

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada perancangan dan pembuatan alat peringatan perlintasan kereta api tanpa palang pintu ini, penulis mengambil 5 buah jurnal yang digunakan sebagai referensi dalam perancangan dan pembuatan alat ini. Jurnal yang pertama yaitu dengan judul Palang Pintu Otomatis Dengan Countdown Sebagai Upaya Menghindari Kecelakaan Di Perlintasan Kereta. Jurnal yang kedua dengan judul Prototipe Pintu Lintasan Rel Kereta Api Otomatis, jurnal yang ketiga dengan judul Otomatisasi Pintu Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikro Kontroler AT89S51 dan Frekuensi Ultrasonik, Jurnal yang ke empat yaitu Sistem Peringatan Pada Perlintasan Sebidak Tidak Berpintu Menggunakan Kontroler Arduino, dan jurnal yang kelima yaitu Sistem palang pintu perlintasan kereta api otomatis dengan komunikasi *wireless* berbasis Arduino. Dari kelima buah jurnal tersebut berhasil diperoleh data sebagai berikut.

Pada Jurnal yang pertama yaitu “Pemanfaatan Rugi Daya Serat Optik Sebagai EWS (*Early Warning System*) Perlintasan Kereta Api Tidak Berpalang Pintu”, “Prototipe Pintu Lintasan Rel Kereta Api Otomatis”, dari hasil pembuatan alat tersebut diperoleh informasi pada alat tersebut sensor yang digunakan yaitu detector LDR dan Serat Optik, dengan tipe step index FD-620-10 yang dirancang sebagai sensor getar, dimana fungsinya untuk mendeteksi kedatangan kereta api. Pada perancangan alat tersebut, output yang digunakan berupa cahaya LED. Dari hasil pengujian alat tersebut, dapat diperoleh hasil bahwa alat tersebut dapat bekerja dengan baik ketika kereta api melaju dalam kecepatan lebih dari 40 Km/jam. Selain itu, sistem peringatan ini juga dapat bekerja ketika kecepatan dibawah 40 Km/jam, dimana untuk sejenis kereta api barang yang memiliki suspensi keras dibandingkan dengan kereta api penumpang.

Pada Jurnal yang kedua yaitu “Prototipe Pintu Lintasan Rel Kereta Api Otomatis” dari hasil pembuatan alat tersebut diperoleh informasi, sensor yang digunakan yaitu sensor *infra red*, yang berfungsi untuk mendeteksi adanya kereta yang melintas pada rel kereta api. Pada alat tersebut sudah menggunakan

gelombang radio sebagai media transmisinya yaitu dengan menggunakan modul *wireless* TLP-434 A dengan jarak jangkauan komunikasinya sejauh 300 kaki atau 100 meter. Modul *wireless* ini menggunakan frekuensi pada 433,92 MHz dengan menggunakan modulasi ASK. Pada alat ini dibagi 6 buah bagian. Bagian yang pertama yaitu modul sensor infra merah, pada bagian ini memiliki fungsi untuk membaca adanya kereta api yang melintas pada rel kereta api. Bagian yang kedua yaitu modul frekuensi radio, modul frekuensi radio ini menggunakan jenis TLP-434 A dengan jarak jangkau 300 kaki atau 100 meter. Pada bagian ini terdapat 2 buah pemancar dan 1 buah penerima. Bagian penerima diletakkan di perlintasan kereta api dan bagian pemancar diletakkan pada sensor yang berada dekat rel kereta api. pemancar berfungsi untuk mengirimkan informasi akan adanya kereta api yang akan melintas dan bagian penerima akan menerima informasi tersebut dan diteruskan pada bagian modul pengendali. Bagian yang ketiga yaitu modul pengendali berbasis mikrokontroler yang menggunakan jenis AT89S51. Fungsi dari mikro kontroler yaitu memberikan perintah kepada setiap perangkat yang tergabung dengannya. Bagian yang ke empat yaitu modul penggerak palang pintu, pada bagian ini terdapat IC ULN 2803 juga motor *stepper*. IC ULN 2803 memiliki fungsi untuk mengaktifkan motor *stepper* dan motor *stepper* sendiri memiliki fungsi sebagai penggerak palang pintu dalam posisi menutup dan membuka jalan.. Bagian yang ke 5 yaitu modul palang pintu yang terbuat dari akrilik. Dan bagian ke enam yaitu modul perangkat lunak yaitu sebuah program koding yang digunakan untuk mengoperasikan keseluruhan dari alat ini. Dari hasil pengujian dari alat tersebut didapatkan hasil yang memuaskan. Dari 10 kali percobaan alat ini berfungsi dengan baik secara keseluruhan.

Pada Jurnal yang ketiga dengan “judul Otomatisasi Pintu Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikro Kontroler AT89S51 dan Frekuensi Ultrasonik”. Dari hasil pengujian alat tersebut diperoleh informasi, pada alat ini menggunakan beberapa perangkat diantaranya Mikrokontroler AT89S51 yang memiliki fungsi sebagai pusat dari pemrosesan masukan yang berasal dari sensor yang keluarannya nanti yaitu mengatur kerja dari motor yang digunakan sebagai pengendali palang pintu perlintasan kereta api, menyalakan LED serta menghidupkan *speaker*. Selanjutnya terdapat Transduser Ultrasonik yang digunakan untuk pemancar dan penerima.

Pemancar dipasang pada kereta api yang nantinya akan mengirimkan sinyal terhadap penerima yang terpasang pada pos penjaga perlintasan kereta api. Pada bagian pengirim dipasang OP AMP yang digunakan untuk menguatkan sinyal. Terdapat juga Optokopler yang digunakan sebagai sensor yang mendeteksi kereta api telah melintas pada perlintasan kereta api. Pada palang pintu perlintasan kereta api terdapat LED dan *Speaker* yang berfungsi untuk menandakan akan adanya kereta yang melintas dan palang pintu perlintasan kereta api akan segera ditutup. Pada palang pintu perlintasan kereta api terdapat motor yang digunakan untuk membuka dan menutup palang pintu. Pada pengujian alat ini terdapat beberapa tahap. Tahap yang pertama yaitu melakukan pengujian terhadap Transduser Ultrasonik pada pengirim dan penerimanya. Pengujian ini untuk mengukur berapa tegangan yang dihasilkan pada saat mengirim dan menerima informasi baik pada sisi pengirim dan penerima informasi. Pengujian selanjutnya yaitu pengujian terhadap Optokopler. Pada pengujian ini berfungsi untuk mencari nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor Optokopler pada kondisi *high* dan *low* atau *high* pada saat sensor Optokopler dalam keadaan tidak tertutup oleh benda dan pada terhalang benda. Dari hasil percobaan alat ini diperoleh hasil semua perangkat yang digunakan dapat berfungsi dan bekerja dengan baik.

Pada jurnal yang keempat ini yaitu dengan judul Sistem Peringatan Pada Perlintasan Sebidak Tidak Berpintu Menggunakan Kontroler Arduino yang dilakukan pada tahun 2017 dimana dalam jurnal ini membuat sebuah alat yang digunakan untuk sistem peringatan perlintasan kereta api tanpa adanya palang pintu pada perlintasan kereta api tersebut. Dalam pembuatan alat ini yang dimana terdiri dari Mikrokontroler Arduino UNO ATmega328, RTC DS3231, *Switch Button*, DMD P10, dan *Horn* atau speaker. Cara kerja dari alat ini yaitu dimana untuk memberikan peringatan terhadap kereta api yang akan melintas yaitu dengan menggunakan suara dari speaker serta LED berjalan. Untuk memberikan peringatan tersebut alat ini telah diseting terlebih dahulu dengan memasukkan jadwal kereta api yang biasanya melintas pada wilayah tersebut dengan keterangan waktu. Dari hasil pengujian alat dapat bekerja dengan baik[7].

Pada jurnal yang kelima ini yaitu dengan judul sistem palang pintu perlintasan kereta api otomatis dengan komunikasi *wireless* berbasis Arduino yang

dilakukan pada tahun 2017 dimana pada jurnal ini yaitu membuat sebuah alat yang digunakan sebagai sistem palang pintu otomatis pada sebuah perlintasan kereta api. Dalam pembuatan alat ini digunakan beberapa komponen alat diantaranya sensor getar, sensor ultrasonik, Arduino uno, buzzer, dan modul *wireless* NRF24L01. Buzzer dalam pembuatan perangkat ini digunakan sebagai *output* untuk menandakan bahwa akan adanya kereta api yang melintas. Pada hasil pengujian perangkat ini diperoleh hasil bahwa sensor getar dan sensor ultrasonik berfungsi dengan baik dimana sensor getar dapat mendeteksi getaran dan sensor ultrasonik dapat mendeteksi keberadaan benda sejauh 70 cm. Selain itu pada pengujian radio, modul *wireless* ini dapat berkomunikasi dengan jarak terjauh yaitu 940 meter. Dari hasil keseluruhan pengujian tersebut dapat dilihat secara keseluruhan kinerja alat tersebut sudah berfungsi sesuai target[8].

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Transportasi Umum Kereta Api

Perkembangan teknologi dibidang transportasi dimulai setelah ditemukannya roda penggerak, yang berupa roda dan ditemukannya jenis roda lainnya. Seiring dengan ditemukannya beberapa teknologi pada bidang elektronik, automotif, dan informatika serta berbagaimacam sumberdaya alam yang mendukung akan adanya transportasi sehingga ditemukan beberapa jenis alat transportasi termasuk lokomotif. Pada transportasi darat, terdapat 2 buah jenis moda transportasi yang digunakan. Yaitu transportasi moda angkutan jalan raya serta angkutan kereta api. Kereta api adalah salah satu jenis transportasi umum yang cukup disegani banyak orang untuk berpergian sendiri maupun bersama – sama dengan lokasi tujuan yang cukup jauh dikarenakan membutuhkan waktu yang relatif lebih singkat dibandingkan dengan kendaraan darat lainnya, serta harga yang ditawarkan terjangkau. Kereta Api adalah salah satu moda transportasi darat yang tersusun atas kesatuan sistem terdiri dari sarana, prasarana dan SDM juga terdapat persyaratan, kriteria dan prosedur penyelenggaraan kereta api telah diatur pada UU No.23, 2007. Alat transportasi kereta api yaitu sebuah perkeretaapian yang tenaga geraknya berjalan secara sendiri ataupun dirangkai dengan perkertaapian lainnya

yang bergerak pada sebuah rel. Kereta api merupakan sebuah layanan transportasi yang dapat disebut ramah lingkungan dikarenakan gas buangan dengan nilai emisi yang kecil serta masih terus dikembangkan dengan menggunakan teknologi listrik sebagai bahan bakar dari kereta api. Selain itu perjalanan transportasi kereta api dapat dibilang merupakan sebuah perjalanan khusus yang dikarenakan memiliki jalur sendiri dan jalur tersebut tidak digunakan oleh jenis transportasi lainnya dan pada pelaksanaan perjalanan kereta api tidak memberikan dampak yang besar pada perjalanan lalu lintas transportasi darat lainnya[9].

2.2.2 Karakteristik dan Sifat Kereta Api

Kereta api merupakan moda transportasi darat yang cukup disegani bagi setiap orang yang akan berpergian baik dalam jarak jauh, sedang maupun pendek. Pada dasarnya kereta api dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yang dapat dibedakan dari sifat dan fungsinya. Terdapat kereta api biasa, kereta api fakultatif dan kereta api luar biasa. Berikut ini merupakan penjelasan dari setiap kereta api tersebut :

1. Kereta api biasa

Kereta api biasa yaitu adalah sebuah kereta api yang perjalanannya telah terdaftar pada tabel perjalanan kereta api dan telah jelas jadwal dan waktu dari keberangkatan kereta api tersebut setiap harinya.

2. Kerta api fakultatif

Jenis kereta api ini tidak tertulis dalam jadwal tabel keberangkatan kereta api pada setiap harinya tapi tertulis dalam waktu. Kereta api ini biasanya beroperasi bilamana dibutuhkan seperti pada saat terdapat perayaan besar.

3. Kereta api luar biasa

Kereta api jenis ini tidak tertulis pada jadwal keberangkatan kereta api dan tidak tertulis juga pada waktu keberangkatan kereta api, akan tetapi

Jenis kereta api ini akan dioperasikan bilamana dibutuhkan.

Pada pengoperasian perjalanan angkutan umum kereta api tentu saja terdapat sebuah keunggulan dan kelemahannya. Berikut ini merupakan keunggulan dan kelemahan dari angkutan umum kereta api :

1. Keunggulan

- a. Kereta api merupakan sebuah layanan transportasi umum yang dapat membawa penumpang dan barang dalam jumlah yang banyak baik pada perjalanan jarak pendek, sedang, dan jauh.
- b. Energi yang diperlukan dalam menjalankan kereta api ini dapat terbilang cukup kecil. Untuk saat ini, telah dikembangkan berbagai macam teknologi yang dapat digunakan sebagai energy penggerak dari kereta api seperti energi listrik.
- c. Keselamatan yang cukup terjamin dikarenakan kereta api memiliki jalur atau jalan sendiri. Selain itu kereta api memiliki keandalan waktu yang cukup tinggi dan kecepatan pada saat beroperasi relative konstan.

2. Kelemahan

- a. Pada penyelenggaraan alat transportasi umum kereta api ini dibutuhkan infrastruktur yang khusus dan tidak bisa digunakan oleh alat transportasi lainnya. Dengan demikian penyediaan alat angkut harus diperhitungkan terlebih dahulu seperti lokomotif dan rangkaian gerbong.
- b. Biaya yang dibutuhkan untuk menyelenggarakan alat transportasi umum kereta api ini membutuhkan biaya perawatan yang cukup tinggi.
- c. Bila terdapat sebuah kecelakaan pada sebuah jalur kereta api maka setiap perjalanan kereta api lainnya akan terganggu dan tidak bisa dialihkan pada jalur lainnya.

2.2.3 Sarana, Prasarana Kereta Api

Angkutan umum kereta api terdiri dari beberapa jenis rangkaian. Biasanya pada satu rangkaian kereta api terdapat sebuah lokomotif, dan beberapa rangkaian gerbong angkutan umum, sebuah gerbong *restorasi* dan gerbong barang. Kereta api merupakan sebuah layanan umum yang berjalan pada rangkaian rel. Berikut ini merupakan penjelasan sarana dari kereta api:

1. Lokomotif

Lokomotif yaitu adalah sebuah penggerak utama dari rangkaian kereta api. Pada biasanya lokomotif menggunakan tenaga diesel, elektrik dan uap sebagai sumber utama dari lokomotif. Pada saat ini dengan teknologi yang terus berkembang,

lokomotif kereta api menggunakan tenaga diesel dan tenaga listrik atau biasa disebut dengan KRD (Kereta Rel Diesel) dan KRL (Kereta Rel Listrik).

2. Gerbong

Kereta memiliki arti yaitu kendaraan yang dapat digunakan sebagiannya atau keseluruhannya digunakan untuk mengangkut penumpang dan barang. Pada dasarnya gerbong kereta digunakan khusus untuk memuat barang dan atau binatang. Terdapat tiga buah jenis gerbong yang digunakan pada saat ini, yaitu gerbong tertutup, datar, dan tangki. Biasanya terdapat beberapa tipe kereta dan gerbong tergantung dari jumlah orang dan barang yang dimuat. Pada sebuah gerbong bagian yang terpentingnya yaitu adalah kerangka dasar dan juga *bogie*. *Bogie* merupakan sebuah kerangka yang berfungsi untuk menghubungkan bagian dari kereta dengan rel. Fungsi dari *bogie* ini digunakan untuk pengamanan dalam perjalanan kereta api serta memberikan kenyamanan terhadap penumpang kereta api dan meredam getaran yang disebabkan oleh gesekan antara roda dengan rel.

3. Jalan kereta api (Rel Kereta Api)

Jalan kereta api, merupakan jalan yang terdiri dari rangkaian petak - petak rel. Rel yaitu sebuah kesatuan konstruksi yang bahan pembuatannya terbuat dari baja, beton, atau bahan lainnya yang posisinya terletak pada permukaan tanah, di bawah tanah, dan di atas tanah atau bergantung pada sebuah konstruksi lainnya. Fungsi dari rel kereta api ini yaitu untuk mengarahkan jalan dari kereta api. Berikut ini merupakan karakteristik dari rel kereta api yang ada di Indonesia.

Tabel 2. 1 Karakteristik Jalan Kereta Api Eksisting

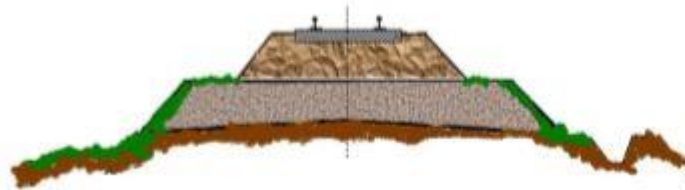
Karakteristik	Besaran
Jenis Kereta	Penumpang
Jenis Rel	R54, Narrow gauge(1.607),UIC 54
Beban Gandar Maksimum	18 ton
Kecepatan Maksimum	60-70 Km/Jam
Jari-Jari Kelengkungan	300 m

Selain itu jalur kereta api dapat dibedakan berdasarkan jumlah dari jalur atau *track* yang ada pada sebuah wilayah :

- a. *Single track*, yaitu jalan kereta api yang hanya terdapat 1 lintasan rel kereta api pada lintasannya.
- b. *Double track*, yaitu jalan kereta api yang terdapat 2 lintasan rel kereta api pada lintasannya.
- c. *Multi track*, yaitu jalan kereta api yang terdapat 3 atau lebih rel kereta api pada lintasannya.

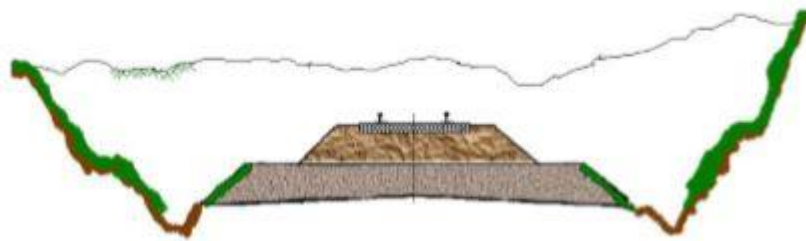
Selain dari jumlah dari *track* rel kereta api pada lintasannya, jalan rel kereta api juga dibagi 2 bagian berdasarkan konstruksi dan bentuknya :

- a. Jalan rel yang dibangun pada sebuah timbunan atau gundukan yang biasanya pembangunan jalan rel kereta api ini dibangun pada area rawa dan persawahan.



Gambar 2. 1 Gambar Jalan rel yang dibangun pada sebuah timbunan

- b. Jalan rel yang dibangun pada sebuah galian biasanya jalur rel kereta api ini dibangun pada medan yang cukup berat seperti di pegunungan ataupun perbukitan.



Gambar 2. 2 Gambar jalan rel yang dibangun pada sebuah galian

Pada jalan kereta terdapat susunan lapisan dalam membuat jalur kereta api. Berikut ini merupakan keterangan dan jenis lapisan – lapisan pada sebuah konstruksi rel kereta api:

a. Rel (*Rail*)

Rel sendiri merupakan bagian dari jalur kereta api yang berada paling atas. Rel berupa batangan baja yang berbentuk longitudinal dan saling berhubungan satu samalain serta menjadi tuntunan dan tumpuan roda kereta api secara terus menerus,

b. Penambat

Penambat memiliki fungsi sebagai penghubung antara rel dengan bantalan tergantung dengan jenis bantalan yang dipakai dan jalan rel yang akan digunakan.

c. Bantalan

Bagian ini memiliki fungsi sebagai penerima beban yang berasal dari rel yang selanjutnya akan didistribusikan menuju lapisan balas dengan memberikan tingkat tekanan yang kecil, mempertahankan konstruksi penambat yang berfungsi untuk mengikat rel agar tidak bergerak dari posisinya.

d. Lapisan Pondasi Atas atau Lapisan Balas

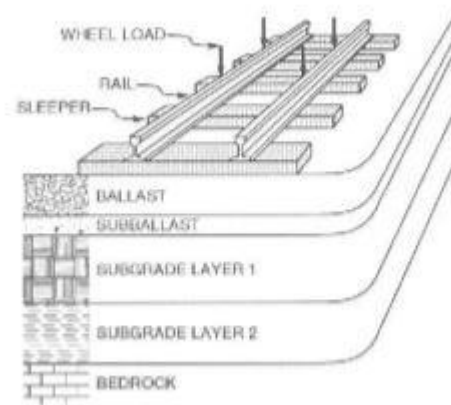
Pada lapisan ini memiliki fungsi untuk menahan gaya secara vertikal, lateral serta longitudinal yang beban tersebut dibebankan pada bantalan sehingga bantalan tersebut dapat kokoh dalam mempertahankan posisi rel yang telah dipasangkan.

e. Lapisan Pondasi Bawah atau Lapisan Subbalas

Pada lapisan ini memiliki fungsi untuk mengurangi tekanan yang berada pada bawah balas sehingga beban tersebut akan didistribusikan terhadap lapisan tanah dasar yang sesuai dengan tingkatannya

f. Lapisan tanah Dasar

Pada lapisan ini memiliki fungsi untuk menyediakan lahan yang akan digunakan sebagai landasan dasar dalam membangun sebuah jalan atau rel kereta api. Selain itu lapisan ini berfungsi untuk memberikan kestabilan terhadap lapisan balas serta lapisan subbalas[10].



Gambar 2. 3 Gambar lapisan penyusun dari jalan rel

4. Stasiun

Stasiun merupakan tempat dimana kereta api akan melakukan pemberangkatan ataupun pemberhentian yang berfungsi untuk melayani masuk dan keluarnya penumpang beserta barang. Selain itu terdapat fungsi lain dari stasiun yaitu untuk mengatur lalulintas dari kereta api yang akan melintas bilamana terdapat beberapa kereta api yang akan melintas secara bersamaan pada sebuah wilayah. Terdapat stasiun besar serta stasiun kecil dimana memiliki fungsinya masing – masing. Stasiun besar biasanya sering disinggahi kereta api untuk berhenti untuk bongkar muatan beserta naik turunnya penumpang. Selain itu pada stasiun besar biasanya menjadi tujuan akhir dari kereta api dan menjadi tempat untuk perawatan dari rangkaian kereta api tersebut, mulai dari gerbong hingga lokomotif. Pada stasiun kecil biasanya terdapat beberapa kereta yang berhenti disana untuk bongkar muatan serta naik turunnya penumpang akan tetapi tidak semua kereta api akan singgah disana. Fungsi dari stasiun kecil ini yaitu untuk memberikan sinyal serta untuk mengatur akan kelancaran dalam lalulintas kereta api.

5. Wesel

Pada jalan kereta api biasanya terdapat banyak sekali wesel, wesel memiliki fungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengalihkan ataupun mengantarkan kereta api dari sebuah jalur menuju ke jalur lainnya tanpa adanya pemotonga rel yang terdapat pada dua buah jalur tersebut. Untuk memindahkan rel biasanya

wesel akan digerakan secara manual atau menggunakan motor listrik. Terdapat beberapa rumusan yang digunakan dalam menggunakan wesel ini tergantung dari sudut dan kecepatan kereta api yang akan melintas[10].

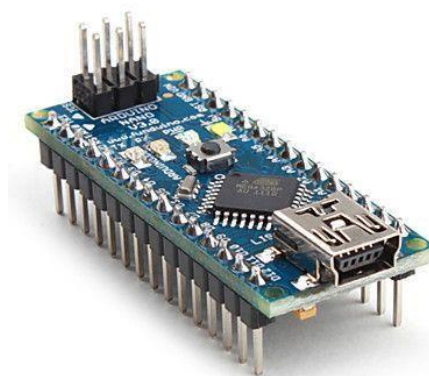
Tabel 2. 2 Tangen sudut simpang arah nomor wesel dan kecepatan izin

tg.A	1:8	1:10	1:12	1:14	1:16	1:18
Nomor Wesel	W8	W10	W12	W14	W16	W18
Kecepatan Ijin (km/jam)	25	35	45	50	60	70

Sumber : Peraturan Dinas Perkeretaapian No. 10. 1986 [11].

2.2.4 Arduino NANO

Arduino NANO yaitu merupakan sebuah jenis produk mikrokontroler yang di produksi oleh perusahaan *smart projects* dan penciptanya yaitu Massimo Banzi. Selain Arduino Uno masih banyak lagi jenis dari Arduino, diantaranya Arduino Diecimila, Arduino Duemilnove, Arduino Leonardo, Arduino Mega, dan Arduino UNO. Arduino NANO merupakan sebuah mikrokontroler yang memiliki ukuran persegi panjang yang berukuran cukup kecil. Pada dasarnya pada Arduino NANO terdapat sebuah mikrokontroler serta memiliki beberapa pin I/O (*Input/Output*) serta beberapa pin analog dan digital. Pada Arduino uno mikro kontroler yang digunakan yaitu jenis Atmega 328p. Dibawah ini merupakan gambar dari Arduino NANO [12].



Gambar 2. 4 Gambar Arduino NANO[13]

Pada Arduino NANO terdapat berbagai bagian serta fungsinya, berikut ini merupakan penjelasan dari fungsi dari masing – masing bagian yang terdapat pada Arduino :

1 Port USB

Port usb yaitu adalah sebuah penghubung yang digunakan untuk menghubungkan secara serial antara sebuah perangkat dengan komputer. Port usb memiliki fungsi sebagai penghubung antara Arduino NANO dengan komputer atau laptop. Selain itu port usb ini digunakan untuk aliran listrik atau energi untuk menyalakan Arduino NANO. Port USB pada Arduino NANO ini juga berfungsi sebagai colokan Catu daya eksternal.

2 Pin Digital

Pin digital ini memiliki fungsi untuk masukan atau *inputan* dari sebuah perangkat yang memiliki tipe masukan digital.

3 Pin Analog

Pin analog sendiri biasanya terdiri dari pin A0-A5 yang akan membaca nilai analog mulai dari 0 sampai 1023. Pin analog ini digunakan untuk masukan jenis analog.

4 Mikrokontroler

Mikrokontroler umumnya berupa chip yang dapat menyimpan sebuah program yang dapat menjalankan beberapa komponen elektronik. Mikrokontroler biasanya terdiri dari beberapa perangkat diantaranya terdapat memori, input output, sebuah perangkat *analog to digital converter* dan *Central Processing Unit* (CPU). Pada Arduino NANO sendiri memiliki sebuah mikrokontroler dengan jenis atmega 382p.

Arduino NANO sendiri memiliki 14 pin digital yang dimana pin tersebut dapat digunakan sebagai pin *input/output* dan 8 buah pin analog yang dapat digunakan sebagai *input*. Pada dasarnya semua pin baik *input* serta *output* bekerja dengan tegangan sebesar 5 Volt dengan arus berkisar pada 20 mA dengan nilai maksimal arus sebesar 40 mA dengan resistor *pull-up* sebesar 20k sampai 50k ohm. Selain itu Arduino NANO memiliki beberapa pin yang digunakan dengan fungsi khusus, diantaranya :

1. Serial, terdiri dari 2 pin : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX) yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data serial.
2. External Interrupts, yaitu pin 2 dan pin 3. Kedua pin tersebut dapat digunakan untuk mengaktifkan interups.
3. PWM: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 menyediakan output PWM 8-bit SPI : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), dan 13 (SCK) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI Library
4. LED : Pin 13. Pada pin 13 terhubung built-in led yang dikendalikan oleh digital pin nomor 13[13].

2.2.5 8Lampu LED



Gambar 2. 5 Gambar LED

LED yaitu sebuah singkatan dari *Light Emitting Diode* yaitu adalah sebuah komponen elektronika dimana perangkat ini dapat memberikan pancaran cahaya *monokromatik* ketika diberikan arus listrik. LED sendiri termasuk kedalam diode dimana LED ini terbuat dari bahan semi konduktor. LED ini sendiri dapat memancarkan cahaya dengan warna yang berbeda – beda tergantung dari bahan semikonduktor yang digunakan. LED juga dapat memancarkan sinar infra merah namun sinar ini tidak tampak pada saat dilihat, seperti contohnya pada *remote TV* ataupun perangkat *remote control* lainnya. Dari segi bentuk LED ini menyerupai bola lampu pada biasanya, hanya saja LED ini memiliki ukuran lebih kecil daripada bola lampu biasanya sehingga dapat dipasangkan dengan mudah dengan komponen

elektronika lainnya. Lampu LED ini memiliki perbedaan dengan bola lampu pada biasanya dimana lampu LED ini tidak membutuhkan pembakaran filamen dengan demikian tidak akan menimbulkan panas pada saat menghasilkan cahaya.

Cara kerja dari LED ini sama seperti diode lainnya dikarenakan LED sendiri termasuk kedalam keluarga dari dioda. Dioda sendiri terdiri dari dua buah kutub dimana terdapat kutub positif serta kutub negatif. LED sendiri akan menyala bilamana terdapat tegangan listrik bias maju atau *bias forward* yang berasal dari anoda menuju kearah katoda. Pada LED sendiri terdiri dari chip semikonduktor dimana terdapat proses penambahan ketidak murnian atau *impurity* pada semikonduktor murni sehingga akan menimbulkan karakteristik kelistrikan sehingga akan menimbulkan *junction* P dan N. Dengan demikian ketika LED dialiri oleh arus listrik maju dari anoda menuju katoda elektron pada tipe N akan berpindah menuju ke wilayah yang dimana memiliki kelebihan hole atau wilayah yang memiliki muatan positif. Pada saat elektron tersebut berjumpa dengan hole maka hole akan mengeluarkan photon dan akan memancarkan cahaya monokromatik[14].

2.2.6 Modul Radio Frekuensi NRF24L01

Modul RF (Radio Frekuensi) merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk mengirimkan serta menerima gelombang radio pada frekuensi tertentu. RF sendiri digunakan untuk mengirimkan serta menerima data dengan kecepatan yang cukup tinggi. Biasanya, RF agar dapat digunakan harus memiliki 2 buah unit dimana untuk bagian pengirim atau (*Transmitter*) dan penerima (*Receiver*). Untuk berkomunikasi, masing-masing radio harus memiliki rasio sinyal yang sama. Untuk memperoleh frekuensi yang digunakan sebagai komunikasi pada perangkat maka diperlukan modulasi sinyal. Modulasi merupakan proses perubahan dari suatu gelombang periodik menjadi suatu sinyal yang mampu membawa suatu informasi. Dari proses modulasi, sebuah informasi bisa *diinputkan* kedalam suatu gelombang pembawa atau *carrier*, biasanya gelombang ini berupa sinus yang memiliki frekuensi tinggi. Terdapat tiga kunci parameter pada gelombang sinusoidal ini, diantaranya yaitu : fase, amplitudo dan frekuensi. Semua parameter tersebut bisa dimodifikasi dan disesuaikan dengan sinyal informasi sehingga membentuk sinyal

yang termodulasi. Dalam proses modulasi terdapat peralatan. Peralatan yang digunakan dalam melaksanakan proses modulasi yaitu modulator, sedangkan peralatan yang digunakan untuk memperoleh informasi awal atau kebalikannya yaitu demodulator, dan peralatan yang digunakan dalam kedua proses tersebut yaitu modem. Modem merupakan singkatan dari MODulator DEModulator[15].

Perangkat modul *wireless* NRF24L01 ini merupakan sebuah modul Radio Frekuensi yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz. Alat ini bekerja pada rentang tegangan antara 1,9 sampai 3,6 V dengan memiliki *channel* pilihan sebanyak 125 *channel*. Biasanya modul *wireless* NRF24L01 ini diaplikasikan dalam beberapa macam perangkat. Di antaranya yaitu *wireless mouse*, *joystick*, dan *keyboard* serta beberapa macam perangkat lainnya. Terdapat beberapa pin yang terdapat pada modul NRF24L01 ini yang memang telah di khususkan serta terdapat pula *pin portnya* pada mikrokontroler Arduino[16].

2.2.7 Catu Daya

Catu daya atau *Power Supply* merupakan sebuah alat atau media yang digunakan sebagai penyedia energi listrik yang selanjutnya akan diubah menjadi energi listrik sesuai dengan kebutuhan perangkat elektronika yang terhubung. Selain menjadi penyedia energi listrik terhadap perangkat elektronika lainnya, catu daya sendiri dapat digunakan sebagai pengubah arus ac ke dc murni atau disebut menjadi penyearah filter. Sumber DC murni dapat mengoperasikan perangkat – perangkat elektronika secara langsung. Pada dasarnya catu daya diklasifikasikan menjadi 3 jenis berdasarkan fungsinya. Berikut ini merupakan catu daya berdasarkan fungsinya :

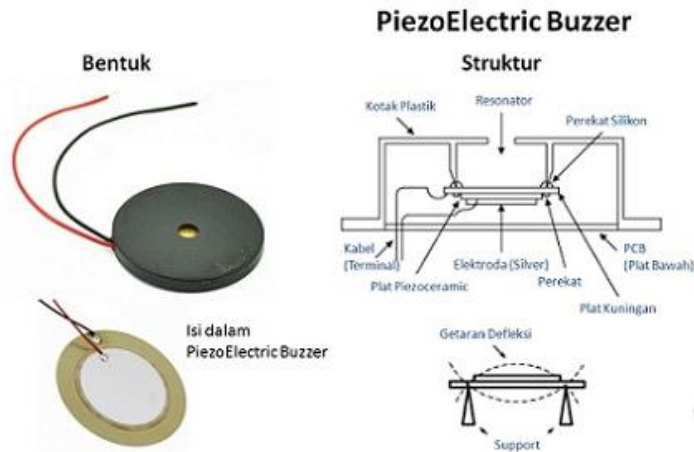
1. *Regulated Power Supply* yaitu catu daya yang kestabilan tegangannya dapat terjaga meskipun terdapat beberapa perubahan pada beban atau arus listriknya.
2. *Unregulated Power Supply* yaitu catu daya yang kestabilan tegangannya dapat berubah – ubah seiring dengan perubahan tegangan serta arus listriknya.
3. *Adjustable Power Supply* yaitu catu daya yang tegangannya dapat diubah – ubah sesuai dengan kebutuhan[16].

2.2.8 Frekuensi 2.4 GHz

Spektrum frekuensi radio merupakan sebuah susunan *range* frekuensi radio dari yang frekuensinya lebih kecil dari frekuensi 3.000 GHz. Pita frekuensi 2.4 GHz merupakan serangkaian spektrum frekuensi yang bekerja pada frekuensi 2.400 MHz sampai 2.483,5 MHz. Biasanya pada pita frekuensi ini digunakan untuk akses data serta akses internet. Pita frekuensi ini termasuk kedalam jenis UHF (*Ultra High Frequency*)[17]. Selain itu pita frekuensi 2.400 MHz sampai 2.483,5 MHz ini bisa digunakan dalam sharing pada waktu, wilayah, tempat dan teknologi secara harmonis antar penggunaannya. Sharing yang dimaksud pada pita frekuensi ini yaitu penggunaan secara bersama yang telah disepakati atau dikoordinasikan secara bersama antara pemilik serta penggunaannya[18].

2.2.9 Buzzer

Buzzer merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah arus listrik menjadi sebuah suara. Saat ini buzzer biasanya digunakan sebagai salah satu sistem peringatan pada sebuah alat, seperti alat anti maling, alarm pada jam, sistem peringatan pada kendaraan yang biasanya digunakan pada mobil yang memiliki sistem *smart parking* serta buzzer digunakan pada perangkat lainnya. Buzzer yang merupakan salah satu komponen audio ini biasanya bekerja pada tegangan 3 – 12 Vdc tergantung dari jenisnya. Biasanya buzzer yang digunakan pada saat ini merupakan buzzer dengan jenis Piezoelectric dimana kelebihan dari buzzer ini yaitu lebih ringan dan lebih mudah dipasangkan dengan komponen elektronika lainnya. Diberinama dengan Piezoelectric dikarenakan efek yang digunakan untuk mengaktifkan buzzer ini yaitu dengan efek Piezoelectric. Piezoelectric merupakan sebuah efek yang ditemukan oleh Pierre Curie dan Jacques Curie pada tahun 1880. Berikut ini merupakan gambar dari buzzer[20].



Gambar 2. 6 Gambar Buzzer

Buzzer Piezoelectric sama seperti namanya menggunakan efek Piezoelectric untuk menghasilkan suara. Dimana ketika tegangan listrik yang mengalir buzzer ini akan menyebabkan gerakan mekanis yang akan menimbulkan suara[20].

2.2.10 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan sebuah aplikasi yang digunakan untuk membuat sebuah program yang akan di jalankan pada sebuah mikrokontroler. Pada sebuah Arduino NANO terdapat sebuah mikrokontroler AT328P yang telah terpasang dan terdapat pula *Bootloader* yang fungsinya yaitu untuk meng-upload program dari Arduino IDE kedalam mikrokontroler tersebut. Dalam serial monitor Arduino UDE terdapat keluaran berupa pesan dimana karakter. Menurut standard ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) 1 karakter berupa data 1 *byte* dimana 1 *byte* tersebut terdiri dari 8 bit data[21]. ASCII tabel digunakan untuk mendapatkan parameter *throughput* dengan menggunakan rumus :

$$Throughput = \frac{\text{Besar Data}}{\text{Waktu pengiriman}} = \dots \text{ Bytes/sec} \times 8 \quad (2.1)$$

Selain itu digunakan juga rumus untuk mencari rata – rata dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$\text{Rata – rata } Throughput = \frac{\text{Jumlah } Throughput}{\text{Banyaknya percobaan}} = \dots \text{ bits/s} \quad (2.2)$$

$$\text{Rata – rata } Delay = \frac{\text{Jumlah } Delay}{\text{Banyaknya percobaan}} = \dots \text{ detik} \quad (2.3)$$

$$\text{Rata – rata jarak} = \frac{\text{Jumlah jarak}}{\text{Banyaknya percobaan}} = \dots \text{ meter} \quad (2.4)$$

Dibawah ini merupakan gambar penjelasan tentang Arduino IDE.



Gambar 2. 7 Gambar tampilan pada Arduino IDE

1. *Verify Code* berfungsi untuk memeriksa atau memverifikasi terlebih dahulu sebuah pemrograman yang akan di *upload*-kan pada mikrokontroler bilamana terdapat error pada sebuah program tersebut.
2. *Upload* berfungsi untuk memasukkan pemrograman yang sudah dibuat dan telah diverifikasi terlebih dahulu.
3. *New Sketch* berfungsi untuk membuat *sketch* baru
4. *Open Sketch* berfungsi untuk membuka *sketch* yang telah ada.
5. *Save sketch* berfungsi untuk menyimpan hasil kerja tanpa melalui *compiling* terlebih dahulu.
6. *Serial Monitor* berfungsi untuk menampilkan komunikasi serial yang berasal dari pemrograman yang di *upload*-kan.
7. *Keterangan Aplikasi* memiliki fungsi untuk menampilkan pesan pada saat sedang melakukan proses *compiling* ataupun setelah selesai *compiling* dan ketika terdapat error.

8. Konsol log memiliki fungsi untuk menampilkan pesan yang berasal dari sketch pada saat proses *compiling* dan bilamana terdapat eror maka akan ditampilkan dalam baris keberpa yang mengalami eror.
9. Baris sketch berfungsi untuk menampilkan baris keberapa yang sedang aktif pada *sketch* yang dijalankan.
10. Informasi *port* berfungsi untuk memberitahukan *port* yang sedang digunakan[22].