BAB II
TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori dan komponen penunjang yang akan digunakan dalam perancangan "Alat Pemukul Bonang Otomatis Menggunakan Solenoid Berbasis Mikrokontroler dengan *Android User Interface*".

2.1 Bonang

Bonang adalah alat musik yang digunakan dalam gamelan degung sunda. Bonang juga merupakan instrumen melodi terkemuka di Degung Gamelan Sunda. Bonang terdiri dari koleksi gong kecil (kadang-kadang disebut ceret atau pot) ditempatkan secara horizontal ke string dalam bingkai kayu (rancak), baik satu atau dua baris lebar. Semua ceret memiliki pusat, tetapi di sekelilingnya yang bernada rendah memiliki kepala datar, sedangkan yang lebih tinggi memiliki melengkung satu. Masing-masing sesuai untuk lapangan tertentu dalam skala yang sesuai, sehingga ada yang berbeda untuk bonang pelog dan slendro. Biasanya dipukul dengan tongkat berlapis (tabuh). Hal ini mirip dengan gong lain di gamelan itu, kethuk, kempyang, dan kenong. Bonang dapat dibuat dari perunggu yang dipanaskan, dilas dan dipalu menggunakan besi, atau kombinasi dari logam. Bonang ekonomis terbuat dari besi dan dipalu atau kuningan pelat seperti pada gambar 2.1. Ada beberapa varian nada pada alat musik bonang diantaranya yaitu : [10]

1. *Salendro* atau *Slendro* memiliki lima nada peroktaf, yaitu 1 2 3 4 5 (C D E+ G A) dengan interval yang sama atau kalau pun berbeda perbedaan intervalnya sangat kecil.
2. *Madenda* atau *nyorog* bila di setarakan dengan tangga nada diatonis susunan tangga nada *madenda* adalah (la, fa, mi, do, si, la).
3. *Pelog* disetarakan dengan tangga nada diatonis, susunan tangga nada *pelog* kurang lebih sama dengan susunan tangga nada mayor (do, re, mi, fa, so, la, si, do). Hanya yang dominan digunakan yaitu 5 nada (do,

la, sol, mi, re, do) sedangkan yang duanya (re, dan la) menjadi nada sisipan.[10]



Gambar 2.1. Bonang

2.2 Jenis-Jenis Bonang

Alat musik tradisional bonang terbagi menjadi dua tipe, yaitu bonang bernada pelog seperti gambar 2.1 dan bonang bernada salendro seperti gambar 2.2 dibawah ini.

2.2.1 Bonang Barung

Bonang berukuran sedang, beroktaf tengah sampai tinggi, adalah salah satu dari instrumen-instrumen pemuka dalam ansambel. Khususnya dalam teknik tabuhan pipilan, pola-pola nada yang selalu mengantisipasi nada-nada yang akan datang dapat menuntun lagu instrumen-instrumen lainnya. Pada jenis gendhing bonang, bonang barung memainkan pembuka gendhing (menentukan gendhing yang akan dimainkan) dan menuntun alur lagu gendhing. Pada teknik tabuhan imbal-imbalan, bonang barung tidak berfungsi sebagai lagu penuntun; ia membentuk pola-pola lagu jalin-menjalin dengan bonang panerus, dan pada aksen-aksen penting bonang boleh membuat sekaran (lagu-lagu hiasan), biasanya di akhiran kalimat lagu.[10]



Gambar 2.2. Bonang Barung

2.2.2 Bonang Panembung

Bonang yang paling besar, beroktaf tengah sampai rendah. Memainkan tabuhan dalam tingkat kerapatan yang lebih rendah dari pada balungan. Bonang panembung lebih banyak diketemukan di tradisi gamelan Yogyakarta. Dalam tradisi Surakarta, kadang-kadang terdapat bonang panembung yang terdiri dari hanya satu oktaf. [10]

2.2.3 Bonang Panerus

Bonang yang paling kecil, beroktaf tinggi pada teknik tabuhan pipilan, bonang panerus berkecepatan dua kali lipat dari pada bonang barung. Walaupun mengantisipasi nada-nada balungan, bonang penerus tidak berfungsi sebagai lagu tuntunan, karena kecepatan dan ketinggian wilayah nadanya. [10]

2.3 Perangkat Keras

Perancangan alat pemukul bonang otomatis ini tidak lepas dari komponen-komponen perangkat keras yang mendukung sistem kerja keseluruhan, komponen perangkat keras yang menjadi dasar utama pembuatan alat ini seperti mikrokontroler sebagai pengendali alat pemukul, solenoid sebagai dasar utama penggerak alat pemukul bonang, catu daya dan komponen lainnya seperti *dfplayer mini*, *smartphone*, dan komponen pendukung. Antara lain:

2.3.1 *Smartphone*

Ponsel cerdas (bahasa Inggris: *smartphone*) adalah telepon genggam yang mempunyai kemampuan dengan pengunaan dan fungsi yang menyerupai komputer. Belum ada standar pabrik yang menentukan arti ponsel cerdas. Bagi beberapa orang, ponsel cerdas merupakan telepon yang bekerja menggunakan seluruh perangkat lunak sistem operasi yang menyediakan hubungan standar dan mendasar bagi pengembang aplikasi. Bagi yang lainnya, ponsel cerdas hanyalah merupakan sebuah telepon yang menyajikan fitur canggih seperti surel (surat elektronik), internet dan kemampuan membaca buku elektronik (e-book) atau terdapat papan ketik (baik sebagaimana jadi maupun dihubung keluar) dan penyambung VGA. Dengan kata lain, ponsel cerdas merupakan komputer kecil yang mempunyai kemampuan sebuah telepon. [8]



Gambar 2.3. *Smartphone*

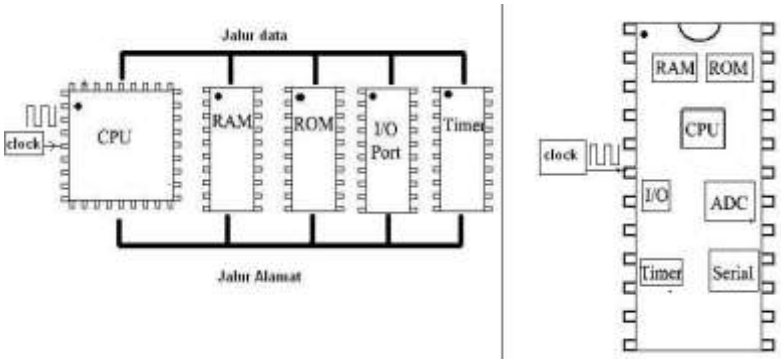
Beberapa karakteristik yang umum ada pada *smartphone* yaitu:

1. *Mobile OS*. *Mobile OS* yang sering digunakan pada *smartphone* adalah: *Symbian OS, iPhone OS, Windows Mobile OS, RIM Blackberry, Linux, Palm OS, Android.*
2. *Open Source.*
3. *Web Feature.*

4. *Enhanced Hardware*. Fitur hardware eksternal seperti layar sentuh lebar dan sensitif, *builtin keyboard*, resolusi kamera tinggi, sisi kamera depan untuk *video conferences*.
5. *Mobile PC*. Pada umumnya *smartphone* memiliki prosesor yang cukup tinggi, selain itu memiliki penyimpanan memori yang besar dan memiliki *RAM* tambahan yang cukup besar seperti sebuah *PC desktop* atau *laptop*.
6. *Technology support*.

2.3.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan rangkaian terintegrasi yang berisi komponen-komponen yang diperlukan oleh sebuah komputer seperti *CPU*, *I/O*, jalur komunikasi, memori, *timer* dan lain sebagainya. Mikrokontroler dapat diberi sebuah program yang bekerja sesuai dengan keinginan pengguna dan dapat dihapus dengan cara khusus.[7]



Gambar 2.4. Modul Mikrokontroler

Perangkat *input* dan *output* mikrokontroler adalah suatu peranti yang menghubungkan proses didalam mikrokontroler dengan dunia luar (rangkaian lain), peranti ini dibutuhkan sebagai media komunikasi dengan perangkat lain atau peubah tipe sinyal. [7]

Terdapat kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Beberapa mikrokontroler mega AVR seperti ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega128, ATmega 2560 dengan

menggunakan kristal osilator 8Mhz. Untuk alat pemukul bonang otomatis ini sendiri menggunakan mikrokontroler ATmega328.[7]

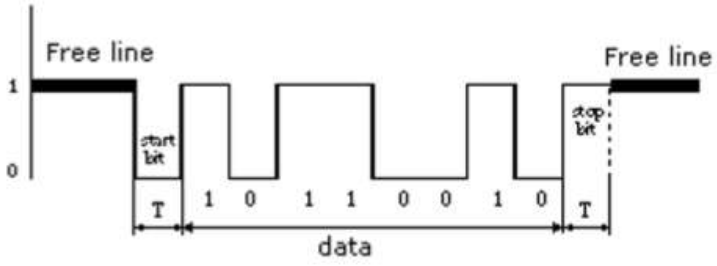


Gambar 2.5. Mikrokontroler ATmega2560 (a) dan ATmega328 (b)

Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega2560 (a) yang memiliki total pin sebanyak 54 pin dan mikrokontroler ATmega328 (b) yang memiliki 20 pin dimana 14 pin digital dan 6 pin analog. [7]

2.3.2.1 Sistem Komunikasi Serial

Port serial adalah *port* yang paling populer digunakan untuk keperluan koneksi ke piranti luar. Kata "*Serial*", menggambarkan prinsip kerja *port* ini yang memberikan data, cara kerjanya yakni dengan mengambil sebuah *byte* data lalu kemudian mengirimkan perdelapan bit dalam *byte* tersebut satu persatu dalam satu jalur data. Terdapat dua cara dalam komunikasi data secara *serial*, yaitu komunikasi data *serial* secara *sinkron* dan komunikasi data *serial* secara *asinkron*. Pada komunikasi data *serial sinkron*, *clock* dikirimkan bersama-sama dengan data *serial*, sedangkan pada komunikasi data *asinkron clock* tidak dikirimkan bersama data *serial*, tetapi dibangkitkan secara terpisah baik pada bagian pemancar maupun pada bagian penerima. Kecepatan pengiriman data dan *fase clock* pada bagian pemancar dan bagian penerima harus *sinkron*, untuk itu diperlukan *sinkronisasi* antara dua bagian tersebut. dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini.[5]



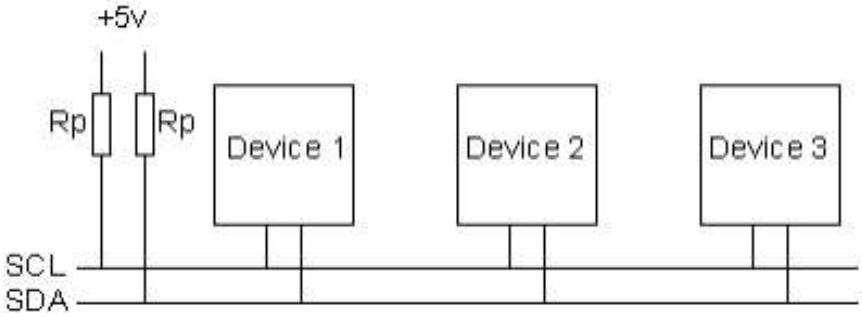
Gambar 2.6. Pengiriman data serial

Kecepatan pengiriman data (*baud rate*) bervariasi, mulai dari 110, 135, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800 dan 921600 (bit/detik). Pada komunikasi data *serial baut rate* dari kedua bagian harus diatur pada kecepatan yang sama. Setelah itu harus ditentukan panjang datanya, apakah 6, 7 atau 8 bit, juga apakah data disertai dengan paritas genap, paritas ganjil atau tidak menggunakan paritas. [5]

2.3.2.2 Sistem Komunikasi I2C Bus (*Inter-Integrated Circuit Bus*)

I2C merupakan singkatan dari *Inter-Integrated Circuit*, yang disebut dengan *I-squared-C* atau *I-two-C*. I2C merupakan protokol yang digunakan pada *multi-master serial computer bus* yang diciptakan oleh Philips dan digunakan untuk komunikasi *low-speed* lainnya yang diaplikasikan pada *motherboard, embedded sistem, atau cellphone.* Jalur I2C bus hanya memiliki dua jalur yang disebut dengan SDA *line* dan SCL *line*, dimana SCL *line* merupakan jalur untuk *clock* dan SDA *line* merupakan jalur untuk data. Semua peralatan yang akan digunakan dihubungkan seluruhnya pada jalur SDA *line* dan SCL *line* dari I2C bus tersebut.[5]

Pada gambar 2.7 berikut menunjukan komunikasi ilustrasi I2C *bus*.



Gambar 2.7. Ilustrasi I2C *bus*

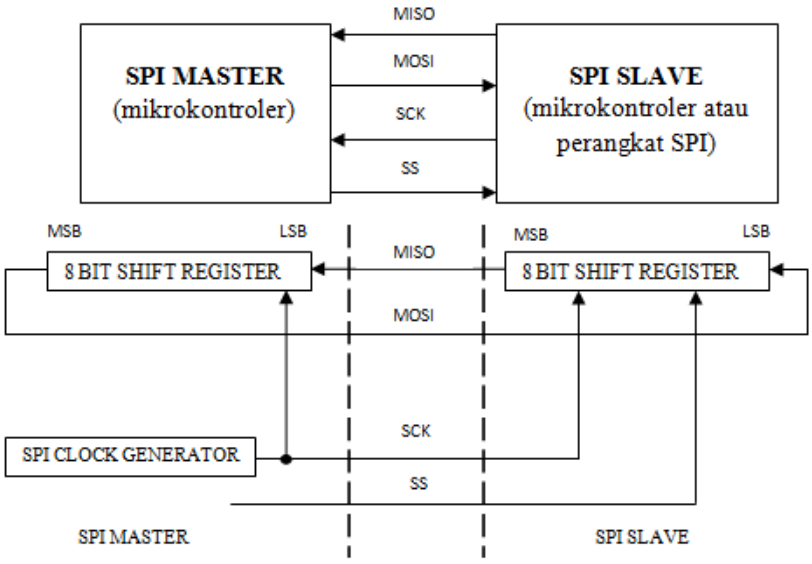
Jenis komunikasi yang dilakukan antar peralatan dengan menggunakan protokol I2C yang memiliki sifat *serial synchronous half duplex bidirectional*, dimana data ditransmisikan dan diterima hanya melalui satu jalur data SDA *line* (bersifat *serial*), setiap penggunaan jalur data bergantian antar perangkat (bersifat *half duplex*) dan data dapat di transmisikan dari dan ke sebuah perangkat (bersifat *bidirectional*). Sumber *clock* yang digunakan pada I2C *bus* hanya berasal dari satu perangkat master melalui jalur *clock* SCL *line* (bersifat *synchronous*). Kedua jalur SDA dan SCL merupakan *driver* yang bersifat "*open drain*", yang berarti bahwa IC yang digunakan dapat mengendalikan keluarannya menjadi *low*, tetapi tidak dapat mengendalikannya menjadi high. [5]

2.3.2.3 Sistem Komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*)

Prosedur pembacaan nada yang dilakukan mikrokontroler terhadap arduino dilakukan dengan komunikasi *Serial Peripheral Interface* (SPI), SPI merupakan salah satu metode komunikasi *serial synchrounous* berkecepatan tinggi. Komunikasi SPI membutuhkan 3 jalur yaitu MOSI, MISO, dan SCK. Melalui komunikasi ini data dapat saling dikirimkan baik antara mikrokontroler maupun antara mikrokontroler dengan peripheral lain di luar mikrokontroler. Penjelasan tiga jalur utama dari SPI adalah sebagai berikut :

1. MOSI *(Master Output Slave Input)* Artinya jika dikonfigurasi sebagai master maka pin MOSI sebagai keluaran tetapi jika dikonfigurasi sebagai *slave* maka pin MOSI sebagai masukan.
2. MISO *(Master Input Slave Output)* Artinya jika dikonfigurasi sebagai master maka pin MISO sebagai masukan tetapi jika dikonfigurasi sebagai *slave* maka pin MISO sebagai keluaran.
3. CLK (*Clock*) Jika dikonfigurasi sebagai master maka pin CLK berlaku sebagai keluaran tetapi jika dikonfigurasi sebagai *slave* maka pin CLK berlaku sebagai masukan. [5]

Pada gambar 2.8 berikut akan menunjukan ilustrasi komunikasi SPI pada mikrokontroler.



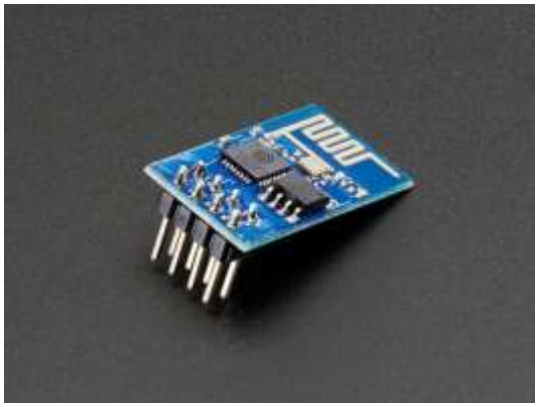
Gambar 2.8. Ilustrasi komunikasi serial SPI

Transfer data dengan SPI digunakan antara master (mikrokontroler) dengan *slave* (mikrokontroler atau SPI *device* seperti MMC *card*, SPI ADC , dll) dalam jarak dekat dan kecepatan cukup tinggi. Komunikasi *serial* data antara master dan *slave* pada SPI diatur melalui 4 buah pin yang terdiri dari SCLK, MOSI, MISO, dan SS seperti berikut:

1. SCLK dari master ke *slave* yang berfungsi sebagai *clock*.
2. MOSI jalur data dari master dan masuk ke dalam *slave*.
3. MISO jalur data keluar dari *slave* dan masuk ke dalam master.
4. SS (*slave select*) merupakan pin yang berfungsi untuk mengaktifkan *slave* SPI Diagram. [5]

2.3.3 Modul Wifi ESP8266

ESP8266 adalah sebuah komponen chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. Chip ini menawarkan solusi *networking Wi-Fi* yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi *networking Wi-Fi* ke pemproses aplikasi lainnya. *ESP8266* memiliki kemampuan *on-board proccessing* dan *storage* yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin *input* dan *output* hanya dengan pemrograman singkat.[6]



Gambar 2.9. Modul *Wifi esp8266*

Adapun beberapa karakteristik dari modul *Wi-Fi* ini antara lain :

- Mendukung 802.11 b/g/n
- *Wi-Fi Direct* (P2P), *soft-AP*
- TCP/IP *Protocol Stack* terpadu
- Mendukung WEP, TKIP, AES, dan WAPI
- Pengalih T/R, balun, LNA (penguat daya rendah) terpadu
- *Power Amplifier/* penguat daya 24 dBm terpadu
- Mendukung berbagai macam antenna
- Ukuran fisik 13.2 x 21.1mm

Modul *Wi-Fi* ini bekerja dengan catu daya 3.3 volt, salah satu kelebihan modul ini adalah kekuatan transmisinya yang dapat mencapai 100 meter, dengan begitu modul ini memerlukan koneksi arus yang cukup besar (rata-rata 80mA, mencapai 215 mA pada CCK 1 MBps, moda transmisi 802.11b dengan daya pancar +19.5 dBm belum termasuk 100 mA untuk sirkuit pengatur tegangan *internet*). Untuk komunikasi, modul ini menggunakan koneksi 1115200,8,N,1 (115.200 bps, 8 *data-bit, no parity,* 1 *stop bit).*[6]

2.3.4 DFPlayer Mini

Modul *DFPLayer Mini* adalah sebuah modul MP3 *serial* yang menyediakan kesempurnaan integrasi MP3, WMV perangkat keras *decoding*. Sedangkan perangkat lunaknya mendukung *driver* TF *card,* mendukung sistem *file* FAT16, FAT32. [10]



Gambar 2.10. *DFPlayer Mini*

Melalui perintah-perintah *serial* sederhana untuk menentukan pemutaran musik, serta bagaimana cara memutar musik dan fungsi lainnya, tidak melalui operasi yang rumit, mudah digunakan, stabil dan dapat diandalkan adalah fitur-fitur yang paling penting dari modul ini. [10]

2.3.5 Solenoid

Solenoid adalah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau linier. Solenoid yang paling umum biasanya menggunakan medan magnet yang dibuat dari arus listrik yang ditrigger sebagai aksi kerja dorong atau tarik pada sebuah objek sebagai *strarter, valve, switch dan latches*.[11]

Jenis paling sederhana dari solenoida mengandalkan dua aspek utama untuk fungsi solenoid tersebut, yaitu sebuah kawat (atau berenamel) terisolasi yang dibentuk menjadi gulungan ketat, dan batang yang terbuat dari besi atau baja. Batang besi atau baja merupakan feromagnetik, sebuah properti yang dapat berfungsi sebagai elektromagnetik saat diberi arus listrik.[11]

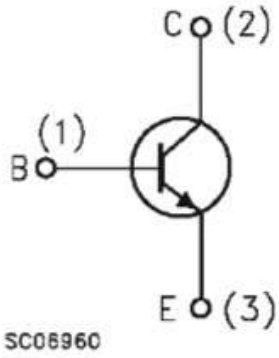
Ketika diberi arus listrik, kawat yang dibentuk menjadi koil menerima arus. Medan magnet yang dihasilkan menarik besi atau batang baja dengan kuat. Batang yang dihubungkan pada sebuah pegas bergerak ke kumparan dan akan tetap pada posisinya sampai arus dihentikan, kondisi pegas saat ini menjadi tertekan. Ketika arus dimatikan, pegas kembali ke posisi semula dan menarik batang besi atau baja pada posisi awalnya. Gambar 2.11 menunjukkan bentuk solenoid yang digunakan. [11]



Gambar 2.11. Solenoid

2.3.6 Transistor BD139

Transistor merupakan salah satu Komponen Elektronika Aktif yang paling sering digunakan dalam rangkaian Elektronika, baik rangkaian Elektronika yang paling sederhana maupun rangkaian Elektronika yang rumit dan kompleks. Transistor pada umumnya terbuat dari bahan semikonduktor seperti Germanium, Silikon, dan Gallium Arsenide. Secara umum, Transistor dapat dibagi menjadi 2 kelompok Jenis yaitu Transistor Bipolar (BJT) dan Field Effect Transistor (FET).[6]



Gambar 2.12. Rangkaian Transistor BD139

Pada gambar 2.12 menunjukan konfigurasi kaki-kaki transistor. *Package* keempat transistor menggunakan sistem SOT-32 dan dijual dalam bundel tabung. Keluarga BD139 dan BD140 mempunyai versi yang lebih rendah dibandingkan BD135 dan BD136. Yang membedakan kedua golongan ini adalah kemampuan maksimumnya. Dari datasheet diketahui transistor BD139 dan BD135 berjenis NPN dan transistor BD136 dan BD140 berjenis PNP.[6]

Saturasi arus kolektor dari IC kolektor adalah :

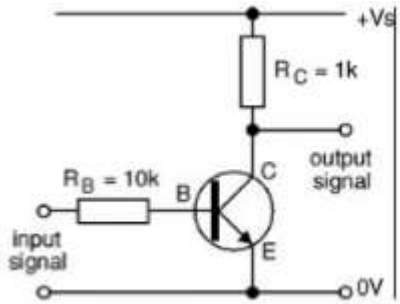
$$Ic(sat) = \frac{\text{V cc}}{R\ c}$$

Pada saat cut off tegangan kolektor emiter sama dengan tegangan sumber kolektor dan arus basis mendekati nol.[6]

$$V_{cc(cut)} = V_{cc} \text{ dan } I_{B\ (cut)} \approx 0$$

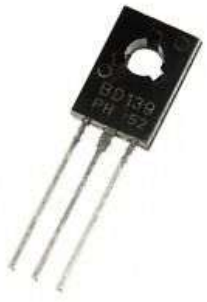
Untuk mencari arus basis pada keadaan resistor basis terpasang dapat dihitung dengan persamaan berikut : [6]

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$



Gambar 2.13. Rangkaian Transistor BD 139 sebagai saklar

Adapun rangkaian fisik Transistor BD139, Gambar 2.14 dibawah menunjukkan bentuk Transistor BD139 yang digunakan.

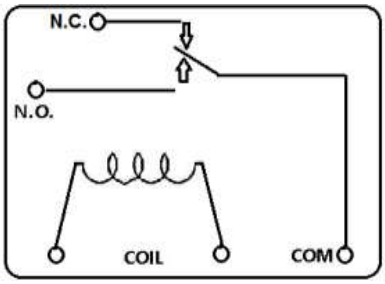


Gambar 2.14. Transistor BD139

2.3.7 Relay

Relay merupakan saklar elektronik yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya. Seperti pada gambar 2.15 Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu: [6]

1. Koil : Lilitan dari relay
2. *Common* : Bagian yang tersambung dengan NC
3. Kontak : Terdiri dari NC (*Normally Closed*) dan NO (*Normally Open*)



Gambar 2.15. Rangkaian relay

Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. [6] Berikut bentuk fisik dari relay seperti pada gambar 2.16.



Gambar 2.16. Relay

2.3.8 Catu Daya

Catu daya memegang peranan yang sangat penting dalam hal perancangan sebuah alat. Penentuan sistem catu daya yang akan digunakan ditentukan oleh dua faktor, diantaranya : [6]

1. Tegangan

   Setiap aktuator tidak memiliki tegangan yang sama. Hal ini akan berpengaruh terhadap desain catu daya. Tegangan tertinggi dari salah satu aktuator akan menentukan nilai tegangan catu daya.

2. Arus

   Arus memiliki satuan Ah (*Ampere hour*). Semakin besar Ah, semakin lama daya tahannya bila digunakan pada beban yang sama.

Tanpa adanya masukan daya maka perangkat tidak dapat berfungsi. Begitu juga apabila pemilihan catu daya tidak tepat, maka perangkat tidak dapat bekerja dengan baik. [6]

2.3.9 Fitur Atmega328

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari Atmel yang memiliki arsitektur RISC *(Reduce Instruction Set Computer)* dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dibandingkan arsitektur CISC *(Completed Instruction Set Computer)*. Adapun beberapa Fitur yang dimiliki oleh Mikrokontroler ATMega328 antara lain : [14]

- 130 jenis instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
- 32 x 8-bit register serbaguna.
- Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16Mhz.
- 32KB *flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 0,5KB dari *flash memory* sebagai *bootloader*.
- Memiliki EEPROM *(Electrically Erasable Programable Read Only Memory)* sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki SRAM *(Static Random Acces Memory)* sebesar 2KB.

- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin, 6 diantaranya PWM *(Pulse Width Modulation)* output.
- *Master / slave* SPI *serial interface.*

2.3.10 DFRDuino

DFRDuino adalah *board* mikrokontroler yang telah deprogram sebagai *converter* USB to *serial*. DFRDuino menggunakan paket DIP AVR Chip, yang berarti pengguna dapat menghapus atau memperbarui / memprogram ulang *firmware chip*. DFRDuino menggunakan warna yang berbeda untuk fitur I/O port dari berbagai jenis, Merah untuk *Power Section,* biru untuk Analog I/O, Hijau untuk Digital I/O. [7]



Gambar 2.17. Mikrokontroler DFRDuino

hal ini untuk mempermudah dalam menemukan dimana letak untuk menghubungkan sensor, atau untuk mengidentifikasi sisi Analog (biru) atau Digital (Hijau).[7]

2.4 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada perancangan alat ini menggunakan Perangkat lunak Android studio sebagai *tuner* untuk mengatur pukulan yang di sinkronkan menggunakan modul *wifi* dari *smartphone* ke alat pemukul bonang. Bahasa yang digunakan pada Android studio yaitu bahasa *c/c++*.

2.4.1 Android Studio

Android Studio adalah sebuah IDE untuk pengembangan aplikasi di *platform android*. Sama seperti kombinasi antara *Eclipse* dan *Android Developer*

Tools (ADT), Android Studio juga dapat di-*download* di situs resmi *Android*: *http://developer.android.com/sdk/installing/studio.html.* Saat ini usia *Android Studio* masih tergolong muda, baru versi 0.2.3 (masih *early access preview*).[13]

SDK sebelumnya di-*bundle* bersama dengan *Eclipse*, sementara *Android Studio* menggunakan *IntelliJ IDEA Community Edition*. Kedua IDE tersebut sama-sama memiliki penggemar 'fanatik'-nya masing-masing. Beberapa pendukung *IntelliJ IDEA* sering mengatakan bahwa *Eclipse* terlalu rumit bagi pemula. *Android Studio* menggunakan *Gradle* untuk manajemen proyeknya. Bagi yang belum pernah mendengar, *Gradle* adalah *build automation tool* yang dapat dikonfigurasi melalui DSL berbasis *Groovy*. Ini yang membedakan *Gradle* dari *Ant* atau *Maven* yang memakai XML. Penggunaan DSL berbasis *Groovy* menyebabkan *Gradle* lebih fleksibel dan dapat diprogram dengan mudah.[13]



Gambar 2.18. *Android Studio*

Pada tugas akhir ini, *Android Studio* digunakan untuk membuat *software* aplikasi berbasis *android* yang akan digunakan untuk memproses pemukul pada bonang otomatis. [13]

2.4.2 Arduino Software

Arduino software digunakan untuk menulis program ke dalam *Arduino*. Untuk *processing* sendiri menggunakan penggabungan antara bahasa *C++* dan *Java*. *Software* arduino ini dapat di-*install* di berbagai *operating system* (OS) seperti: *LINUX, Mac OS, Windows*. *Software* IDE Arduino sendiri terdiri dari 3 bagian: [4]

1. *Editor Program*, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. *Listing* program pada arduino disebut *sketch.*

2. *Compiler*, modul berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) ke dalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa yang dipahami oleh mikrokontroler.
3. *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler.

2.4.2.1 Bahasa Pemrograman Java

Java adalah bahasa pemrograman yang dapat dijalankan di berbagai komputer termasuk telepon genggam. Bahasa ini awalnya dibuat oleh James Gosling saat masih bergabung di *Sun Microsystems* saat ini merupakan bagian dari *Oracle* dan dirilis tahun 1995. Aplikasi-aplikasi berbasis java umumnya dikompilasi ke dalam *p-code* (*bytecode*) dan dapat dijalankan pada berbagai Mesin *Virtual* Java (JVM). Saat ini java merupakan bahasa pemrograman yang paling populer digunakan, dan secara luas dimanfaatkan dalam pengembangan berbagai jenis perangkat lunak aplikasi ataupun aplikasi berbasis web.[5]

Ada beberapa Vitur pada Java diantaranya :

1. JVM (*Java Virtual Machine*)

JVM adalah sebuah *system* program yang mempunyai level paling tinggi yang dapat melihat segala sesuatu yang berada di bawahnya yang merupakan bagian dari mesin. Inilah yang dapat disimpulkan mengenai mesin virtual yaitu menyediakan sebuah program antarmuka dengan *underlying bare hardware*. [5]

2. Garbage collection

Garbage collection merupakan salah satu fitur canggih yang dimiliki oleh Java yang berfungsi untuk mengumpulkan semua memori yang ada pada komputer sesaat setelah digunakan. Contohnya yaitu pada bahasa C yakni terletak pada *pointer* yang digunakan oleh *programmer*. [5]

3. Code security

Code security dapat diartikan sebagai kode pengaman yang fungsinya untuk melindungi sistem dari *untrusted Java Code*. [5]

2.4.2.2 Bahasa Pemrograman C/C++

Bahasa C merupakan bahasa yang *powerful* dan fleksibel yang telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru. [5]

Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (*middle level language*) sehingga mudah untuk melakukan interface (pembuatan program antar muka) ke perangkat keras. Oleh karena itu bahasa C merupakan bahasa prosedural yang menerapakan konsep runtutan (program dieksekusi per baris dari atas ke bawah secara berurutan).[5]