

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian *Cardiac Monitor* Berbasis *Personal Computer* (PC) Parameter *Phonocardiograph* yang dilakukan oleh Nurul Azizah dengan perencanaan system masukan berupa sensor *mic condesor* dan berbasis *personal computer*. Penelitian ini merekam suara jantung serta memonitoring grafik suara detak jantung pada *Personal Computer* (PC) dengan menggunakan stetoskope *mic condenser* diletakkan di *Pulmonary Artery*, sinyal tegangan yang dihasilkan sebagai input rangkaian pengolah sinyal yang terdiri dari *Low pass filter* dan *High pass filter* untuk sinyal suara jantung antara 20Hz sampai 500Hz. Tegangan yang dihasilkan sebagai *input* rangkaian *Notch Filter* di gunakan untuk menghilangkan *noise* jala-jala frekuensi 50Hz. Sinyal output dari *Notch filter* akan diubah menjadi data digital oleh ADC dari *Atmega8*. Selain itu *mikrokontroller Atmega8* juga berfungsi untuk mengatur komunikasi serial dengan *personal computer* (PC). Data digital dari ADC *Atmega* diterima oleh *personal computer* (PC) melalui PL2303. Selanjutnya data tersebut diolah dengan program Delphi dan ditampilkan di monitor berupa grafik suara jantung. Peneliti menjelaskan bahwa penelitiannya masih ada kekurangannya yaitu belum bisa menampilkan grafiknya secara *realtime* dan belum adanya grafik *sistol* secara otomatis [4].

Berdasarkan penelitian *Intrumentasi Phonocardiograph* Berbasis *Android* Untuk Menentukan Kondisi dan Kelainan Jantung Pasien yang dilakukan oleh Eko Agus ST. Pengambilan data dengan menggunakan stetoskope yang diperkuat

dengan rangkaian *pre amp*. Dengan meletakkan stetoskope di empat posisi jantung yaitu *Left Ventricle (LV)*, *Right Ventricle (RV)*, *Pulmonary Artery (PA)*, dan *Aortic (AO)*. Kemudian suara dari stetoskope diterima mic kondensor yang diperkuat dengan rangkaian *pre amp*, *output pre amp* difilter dengan rangkaian *low pass filter 500Hz* dan *high pass filter 20Hz* *output* dari filter masuk *inputan* rangkaian *notch filter 50Hz* selanjutnya *output* dikontrol menggunakan *Arduino uno* yang berkomunikasi serial dengan android dan diterima *Xbee pro receiver* yang berkomunikasi serial dengan *handphone*, selanjutnya pengolahan data informasi sinyal suara jantung pada Android. Peneliti menjelaskan bahwa penelitiannya masih ada kekurangannya yaitu belum adanya grafik *sistol* secara otomatis dan masih susah terkoneksi *Wifi* saat dilakukan pendataan [5].

Berdasarkan penelitian Analisis dan Ekstraksi Ciri Sinyal Suara Jantung Menggunakan *Transformasi Wavelet Diskrit* dilakukan oleh Anggi Tiara Citra Ekinasti, Jusak, Ira Puspasari. Peneliti menjelaskan bahwa pada penelitiannya sinyal suara jantung *Phonocardiograph (PCG)* pada ranah waktu akan ditransformasikan ke dalam ranah waktu-frekuensi untuk diamati pola serta ciri-cirinya, pada ranah waktu frekuensi isyarat *Phonocardiograph (PCG)* memiliki pola yang menggambarkan unsur-unsur frekuensi yang terkandung di dalam sinyal, sehingga akan dilakukan analisis dan ekstraksi ciri dari data real sinyal suara jantung yang didapat dengan auskultasi (menggunakan stetoskop digital). Adapun metode yang akan digunakan adalah hasil perekaman instrumentasi *phonocardiography* ditampilkan *diosioloskop* dan disimpan dalam bentuk BMP

dan CSV. Data yang didapat kemudian dirubah dalam bentuk TXT untuk dianalisa menggunakan *Continuos Wavelet Transform* (CWT) [6].

Berdasarkan penelitian diatas pada alat *Phonocardiograph* (PCG) belum *portabel* harus terkoneksi dengan PC, Wifi, dan *Oscilloscope* serta belum adanya grafik sistol secara otomatis, sehingga penulis memiliki ide untuk membuat alat *Phonocardiograph* (PCG) berbasis *Raspberry pi* tampil ada LCD 7 inc dengan ukuran yang *portabel* dan dapat menampilkan grafik *Sistol* (S1) dan *Diastol* (S2) secara otomatis.

2.2 Teori Dasar

2.2.1 Suara Jantung

Jantung merupakan organ vital tubuh yang terdiri dari empat *compartment* yaitu *atrium* kanan, *atrium* kiri, *ventrikel* kanan dan *ventrikel* kiri. Jantung mempunyai empat buah katup yang bekerja secara bergantian, diantaranya Katup *Tricuspid*, Katup *Mitral*, katup *Pulmonary* dan katup *Aortic*. Membuka dan menutupnya katup jantung terjadi akibat perbedaan tekanan diruang ruang jantung sewaktu kontraksi dan relaksasi *atrium* dan *ventrikel*. Empat Peristiwa mekanik yang terjadi pada jantung antara lain *Cardiac cycle* yang terjadi selama 0,8 detik mengacu pada semua kejadian yang berhubungan dengan aliran darah melalui jantung; *Systole* (Kontraksi otot jantung), *Diastole* (relaksasi otot jantung), dan *Heart beats* yang terjadi 75 kali per menit. Suara jantung adalah sinyal audio frekuensi rendah yang terjadi karena membuka dan menutupnya katup yang ada pada jantung, sehingga menimbulkan *vibrasi* yang bersamaan dengan *vibrasi*

darah yang ada di sekitarnya. Suara jantung terbagi menjadi empat bagian yaitu suara jantung pertama (S1) merupakan bunyi yang menyertai penutupan katup *atrioventrikular* yaitu katup *mitral* dan katup *trikuspidal*, Suara jantung kedua (S2) terjadi karena penutupan katup *semilunar* (yaitu katup *aortadan* katub *pulmonal*) secara tiba-tiba. Suara jantung ketiga merupakan bunyi *ventrikel* kiri dan terbaik didengar di *apeks* jantung dan suara jantung ke empat merupakan suatu bunyi dengan nada rendah, dengan frekuensi berkisar antara 50–70 Hz [7].

2.2.2 Phonocardiograph

Suatu alat yang digunakan untuk merekam bunyi jantung adalah *phonokardiograf*, dimana alat ini terdiri dari stetoskop dan mikrofon yang disertai dengan perekam .

1. Stetoskop Fungsi dari stetoskop adalah sebagai penangkap getaran bunyi jantung yang dirambatkan hingga ke dada. Getaran yang ditangkap oleh membran stetoskop menyebabkan tekanan udara pada selang berubah-ubah sehingga menggetarkan partikel-partikel udara di dalamnya yang menjadi penyebab terjadinya bunyi.
2. Mikrofon Kapasitor (Kondenser) Bunyi dari stetoskop kemudian ditangkap oleh mikrofon, dalam hal ini mic-condensor yang terdiri dari dua plat sejajar. Salah satu platnya difungsikan sebagai membran, dan plat satunya dibuat tetap. Dua lempeng konduktor yang dipakai diberi polaritas yang berbeda sehingga berfungsi sebagai kapasitor dengan dielektrik udara. Kapasitans kapasitor ditentukan oleh luas plat, jenis dielektrik, dan jarak antar plat Saat kapasitans

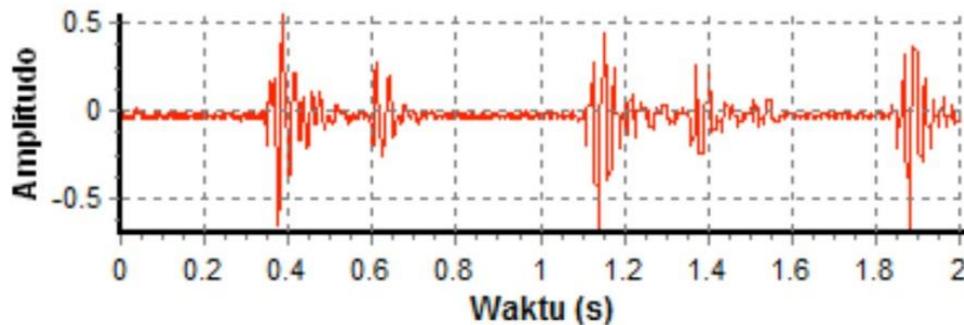
kapasitor dinaikkan akan menyebabkan kapasitor terisi muatan dan arus listrik akan mengalir melalui rangkaian sementara proses pengisian muatan berlangsung [8].

2.2.3 Auskultasi Jantung

Suara jantung adalah suara yang dikeluarkan oleh jantung akibat aliran darah melalui jantung. Dokter biasanya menggunakan stetoskop ketika memeriksa pasien untuk mendengarkan suara jantung, yang memberikan informasi penting tentang kondisi jantung. Stetoskop berasal dari bahasa Yunani yang artinya *stethos* yaitu dada dan *skopein* yaitu memeriksa jadi stetoskop banyak digunakan untuk mendengar suara jantung dan pernapasan, namun dapat juga untuk mendengarkan aliran darah dalam *arteri* dan *vena*. Perkembangan stetoskop yang pertama adalah stetoskop *akustik* berfungsi untuk menyalurkan suara dari bagian dada melalui tabung kosong berisi udara, ke telinga pendengar. Dari stetoskop *akustik* berkembang menjadi stetoskop elektronik yang bisa mengatasi tingkatan suara yang rendah dengan cara memperkuat suara tubuh. Stetoskop yang digunakan mendengarkan suara jantung (*phonocardiograph*) untuk mendiagnosa penyakit jantung dikenal dengan teknik *auskultasi*. Suara jantung yang dihasilkan pada beberapa kasus penyakit jantung menunjukkan adanya pola tertentu yang bisa dikenali. Pola suara ini dapat diambil sebagai bahan untuk mengambil diagnosis. *Phonocardiograph* (PCG) dapat mendeteksi kelainan kebocoran katup jantung bagian mana, sehingga diagnosa dapat akurat. Suara-suara yang kecil dapat direkam dan divisualisasikan pada layar. Dari hasil visualisasi dapat diidentifikasi

adanya kelainan jantung [9]. Seperti pada gambar 2. 1 hasil visualisasi sinyal *Phonocardiograph* (PCG)

Normalized *Phonocardiograph* (PCG) Signal



Gambar 2. 1 Gambar Grafik Hasil Visial

Suara Jantung (S1) Untuk mendengarkan suara jantung pertama, dengan meletakkan stetoskop pada dada orang coba yaitu pada ruangan intercostal V sebelah kiri sternum di atas apeks jantung. Di tempat ini terdengar sangat jelas dengan intensitas maksimum. Suara jantung pertama didengar dengan menggunakan diafragma stetoskop karena memiliki frekuensi bunyi yang tinggi. Bunyi S1 yaitu bunyi “lub”. Bunyi “lub” disebabkan oleh penutupan katup mitral dan trikuspidalis. Peristiwa ini menyebabkan turbulensi getaran dalam darah. Getaran kemudian merambat melalui jaringan di dekatnya ke dinding dada, sehingga apat terdengar sebagai bunyi.

Suara jantung II (S2) Stetoskop diletakkan pada ruangan pad ruang interkostal II sebelah kanan sternum. Bunyi yang terdengar yaitu “dup”. Pada daerah pulmonal (pinggir kiri sternum bagian atas) normal dapat didengar dua komponen S2 (suara ke dua terpisah). Komponen I disebabkan oleh penutupan katub aorta sedangkan

komponen II disebabkan oleh penutupan katup pulmonalis. Bunyi “dub” ditimbulkan oleh penutupan katup semilunaris yang berlangsung tiba-tiba, ketika katup semilunaris menutup, katup ini menonjol ke arah ventrikel dan renggang elastik katup akan melentingkan darah kembali ke arteri, yang menyebabkan pantulan yang membolak-balikkan darah antara dinding arteri dan katup semilunaris dan juga antara katup dan dinding ventrikel. Getaran yang terjadi di dinding arteri akan menimbulkan suara yang dapat didengar, S2 didengarkan dengan menggunakan diafragma stetoskop karena memiliki frekuensi bunyi yang tinggi sama halnya dengan S1.

Suara Jantung III (S3) Pada orang coba, tidak terdengar bunyi S3. Suara ini umumnya terdengar pada orang muda, paling jelas pada daerah apeks jantung. Sifatnya lemah dan didengar dengan menggunakan bagian bel dari stetoskop. Suara dari S3 yaitu “lub...dub...dee...”. Suara ini disebabkan oleh isolasi pada dinding jantung bagian ventrikel akibat masuknya darah dari atrium dengan cepat. Suara jantung IV (S4) Pada orang coba, tidak terdengar bunyi S4. Bunyi ini merupakan bunyi abnormal, terdengar seperti “dee...lub...dub...”. Hal ini disebabkan oleh dorongan prematur darah ke dalam ventrikel yang kaku atau dilatasi karena gagal jantung dan hipertensi.

2.3 Tinjauan Komponen

2.3.1 Stetoskop Pre-Amp Mic Condensor

Rangkaian Mic Condensor ini digunakan untuk mengonversi suara yang ditimbulkan jantung menjadi informasi sinyal listrik, rangkaian Pre Amp Mic Condensor digunakan untuk penguatan sinyal yang ditimbulkan oleh Mic

Condensor. Rangkaian ini yang akan dihubungkan dengan stetoskop dalam proses merekam suara jantung.

2.3.2 Low Pass Filter Orde 4

Rangkaian Low Pass Filter orde 4 dibentuk dari 2 buah rangkaian *Low Pass Filter* orde 2 *Sallen-key Topology* sebagaimana *Low Pass Filter* orde 2 kedua juga dihitung menggunakan persamaan (3) dan (4) dengan mengganti R1 menjadi R3; R2 menjadi R4; C1 menjadi C3; C2 menjadi C4; a1 menjadi a2; b1 menjadi b2 [8]. *Low Pass Filter* adalah *filter* yang akan meloloskan frekuensi yang berada dibawah frekuensi *cutoff* (FC) dan meredam frekuensi diatas FC. *Low Pass Filter* adalah rangkaian *filter* yang menggunakan *operatioanal Amplifier (Op-amp) Integrated Circuit (IC)* dimana rangkaian *filter* Aktif *low pass* ini akan meloloskan sinyal *Input* dengan frekuensi dibawah *cutoff*, dan akan melemahkan sinyal *Input* dengan frekuensi diatas *cut off*. [17]. Untuk menghitung frekuensi *cut off* digunakan rumus seperti dibawah ini.

$$R_{1,2} = \frac{a_1 c_2 \pm \sqrt{a_1^2 c_2^2 - 4 b_2 c_2 c_2}}{2} \dots \dots \dots (2-1)$$

$$C_2 \geq C_1 \frac{4 b_2}{a_1^2} \dots \dots \dots (2-2)$$

4th Order = 2nd Order A1,b1 \longrightarrow 2nd order A2,b2

1.3.3 Power Amplifier

Penguat (*Amplifier*) adalah rangkaian komponen elektronika yang dipakai untuk menguatkan daya (atau tenaga secara umum). Dalam bidang audio, amplifier akan menguatkan signal suara berbentuk analog dari sumber suara yaitu memperkuat

signal/gain arus (I) dan tegangan (V) listrik berbentuk sinyal AC dari inputnya menjadi arus listrik AC dan tegangan yang lebih besar, juga dayanya akan menjadi lebih besar di bagian outputnya. Besarnya penguatan ini sering dikenal dengan istilah *gain*. Nilai dari gain yang dinyatakan sebagai fungsi penguat frekuensi audio, gain power amplifier antara 20 kali sampai 100 kali dari signal input. Jadi gain merupakan hasil bagi dari daya di bagian output (Pout) dengan daya di bagian inputnya (Pin) dalam bentuk bentuk frekuensi listrik AC. Ukuran dari gain (G) ini satuannya adalah decibel (dB). Dalam bentuk rumus dinyatakan sebagai berikut:

$$G(\text{dB})=10\log(\text{Pout}/\text{Pin}).$$

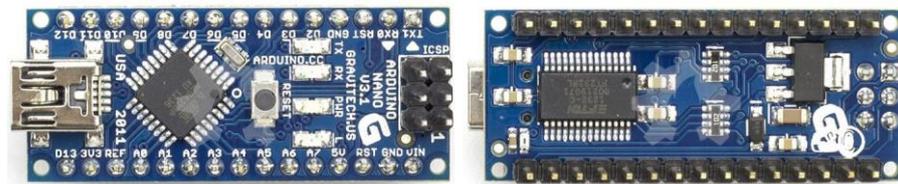
Pout adalah Power atau daya pada bagian output, dan Pin adalah daya pada bagian inputnya.

1.3.4 Arduino Nano V3

Arduino merupakan sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat open *source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*.

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano

versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech [10].

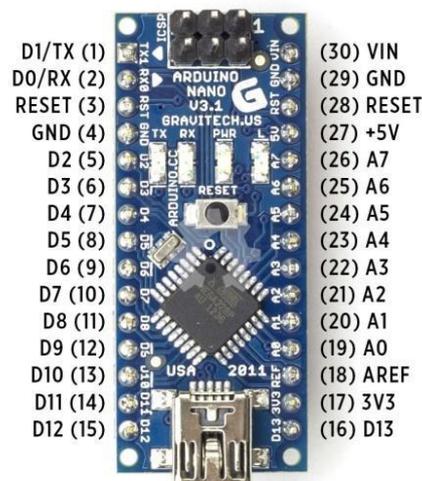


Gambar 2. 2 Arduino Nano

Konfigurasi pin Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut Konfigurasi pin Arduino Nano:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
2. GND merupakan pin *ground* untuk catu daya digital.
3. AREF merupakan referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*.
4. RESET merupakan Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino
5. Serial RX (0) merupakan pin yang berfungsi sebagai penerima TTL data serial.
6. Serial TX (1) merupakan pin yang berfungsi sebagai pengirim TT data serial.

7. *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
8. *Output PWM 8-Bit* merupakan pin yang berfungsi untuk *analogWrite()*.
9. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang di set bernilai HIGH, maka LED akan menyala, ketika pin di set bernilai LOW maka LED padam. LED tersedia secara *built-in* pada papan Arduino Nano.
11. *Input Analog (A0-A7)* merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi *analogReference()*.



Gambar 2. 3 Konfigurasi Pin Layout Arduino Nano

1.3.5 Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry pi adalah *platform* yang digunakan untuk hiburan, utilitas, dan eksperimen. Salah satu yang dapat dilakukan dengan raspberry pi adalah *Project Platform*. Perbedaan raspberry pi dengan komputer biasa tidak hanya dari ukuran dan harga, tapi juga karena kemampuannya untuk berinteraksi *project* elektronik. *Raspberry Pi* adalah modul *microcomputer* yang juga mempunyai input *output* digital port seperti pada *board mikrokontroler*. Diantaranya kelebihan *Raspberry Pi* dibandingkan *board mikrokontroler* yang lain yaitu mempunyai *Port/koneksi* untuk *display* berupa TV atau monitor PC serta koneksi USB untuk *Keyboard* serta *Mouse*. *Raspberry Pi* dibuat di Inggris oleh *Raspberry Pi Foundation* pada awalnya *Raspberry Pi* ditunjukkan untuk modul pembelajaran disekolah [11]. Pada tabel 2.1 dibawah ini merupakan bagian-bagian dari *Raspberry Pi*. Fungsi Raspberry Pi dalam rangkaian adalah sebagai pengendali utama untuk mengolah data untuk kemudian ditampilkan ke dalam layar LCD.

Tabel di bawah ini adalah bagian-bagian dari *Raspberry*

Tabel 2. 1 Bagian-Bagian Raspberry

No	Bagian-Bagian Raspberry	Jumlah
1	Port USB	2
2	Port HMI	1
3	Port RCA untuk Video output	1
No	Bagian-Bagian Raspberry	Jumlah
4	Port Audio 3.5mm	1

5	Port SDCARD	1
6	Port RJ 45 (Ethernet LAN Port)	1
7	GPIO UART,SPI BUS	8 x
8	Aodio output	1
9	Buah Port USB yang digunakan untuk keyboard dan mouse	2
10	Pin I/O digital	26
11	Camera Serial Interface	1
12	DSI (Display Serial Interface)	1
13	LAN port (networt) CSI port	1
14	SD Card Slot	1