

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang alat penghitung BPM sebelumnya pernah dibuat oleh Anita Sulistyorini, Jurusan Diploma Elektronika dan Instrumentasi, Universitas Gajah Mada, dengan judul Sistem Monitoring Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Manusia Dengan Penampil Android [1]. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sistem ini mampu mengukur denyut jantung manusia. Pada penelitian ini digunakan Arduino UNO R3 sebagai pengendali serta *photodiode* dan inframerah sebagai sensor. Desain penelitian alat ini yaitu sensor terhubung dengan Arduino UNO R3 untuk kemudian data pengukuran yang dihasilkan diolah dan ditampilkan pada *android*. Kekurangan pada alat ini yaitu: *Mikrokontroler* yang digunakan terlalu memakan tempat dan sensor yang digunakan buatan sendiri.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Jantung

Jantung (bahasa Latin: *cor*) adalah sebuah rongga, rongga organ berotot yang memompa darah lewat pembuluh darah oleh kontraksi berirama yang berulang. Darah menyuplai oksigen dan nutrisi pada tubuh, juga membantu menghilangkan sisa-sisa metabolisme. Istilah kardiak berarti berhubungan dengan jantung, dari kata Yunani *cardia* untuk jantung. Jantung adalah salah satu organ manusia yang berperan dalam sistem peredaran darah. Secara *internal*, jantung dipisahkan oleh sebuah lapisan otot menjadi dua belah bagian, dari atas ke bawah, menjadi dua pompa. Kedua pompa ini sejak lahir

tidak pernah tersambung. Belahan ini terdiri dari dua rongga yang dipisahkan oleh dinding jantung. Maka dapat disimpulkan bahwa jantung terdiri dari empat rongga, serambi kanan & kiri dan bilik kanan & kiri [2].

Monitoring denyut jantung dapat dilakukan menggunakan teknik langsung (*direct*) ataupun tidak langsung (*indirect*). Secara langsung dilakukan dengan mensensor pada jantung itu sendiri. Sedangkan secara tidak langsung dengan memanfaatkan pembuluh darah, yaitu dengan melakukan sadapan atau sensor pada aliran darah tersebut.

Pada prinsipnya, rangkaian sensor tersebut akan mendeteksi volume darah pada kulit jari yang akan berubah setiap kali darah dipompa keluar dari jantung dan kembali ke jantung. Perubahan volume darah tersebut selanjutnya akan menghasilkan perubahan sinyal berbentuk pulsa pada sensor cahaya yang seirama dengan detak jantung. Sensor terdiri dari *Infra Red/ Infra Merah (IR)* dan *Photodiode*, letak IR dan *Photodiode* berhadapan satu sisi di bawah ujung jari dan di sisi lain terdapat pada punggung ujung jari. IR memancarkan cahaya infra merah ke ujung jari, dan *photodiode* sebagai penerima cahaya. Intensitas cahaya dipengaruhi volume darah di ujung jari. Jadi, setiap detak jantung sedikit merubah jumlah volume darah sehingga merubah dari intensitas cahaya infra merah yang di deteksi oleh *photodiode*. Sebagai contoh, semisal jika ada air sirup berwarna mengkilat (karena darah segar juga berwarna mengkilat) sebanyak 10 liter dengan air sirup berwarna mmengkilat sebanyak 3 liter maka cahaya yang akan dapat dibiaskan oleh 3 liter lebih banyak dari yang 10 liter dengan menggunakan sumber dan

intensitas yang sama, begitu juga sebaliknya cahaya yang di pantulkan oleh 10 liter lebih banyak dari 3 liter.

Adapun peletakan *earclip sensor* dimana telinga dijepit oleh sensor. Dimana sensor akan mendeteksi jika terjadi perubahan volume pada darah seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peletakan Sensor

Frekuensi atau irama kerja jantung dibagi dalam 3 kondisi, yaitu:

- a) *TACHYCARDIA* adalah denyut jantung lebih cepat dari 100 detak/menit
- b) *BRADYCARDIA* adalah denyut jantung lebih lambat dari 60 detak/menit
- c) *NORMAL* adalah denyut jantung diantara 60 - 100 detak/menit [3]

Setiap orang bisa mengukur denyut jantungnya sendiri tanpa perlu menggunakan stetoskop. Untuk mengukur denyut jantung di rumah bisa dengan cara memeriksa denyut nadi. Tempatkan jari telunjuk dan jari tengah pada pergelangan tangan atau tiga jari pada sisi leher. Saat merasakan denyut nadi, lihatlah jam untuk menghitung jumlah denyut selama 15 detik. Hasil

yang didapatkan di kalikan empat, maka didapatkan jumlah denyut jantung Anda per menit.

Meskipun jumlah denyut bervariasi, tapi denyut yang terlalu tinggi atau rendah dapat menunjukkan adanya masalah yang mendasar. Konsultasikan ke dokter jika denyut Anda secara konsisten di atas 100 bpm (*Tachycardia*) atau di bawah 60 bpm (*Bradycardia*), terutama jika disertai gejala lain seperti pusing, sesak napas atau sering pingsan.

Denyut jantung seseorang juga dipengaruhi oleh usia dan aktivitasnya. Olahraga atau aktivitas fisik dapat meningkatkan jumlah denyut jantung, namun jika jumlahnya terlalu berlebihan atau di luar batas sehat dapat menimbulkan bahaya [4].

2.2.2 Denyut Jantung Maksimal

Denyut nadi merupakan dasar untuk melakukan latihan fisik yang benar dan terukur. Dari denyut nadi, dapat diketahui intensitas atau seberapa keras seseorang melakukan latihan atau seberapa keras jantungnya bekerja. Secara umum, yang perlu anda perhatikan dalam olahraga adalah frekuensi dan intensitas. Frekuensi adalah berapa kali seminggu seseorang melakukan olahraga. Sedangkan intensitas dilihat dari denyut nadi.

Cara menentukan denyut jantung maksimal adalah dengan menggunakan rumus penyesuaian usia yaitu 226 (bagi wanita) dikurangi usia. Misal, seorang wanita berusia 35 tahun, maka denyut jantung maksimalnya adalah $226 - 35 = 191$ bpm (*beat per minute*). Untuk laki-laki menggunakan

rumus $220 - \text{usia}$. Jika berusia 35 tahun maka denyut jantung maksimalnya $220 - 35 = 185$ bpm. Faktor yang mempengaruhi frekuensi denyut jantung:

a)Usia

Frekuensi nadi secara bertahap akan menetap memenuhi kebutuhan oksigen selama pertumbuhan. Pada orang dewasa efek fisiologi usia dapat berpengaruh pada sistem *kardiovaskuler*. Pada usia yang lebih tua lagi dari usia dewasa penentuan nadi sulit dilakukan secara tepat.

Frekuensi denyut nadi pada berbagai usia, dengan usia antara bayi sampai dengan usia dewasa. Denyut nadi paling tinggi ada pada bayi kemudian frekuensi denyut nadi menurun seiring dengan penambahan usia. Pada bayi sampai orang dewasa mempunyai frekuensi denyut jantung yang berbeda – beda seperti yang telah dipaparkan dalam tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Frekuensi Nadi

No.	Usia	Frekuensi Nadi (denyut / menit)
1.	< 1 bulan	90–170
2.	< 1 tahun	80–160
3.	2 tahun	80–120
4.	6 tahun	75–115
5.	10 tahun	70–110
6.	14 tahun	65–100
7.	> 14 tahun	60–100

b)Jenis Kelamin

Denyut nadi yang tepat dicapai pada kerja maksimum pada wanita lebih tinggi dari pada pria. Pada laki-laki muda dengan kerja 50% maksimal

rata-rata nadi kerja mencapai 128 denyut per menit, pada wanita 138 denyut per menit. Pada kerja maksimal pria rata-rata nadi kerja mencapai 154 denyut per menit dan pada wanita 164 denyut per menit.

c) Kehamilan

Frekuensi jantung meningkat secara progresif selama masa kehamilan dan mencapai maksimal sampai masa *aterm* (usia kehamilan mencapai 8 sampai 9 bulan) yang frekuensinya berkisar 20%.

d) Keadaan Kesehatan

Pada orang yang tidak sehat dapat terjadi perubahan irama atau frekuensi jantung secara tidak teratur. Kondisi seseorang yang baru sembuh dari sakit maka frekuensi jantungnya cenderung meningkat.

e) Riwayat Kesehatan

Riwayat seseorang berpenyakit jantung, hipertensi, atau hipotensi akan mempengaruhi kerja jantung. Demikian juga pada penderita anemia (kurang darah) akan mengalami peningkatan kebutuhan oksigen sehingga *Cardiac output* meningkat yang mengakibatkan peningkatan denyut nadi.

f) Rokok dan Kafein

Rokok dan kafein juga dapat meningkatkan denyut nadi. Pada suatu studi yang merokok sebelum bekerja denyut nadinya meningkat 10 sampai 20

denyut permenit dibanding dengan orang yang dalam bekerja tidak didahului merokok.

g) Sikap Kerja

Posisi atau sikap kerja juga mempengaruhi tekanan darah. Posisi berdiri mengakibatkan ketegangan sirkulasi lebih besar dibandingkan dengan posisi kerja duduk.

h) Faktor Fisik

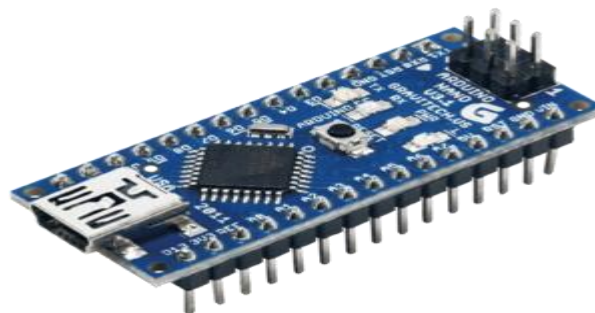
Kebisingan merupakan suatu tekanan yang merusak pendengaran. Selama itu dapat meningkatkan denyut nadi, dan mempengaruhi parameter fisiologis yang lain yang dapat menurunkan kemampuan dalam kerja fisik. Penerangan yang buruk menimbulkan ketegangan mata, hal ini mengakibatkan kelelahan mata yang berakibat pada kelelahan mental dan dapat memperberat beban kerja.

i) Kondisi Psikis

Kondisi psikis dapat mempengaruhi frekuensi jantung. Kemarahan dan kegembiraan dapat mempercepat frekuensi nadi seseorang. Ketakutan, kecemasan, dan kesedihan juga dapat memperlambat frekuensi nadi seseorang.[5]

2.2.3 Arduino Nano

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*. Tampilan Arduino Nano dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Arduino Nano

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 analog *Reference*.
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 analog *Write*.
9. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai *HIGH*, maka LED akan menyala, ketika pin diset 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 analog *Reference*.

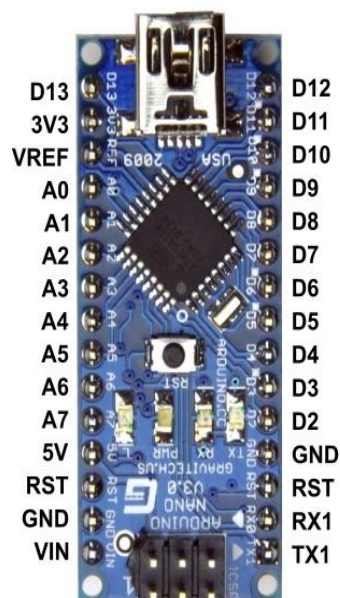
Konfigurasi pin Arduino Nano dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Nomor pin Arduino Nano	Nama pin Arduino Nano
1	Digital Pin 1 (TX)
2	Digital Pin 0 (RX)
3 & 27	Reset
4 & 28	GND
5	Digital Pin 2
6	Digital Pin 3 (PWM)
7	Digital Pin 4
8	Digital Pin 5 (PWM)
9	Digital Pin 6 (PWM)
10	Digital Pin 7
11	Digital Pin 8
12	Digital Pin 9 (PWM)
13	Digital Pin 10 (PWM-SS)
14	Digital Pin 11 (PWM-MOSI)
15	Digital Pin 12 (MISO)
16	Digital Pin 13 (SCK)
18	AREF
19	Analog Input 0
20	Analog Input 1
21	Analog Input 2
22	Analog Input 3

Nomor pin Arduino Nano	Nama pin Arduino Nano
23	Analog Input 4
24	Analog Input 5
25	Analog Input 6
26	Analog Input 7
27	VCC
30	Vin

Gambar konfigurasi pin Arduino Nano dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Selanjutnya kita mengenal spesifikasi yang dimiliki oleh Arduino Nano:

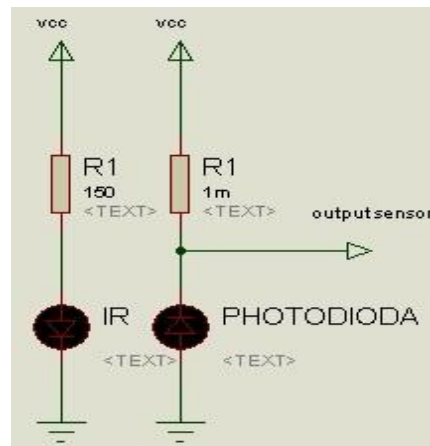
1. Mikrokontroler Atmel ATmega168 atau ATmega328
2. 5 V Tegangan Operasi
3. 7-12V *Input Voltage* (disarankan)
4. 6-20V *Input Voltage* (limit)
5. Pin Digital I/O14 (6 pin digunakan sebagai *output* PWM)

6. 8 Pin Input Analog
7. 40 mA Arus DC per pin I/O
8. *Flash Memory* 16KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB digunakan oleh *Bootloader*
9. 1 KB SRAM (ATmega168) atau 2 KB (ATmega328)
10. 512 *Byte* EEPROM (ATmega168) atau 1KB (ATmega328)
11. 16 MHz *Clock Speed*
12. Ukuran 1.85cm x 4.3cm

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI FT232L pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (Non-USB) maka Chip FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi *HIGH* [6].

2.2.4 Sensor BPM

Sensor yang saya gunakan pada penelitian ini adalah *earclip spo2*. Dimana didalam sensor tersebut terdapat *infra red* sebagai *transmitter* dan *photodiode* sebagai *receiver*. Seperti ditunjukkan pada gambar 2.4 dibawah ini:

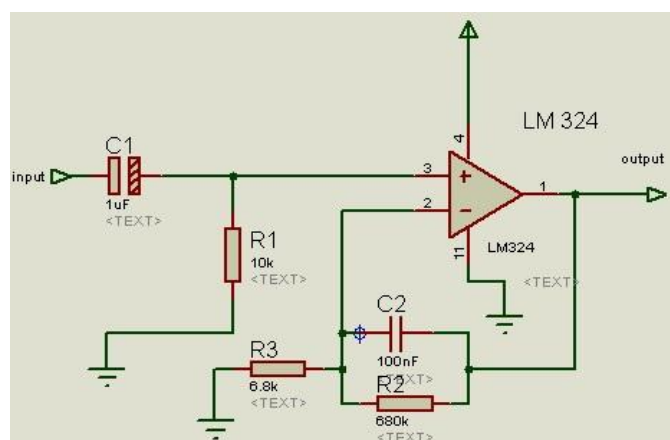


Gambar 2.4 Sensor BPM

Infrared dengan panjang gelombang 940 nm memancarkan cahaya dan melewati jari tangan, kemudian hasil dari perubahan volume darah pancaran cahaya ditangkap oleh *photodiode*. Hasil *photodiode* di pengaruhi oleh kondisi detak jantung [7].

2.2.5 IC LM 324

IC LM324 merupakan IC yang didalamnya terdapat 4 Op Amp yang mempunyai *output* yang berbeda – beda. Pada penelitian ini IC LM324 berguna sebagai filter sekaligus penguat seperti pada gambar 2.5 dibawah ini:



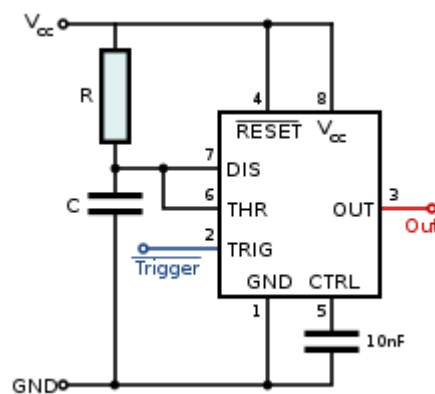
Gambar 2.5 Non Inverting Amplifier

Rangkaian penguat ini berfungsi menguatkan tegangan hasil dari sadapan cahaya *infrared*. Agar tegangan yang dihasilkan dapat dibaca dengan menentukan nilai R_f dan R_i maka didapat ACL [8].

$$ACL = 1 + \frac{R_f}{R_i} \times v_{in} \dots\dots\dots (2-1)$$

2.2.6 Monostabil

Monostabil NE555 digunakan sebagai *counter* mikrokontroler *Arduino Nano*. Dimana rangkaian akan bekerja jika pin 2 mendapat *triger* dan pin 4 mendapat tegangan 5V seperti pada gambar 2.6 dibawah ini :



Gambar 2.6 Monostabil

Rangkaian monostabil digunakan agar logika yang masuk pada mikrokontroler 5 volt dan 0 volt, selain itu juga untuk membatasi agar pada frekuensi tertentu bila terjadi *ripple* denyut akan tetap dibaca 1 denyut. $T_{on} = 1,1 \times R \times C$ [9].

2.2.7 Bluetooth

Bluetooth (Nugroho, 2013) adalah sebuah teknologi nirkabel dengan menggunakan media gelombang radio yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz.

Bluetooth menggunakan sistem *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS) yang mempunyai kecepatan maksimum 1 Mbps. *Bluetooth* terbagi menjadi 2 kelas yaitu kelas 1 yang mempunyai jangkauan maksimum +- 100 m dan kelas 2 yang mempunyai jangkauan maksimum 15 m. Pada awalnya teknologi *bluetooth* dipromosikan untuk penggunaan LAN. Namun, mengingat jangkauan maksimum yang tidak terlalu luas, *bluetooth* kemudian dipromosikan untuk penggunaan dalam *personal area network* (PAN). Tampilan *Bluetooth HC-05* dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7 *Bluetooth HC-05*

Bluetooth HC merupakan produk *Bluetooth* seri yang terdiri dari modul *Bluetooth interface* serial dan adapter (*Bluetooth HC*, 2013). Modul *Bluetooth* serial digunakan untuk mengkonversi *port* serial *bluetooth*. Modul ini memiliki dua mode: *master* dan *slave*. Perangkat *bluetooth HC* yang dinamai dengan angka genap didefinisikan untuk menjadi *master* atau *slave* saja ketika keluar dari pabrik dan tidak dapat diubah ke mode lainnya. Tapi untuk perangkat dinamai angka ganjil, pengguna dapat mengatur mode kerja (*master* atau *slave*) dari perangkat dengan perintah AT. [10]