenderung normal karena membentuk pola elips yang berada pada tengah-tengah sumbu *interval RR*. Hasil gambar *Poincare interval RR* sebelum minum kopi bekisar di *interval* 650 ms - 900 ms. Hasil gambar *Poincare interval RR* sesudah minum kopi bekisar di *interval* 600 ms - 1000 ms. Jadi dapat disimpulkan *interval RR* cenderung naik. *Interval RR* cenderung naik menggambarkan ritme detak jantung semakin tidak beraturan.



Gambar 42. Hasil *Poincare Interval RR* Subjek 4

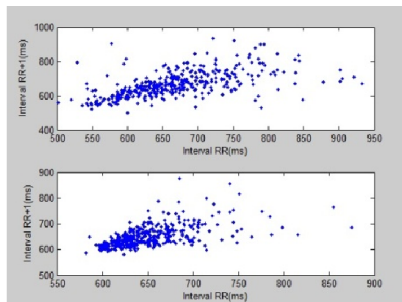
Dari hasil gambar *Poincare interval RR* subjek 4 cenderung normal karena membentuk pola elips yang berada pada tengah-tengah sumbu *interval RR*. Hasil gambar *Poincare interval RR* sebelum minum kopi bekisar di *interval* 600 ms - 900 ms. Hasil gambar *Poincare interval RR* sesudah minum kopi bekisar di *interval* 650 ms - 1000 ms. Jadi dapat disimpulkan *interval RR* cenderung naik. *Interval RR* cenderung naik menggambarkan ritme detak jantung semakin tidak beraturan.



Gambar 43. Hasil *Poincare Interval RR* Subjek 5

Dari hasil gambar *poincare interval RR* subjek 5 sebelum minum kopi cenderung normal karena membentuk pola elips yang berada pada tengah-tengah sumbu *interval RR*. Hasil gambar *Poincare interval RR* sebelum minum kopi

bekisar di *interval* 700 ms - 1000 ms. Hasil gambar *Poincare interval RR* sesudah minum kopi bekisar di *interval* 800 ms - 1000 ms. Jadi dapat disimpulkan *interval RR* cenderung turun. *Interval RR* cenderung turun menggambarkan ritme detak jantung semakin stabil.



Gambar 44. Hasil *Poincare Interval RR* Subjek 6

Dari Dari hasil gambar *poincare interval RR* subjek 6 sebelum minum kopi cenderung normal karena membentuk pola elips yang berada pada tengah-tengah sumbu *interval RR*. Hasil gambar *Poincare interval RR* sebelum minum kopi bekisar di *interval* 550 ms - 900 ms. Hasil gambar *Poincare interval RR* sesudah minum kopi bekisar di *interval* 600 ms - 800 ms. Jadi dapat disimpulkan *interval RR* cenderung turun. *Interval RR* cenderung turun menggambarkan ritme detak jantung semakin stabil.

Demikianlah hasil *Poincare interval RR* dari ke enam subjek terhadap intervensi kopi. Dari hasil pengujian terhadap enam subjek dengan intervensi kopi dapat disimpulkan subjek 1, subjek 2, subjek 3, subjek 4 perubahan *interval RR* cenderung naik, sedangkan subjek 5 dan subjek 6 perubahan *interval RR* cenderung turun. *Interval RR* cenderung naik menggambarkan ritme detak jantung semakin tidak beraturan. *Interval RR* cenderung turun menggambarkan ritme detak jantung semakin stabil.

#### 8. Hasil NN50, pNN50, SDNN, RMSDD Enam Subjek

Dari hasil pengujian terhadap enam subjek maka diperoleh nilai-nilai dari NN50, pNN50, SDNN, RMSDD. pNN50 adalah persentasi jumlah NN50 terhadap jumlah *interval RR*. NN50 merupakan jumlah perbedaan *interval RR* yang berurutan lebih besar dari 50ms. SDNN adalah Standar deviasi *interval RR*. RMSDD adalah *Root mean square of successive differences* (RMSSD). RMSSD merupakan akar kuadrat dari rata-rata kuadrat.

Tabel 1. Hasil Data NN50 pada enam subjek

No	Subjek	Sebelum Minum Kopi	Sesudah Minum Kopi	Perubahan
1	Subjek 1	3	7	+4
2	Subjek 2	15	16	+1
3	Subjek 3	56	61	+5
4	Subjek 4	53	64	+11
5	Subjek 5	89	76	-13
6	Subjek 6	54	25	-29

Hasil dari perubahan NN50 peminum kopi sebelum dan sesudah pada enam objek adalah +4, +1, +7, +11, -12, -

29. Dari hasil pengujian NN50 tiga subjek bernilai positif artinya jumlah perbedaan *interval RR* yang berurutan lebih besar dari 50ms meningkat, sedangkan dua subjek turun. NN50 cenderung naik menggambarkan ritme detak jantung semakin tidak beraturan. NN50 cenderung turun menggambarkan ritme detak jantung semakin stabil.

Tabel 2. Hasil Data pNN50 pada enam subjek

No	Subjek	Sebelum Minum Kopi	Sesudah Minum Kopi	Perubahan
1	Subjek 1	1,351%	3,139%	+1,788%
2	Subjek 2	7,389%	7,881%	+0,492%
3	Subjek 3	12,993%	14,628%	+1,635%
4	Subjek 4	18,596%	22,456%	+3,869%
5	Subjek 5	21,141%	20,540%	-0,601%
6	Subjek 6	13,917%	6,142%	-7,775%

Hasil dari perubahan pNN50 peminum kopi sebelum dan sesudah pada enam objek adalah +1,788%, +0,492%, +1,635%, +3,869%, -0,601%, -7,775%. Dari hasil pengujian pNN50 tiga subjek bernilai positif artinya persentasi jumlah NN50 terhadap jumlah *interval RR* meningkat, sedangkan dua subjek turun. pNN50 cenderung naik menggambarkan ritme detak jantung semakin tidak beraturan. pNN50 cenderung turun menggambarkan ritme detak jantung semakin stabil.

Tabel 1. Hasil Data SDNN pada enam subjek

No	Subjek	Sebelum Minum Kopi	Sesudah Minum Kopi	Perubahan	Persentase
1	Subjek 1	36,7	34,8	+1,9	+5,177%
2	Subjek 2	36,8	36,6	+0,511	+0,543%
3	Subjek 3	66,6	85,8	-19,2	-28,829%
4	Subjek 4	69,1	77,3	-11,2	-16,208%
5	Subjek 5	64,5	87,3	-22,8	-35,349%
6	Subjek 6	73,9	50,3	-33,162	-31,935%

Hasil dari perubahan SDNN peminum kopi sebelum dan sesudah pada enam objek adalah +5,177%, +0,543%, -28,829%, -16,208%, -35,349%, -31,935%. Dari hasil pengujian SDNN dua subjek cenderung naik, sedangkan empat subjek cenderung turun.

Tabel 1. Hasil Data RMSDD pada enam subjek

No	Subjek	Sebelum Minum Kopi	Sesudah Minum Kopi	Perubahan	Persentase
1	Subjek 1	26,080	27,320	+1,24	+4,755%
2	Subjek 2	32,649	33,764	+1,115	+3,415%
3	Subjek 3	67,007	83,707	+16,7	+24,923%
4	Subjek 4	59,706	70,169	+10,463	+17,524%
5	Subjek 5	85,632	85,545	-0,087	-0,102%
6	Subjek 6	67,654	36,877	-30,777	-45,492%

Hasil dari perubahan RMSDD peminum kopi sebelum dan sesudah pada enam objek adalah +4,755%, +3,415%, +24,923%, +17,524%, -0,102%, -45,492%. Dari hasil pengujian RMSDD empat subjek cenderung naik, sedangkan dua subjek cenderung turun.

Dari hasil pengujian terhadap enam subjek dengan intervensi kopi dapat disimpulkan subjek 1, subjek 2, subjek 3, subjek 4 perubahan *interval RR* cenderung naik, sedangkan

subjek 5 dan subjek 6 perubahan *interval* RR cenderung turun. *Interval* RR cenderung naik menggambarkan ritme detak jantung semakin tidak beraturan. *Interval* RR cenderung turun menggambarkan ritme detak jantung semakin stabil.

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil ujicoba pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk mempermudah mikrokontroler membaca sinyal detak jantung digunakan rangkaian *High Pass Filter* dengan *cut off* 0,48,
2. Data detak jantung disimpan dengan format teks dengan bantuan *HyperTerminal*,
3. Dari hasil pengujian terhadap enam subjek dengan intervensi kopi pada subjek 1, subjek 2, subjek 3, subjek 4 dapat disimpulkan perubahan *interval* RR cenderung naik, sedangkan subjek 5 dan subjek 6 perubahan *interval* RR cenderung turun.

### B. Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk perkembangan selanjutnya disarankan memperbanyak membaca jurnal-jurnal Internasional dan mencoba mengikuti perkembangan dunia Elektronika.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Samsul Anwar, " BPM Pada Carotid Artery Berbasis Pc Via Bluetooth," Tugas Akhir, Politeknik Kesehatan Surabaya, Surabaya, 2013
- [2] Thaler, Malcolm S, "Satu- satunya buku EKG yang anda perlukan (*The Only EKG Book You'll Ever Need*)", Hipokrates, Edisi ke-2, Tahun 2000
- [3] Jones, Shirley A, "*ECG Notes: Interpretation and Management Guide*", F.A. Davis Company, Tahun 2005
- [4] Elpidio Santillo, "*Electrocardiographic Analysis of Heart Rate Variability in Aging Heart*", Geriatric-Rehabilitative Department- Italian National Research Centre on Aging - Fermo, Italy
- [5] Task Force of the European society of cardiology and the North American Society of pacing and electrophysiology, "*Heart rate variability—standard of measurement, physiological interpretation, and clinical use*", *Circulation*, Maret 1996
- [6] Mazhar B. Tayel, " Poincaré Plot for Heart Rate Variability," *J. Internasional, Teknik Biomedis dan Biologi*, Vol: 9, No: 9, 2015
- [7] Sugondo Hadiyoso, " Monitoring Photoplethysmograph Digital Dengan Wireless Lan (802.11b)," Seminar Nasional, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2011
- [8] Hamdan Heruryanto, " Sistem Pengukuran Denyut Jantung Berbasis Mikrokontroler ATmega8535," Seminar Nasional, Universitas Hasanuddin, Makasar, 2014
- [9] Sukma Bayu Atmaja, " Perbedaan Denyut Jantung Pasien Laki-Laki Peminum Kopi Dan Bukan Peminum Kopi Usia 25-39 Tahun Setelah Pemberian Anestetikum Lokal Yang Mengandung Vasokonstriktor ," Skripsi, Universitas Jember, Jember, 2007
- [10] World Famous Electronics Llc, " PulseSensor.Com," 2011, <https://pulsesensor.com/products/pulse-sensor-amped>, diakses tanggal 3 mei 2018.