

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Literatur

Junarto Halomon [2], membuat Analisa Sinyal EKG dengan Metode HRV (*Heart Rate Variability*) pada Domain Waktu Aktifitas Berdiri dan Terlentang. Hasil rekaman EKG dianalisa dengan menggunakan metode HRV pada domain waktu untuk mengetahui aritmia jantung seseorang sehingga dapat mengambil langkah medis yang tepat. Analisa EKG yang diteliti saat aktivitas berdiri dan terlentang pada 5 subjek yang terdiri dari 4 laki-laki dan 1 perempuan yang berumur antara 20 tahun sampai 58 tahun dalam waktu 5 menit. Hasil analisa metode HRV pada domain waktu dengan membandingkan aktivitas berdiri dan aktivitas terlentang: kecepatan detak jantung semakin menurun, waktu rata-rata *interval* RR semakin meningkat, waktu maksimal *interval* RR semakin meningkat, standar deviasi, NN50, dan pNN50 meningkat. Hal ini menunjukkan perubahan aktivitas simpatik pada metode HRV pada domain waktu.

Musyaffa' Ali [3], membuat Aplikasi Photoplethysmograph Sebagai Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Transmisi *Light Emitter Dioda* (LED) inframerah dan fotodioda. Metode yang digunakan dalam hal ini terdiri dari sensor, penguat, ADC (*Analog to Digital Converter*), mikrokontroler, dan LCD (*Lyquid Crystal Display*). Sensor tersusun atas inframerah dan fotodioda yang ditempatkan pada jari tangan. Sinyal yang dipancarkan inframerah diterima oleh fotodioda berubah-ubah sesuai perubahan volume darah, karena sinyal yang diterima amplitudonya sangat kecil maka perlu diperkuat. Sinyal analog tersebut dirubah menjadi sinyal digital dengan ADC. Selanjutnya data dikirim oleh mikrokontroler ke LCD. Setelah dilakukan pengujian, perangkat Plethysmograph (PPG) digital yang telah direalisasikan dapat bekerja dengan menampilkan frekuensi detak jantung permenit dengan error rata-rata sebesar 2.32 %.

Dr Dinesh.V. Syce [4], melakukan penelitian dengan judul *The Effect Of Coffee On Heart Rate Variability*. Penelitiannya menggunakan sekelompok orang berjumlah 50 laki-laki berumur 15-25 tahun. Subjek menjalani serangkaian tes *heart rate* (HR), *blood pressure* (BP) dan HRV. Subjek diberikan kopi dan 15 menit kemudian dilakukan tes. Hasilnya kopi berpengaruh meningkatkan HR dan meningkatkan sistolik BP dan mengurangi diastolik BP. Peningkatan daya pada HF, refleksi aktifitas parasimpatik, tetapi peningkatannya secara setatistik tidak signifikan. Kopi tidak mempunyai efek signifikan pada HRV. Kesimpulannya kopi menstimulasi sistem parasimpatik.

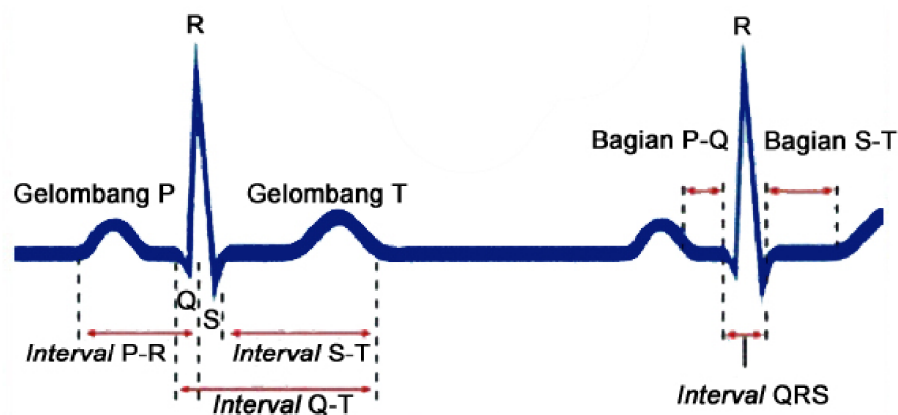
Dari penelitian diatas maka pada penelitian kali ini akan dibuat Rancang Bangun Alat Portabel Untuk Memonitor Dan Menganalisis Detak Jantung. Sensor yang digunakan adalah aplikasi *Photoplethysmograph* yang terdiri dari LED inframerah dan fotodiode. Data sinyal jantung kemudian dianalisa menggunakan metode HRV. Pengujian dilakukan kepada kepada enam subjek selama 5 menit. Pada penelitian ini pengujian dilakukan pada subjek dengan intervensi kopi.

## 2.2 Tinjauan Teori

Bagian ini memuat teori-teori yang berhubungan dengan penelitian. Pada bagian ini juga termuat dasar teori mengenai aplikasi dasar komponen atau piranti yang digunakan dalam sistem.

### 2.2.1 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 kelaianan jantung atau aritmia (arrythmia). Urutan terjadinya sinyal EKG yang dapat menimbulkan gelombang P, kompleks QRS, dan gelombang T [5, 6]. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Bentuk Gelombang P, Komplek QRS, Gelombang T [5]

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- 3mV); Gelombang S: defleksi negatif (dengan amplitudo 0,1-0,5mV) 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

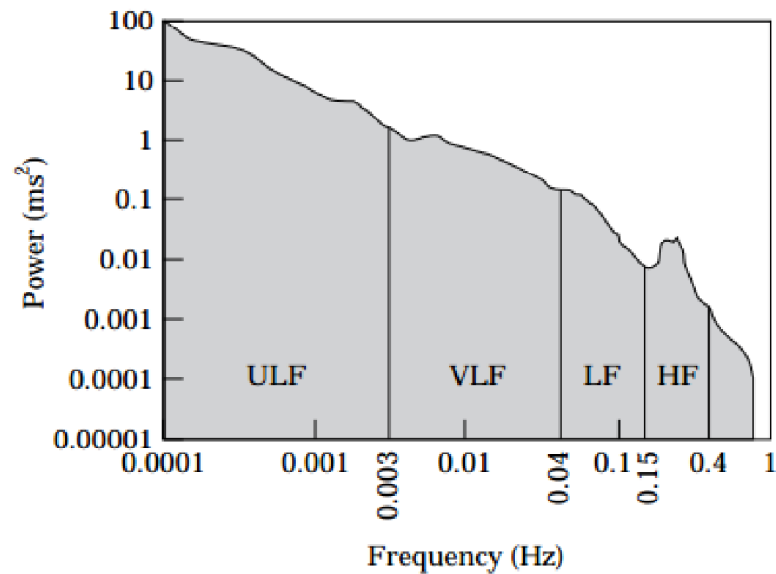
Lengkung positif setelah kompleks QRS yang memrepresentasikan repolarisasi ventrikel dengan amplitudo 0,1- 0,5 mV.

f. *Interval QT*

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

### **2.2.2 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 parasimpatik yang dipengaruhi oleh pernafasan, sedang LF menunjukkan pengaruh substansial saraf simpatik dan berbagai kontribusi saraf parasimpatik. Rasio LF/HF oleh beberapa peneliti digunakan sebagai indeks keseimbangan dari pengaruh saraf simpatik pada jantung. Dengan rasio LF/HF yang lebih tinggi mencerminkan peningkatan aktifitas saraf simpatik atau penurunan saraf parasimpatik. Asal dari VLF merupakan osilasi dari spektrum energi dari HRV kontrofensial dengan mekanisme yang mungkin melibatkan *Thermoregulation* atau *Renin-Angiotensin-Aldosterone* [7].



Gambar 2. 2 Contoh perkiraan komponen HF, LF, VLF dan ULF [8]

Frekuensi *High Frequency* (HF) 0,15 Hz - 0,4 Hz, *low-frequency* (LF) 0,15 Hz - 0,04 Hz, *very low frequency* (VLF) 0,04 Hz - 0,003 Hz, dan *Ultra Low Frequency* (ULF) dibawah frekuensi 0,003 Hz [8].

### 2.2.3 Heart Rate Variability (HRV)

Pada tahun 1996, perkumpulan masyarakat eropa pada 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*) [8]. Dengan menggunakan metode HRV, seseorang dapat diketahui perubahan aktivitas jantungnya dan dianalisa untuk menginterpretasikan keadaan jantung. Analisa EKG dengan metode HRV berfokus terhadap perubahan osilasi interfal 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.

Metode analisa HRV pada domain waktu merupakan metode paling sederhana untuk analisa variasi kecepatan detak jantung. Analisa domain waktu untuk *interval RR* dan kecepatan detak jantung meliputi analisa histogram, scattergam, dan beberapa perhitungan statistik yang

sering digunakan. Metode 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 SDNN, RMSSD, NN50, pNN50.

$$SDNN = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (RR_i - \overline{RR})^2} \text{ [ms; -, ms, ms]} \quad (2.1)$$

$$\overline{RR} = \frac{RR_1 + RR_2 + \dots + R_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N RR_i \text{ [ms; -, ms,]} \quad (2.2)$$

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2} \text{ [ms; -, ms, ms]} \quad (2.3)$$

$$NN50 = \sum_{i=1}^N \{ |RR_{i+1} - RR_i| > 50ms \} \text{ [count; -]} \quad (2.4)$$

$$pNN50 = \frac{NN50}{N} * 100 \text{ [%; -]} \quad (2.5)$$

dimana :

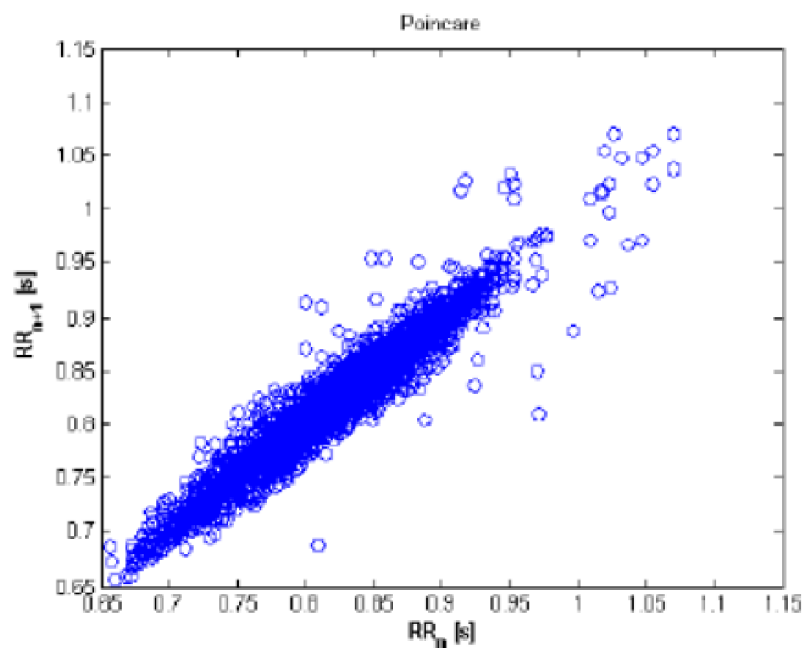
- N = Jumlah *interval RR*
- RR<sub>i</sub> = *Interval RR* sesudah
- $\overline{RR}$  = Rata-rata *Interval RR*
- RR<sub>i+1</sub> = *Interval RR* sebelum
- RR<sub>1</sub> + RR<sub>2</sub> ..... R<sub>N</sub> = *Interval RR*

SDNN adalah Standar deviasi *interval RR*. RMSSD adalah rerata akar kuadrat dari *interval RR* yang berurutan. NN50 adalah menghitung banyaknya *interval RR* yang mempunyai selisih

dari 50 ms. Hanya dapat diterapkan pada segment yang lebih dari 5 menit. PNN50 adalah prosentase banyaknya *interval* RR yang mempunyai selisih lebih dari 50 ms.

#### 2.2.4 Analisis Grafik *Poincare*

Analisis grafik *Poincare* adalah metode geometri dan non-linear untuk mengetahui variabilitas denyut jantung (HRV). Grafik *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 ( $RR_i$ ) mewakili koordinat-x, *interval* kedua ( $RR_{i+1}$ ) 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 [9].



Gambar 2. 3 Grafik *Poincare* pasien sehat [9]

### 2.2.5 Plethysmograph

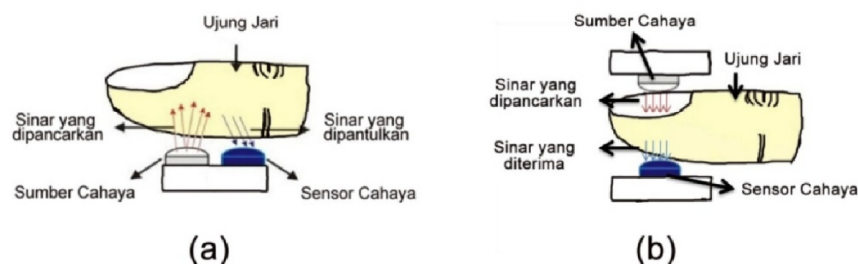
Plethysmograph merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk mengukur perubahan volume darah di dalam suatu organ atau seluruh tubuh. Biasanya merupakan hasil dari fluktuasi volume darah atau udara yang terkandung di dalamnya. Photoplethysmograph (PPG) merupakan instrumen plethysmograph yang bekerja menggunakan sensor optic [10]. Dalam teknik PPG dikenal dua macam mode konfigurasi pemasangan sensor:

#### 1. Mode transmisi

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

#### 2. Mode refleksi

Dalam mode refleksi sumber cahaya dan sensor cahaya dipasang berjajar. Perubahan cahaya yang dideteksi oleh sensor cahaya adalah sinyal pantulan/refleksi. Konfigurasi mode refleksi dapat dilihat pada Gambar 2.2(b).



Gambar 2. 4 (a) Mode Transmisi (b) Mode Refleksi [11]

### 2.2.6 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 berperagaan dalam metabolisme lemak dan karbohidrat), asalkan kadarnya tidak tinggi dengan kadar normal 7-22  $\mu\text{g mol/L}$ . 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) [12].