

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian yang telah dilakukan oleh Aditama, dkk pada tahun 2022 dengan judul Otomasi *Litter Box* Serta Pemantauan Dalam Kandang Kucing Berbasis *Internet of Things*. Penelitian ini bertujuan untuk mengawasi kondisi kesehatan kucing, termasuk kebersihan *litter box* dari buang air besar dan kecil, serta memberikan makanan dan minuman secara otomatis. Pemberian makan terjadwal dan penyaringan otomatis pada *litter box* menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Aplikasi *mobile* mencakup fitur pembersihan *litter box*, pemberian makan sesuai jadwal, dan pemantauan pola makan serta minum kucing. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemantauan ketersediaan air minum dengan kapasitas 250 ml dapat diakses melalui sensor ultrasonik. Pemberian makan sesuai jadwal menghasilkan rata-rata porsi makanan sebesar 30 ± 0.48 gram. Notifikasi aktif ketika *litter box* dibersihkan 3 kali, ketersediaan makanan kurang dari 50 gram, dan air minum kurang dari 5 cm. Subsistem pembersih *litter box* memiliki delay 5 detik. Pemantauan makanan menggunakan *load cell* memiliki *presentase error* sebesar 16.37% [4].

Penelitian yang telah dilakukan oleh Andi, dkk pada tahun 2020 dengan judul Purwarupa *Smart Litter Box* Kucing Dan Pengisian Pasir Otomatis Berbasis Arduino. Pada penelitian ini, dikembangkan sebuah *litter box* yang secara otomatis membersihkan feses kucing dan mengisi dispenser dengan pasir. Sistem ini dilengkapi dengan umpan balik, termasuk indikator LED, bunyi *buzzer*, dan LCD untuk memberikan informasi status kapasitas dispenser pasir. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan kucing dalam *litter box* dan mengukur kapasitas pasir di dispenser. Sensor inframerah digunakan untuk mengukur tinggi pasir dalam *litter box*. Motor servo digunakan untuk mengendalikan katup dispenser dan tutup tempat sampah feses, sementara motor DC berfungsi sebagai penggerak sisir pasir. Arduino UNO bertindak sebagai pengolah data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem deteksi kucing berfungsi dengan baik,

dengan rata-rata *error* pengujian dispenser sebesar 5,15% dan batas toleransi jarak sebesar 10 cm. Sensor inframerah dapat mendeteksi objek sesuai dengan jarak yang ditentukan, dan keseluruhan sistem dapat beroperasi dengan baik [5].

Penelitian yang telah dilakukan oleh Rendi, dkk pada tahun 2019 dengan judul Rancang Bangun *Automatic Cat Litter Box* Berbasis Arduino Uno. Penelitian ini membuat *Automatic Cat Litter Box* yang bekerja layaknya *closet urinoir* sensor yang dapat membuang kotoran kucing dari kotak kotorannya setelah kucing melakukan repositori di kotak itu dan membuangnya ke kotak penampung yang sudah dilapisi plastik dan tutup agar bau kotoran tidak tercium. *Automatic Cat Litter Box* ini menggunakan Sensor Ultrasonik HC-sr04 sebagai pendeteksi keberadaan kucing yang bekerja berdasarkan perubahan jarak yang terbaca oleh sensor. Sensor Ultrasonik HC-sr04 dapat mendeteksi benda atau sesuatu objek yang ada dalam area berpasir dari *Litter box* dengan menentukan range jarak 37cm – 40cm sebagai jarak awal atau jarak dimana sensor tidak mendeteksi adanya objek dan jika jarak yang terbaca diluar dari *range* jarak awal maka dapat dinyatakan sensor telah mendeteksi sesuatu objek. Memiliki tiga kriteria dalam sistem kerjanya yang pertama adalah ketika objek yang terdeteksi didalam area berpasir dari *Litter box* lebih dari 30 detik dengan waktu tunda 10 detik yang telah terpenuhi, 10 maka dapat dipastikan sistem pada *Automatic Cat Litter Box* akan secara otomatis berkerja. Yang kedua jika objek terdeteksi kurang dari 30 detik, maka sistem pada *Automatic Cat Litter Box* tidak dapat berkerja. Dan yang ketiga jika objek terdeteksi lebih dari 30 detik tetapi dengan waktu tunda yang kurang dari 10 detik, maka sistem pada *Automatic Cat Litter Box* tidak dapat berkerja atau kembali pada proses pendeteksian [2].

Penelitian yang telah dilakukan oleh Yuli, dkk tahun 2021 dengan judul Sistem *Monitoring* Tempat Sampah Pintar Di Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-Lipi. Penelitian tersebut membahas pengembangan sistem pemantauan sampah pintar menggunakan NodeMcu di Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - LIPI. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik dan sensor berat untuk mendeteksi kapasitas dan berat sampah, dengan data dikirim ke *Firebase* dan dipantau menggunakan aplikasi Android. Notifikasi pada penelitian ini berupa teks yang dapat memberitahukan tentang keadaan tempat

sampah pada saat itu, berisikan kapasitas dengan satuan persen dan berat dengan satuan gram. Tujuan sistem ini adalah untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah dan meningkatkan kebersihan kebun raya. Pada sistem ini, terdapat sensor ultrasonik yang ditempatkan di dalam tempat sampah, sementara sensor berat ditempatkan di luar tempat sampah. Sensor ultrasonik digunakan untuk membaca kondisi di dalam tempat sampah ketika sudah penuh atau masih memiliki cukup ruang ataupun kosong, sedangkan sensor berat berfungsi untuk mengukur berat ketika ada sampah yang masuk [7].

Berikutnya penelitian yang dilakukan oleh Alfarisi, dkk pada tahun 2023 dengan judul Analisis Akurasi Dan Presisi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Pada Robot Krpai. Penelitian ini membahas penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 pada robot KRPAI (Kontes Robot Pemadam Api Indonesia) dan menganalisis akurasi serta presisinya dalam pembacaan jarak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan hasil akurasi dan presisi yang baik, dengan nilai pengukuran yang cukup dekat dengan alat ukur dan konsistensi nilai masing-masing pengukuran setiap sensornya. Pada pengujian, sensor tersebut tidak melebihi batas toleransi pengukuran sebesar 1 cm, dengan nilai rata-rata akurasi sensor kurang dari 10%. Grafik linieritas menunjukkan nilai R² mendekati angka 1, yang menunjukkan bahwa sensor tersebut akurat. Dengan demikian, sensor ultrasonik HC-SR04 dapat diandalkan dalam aplikasi robotika dan memberikan hasil nilai pengukuran yang konsisten [8].

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Agit, pada tahun 2022 dengan judul Perbandingan Tingkat Akurasi Pengukuran Ketinggian Air pada Sensor HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T. penelitian ini membahas terkait akurasi pengukuran ketinggian air menggunakan sensor HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan performa masing-masing sensor guna menemukan sensor ultrasonik dengan akurasi tertinggi untuk deteksi ketinggian air. Metode penelitian melibatkan penggunaan mikrokontroler dan pengukuran pada berbagai tingkat air. Data kemudian dianalisis menggunakan metode analisis statistik dan pengukuran reliabilitas. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki tingkat error pengukuran terendah, sementara sensor JSN-SR04T memiliki tingkat *error* tertinggi. Studi ini memberikan wawasan

berharga untuk memilih sensor ultrasonik yang paling akurat untuk deteksi ketinggian air. Sensor HC-SR04 direkomendasikan untuk pengukuran ketinggian air dalam rentang 10 hingga 100 cm karena memiliki akurasi tertinggi dengan tingkat error rata-rata 1,03% [9].

Pada penelitian empat melakukan pemantauan kapasitas pada tempat sampah. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yuli dkk menggunakan sensor ultrasonik. Hasil dari penelitian tempat sampah pertama pada sensor ultrasonik memiliki nilai rata-rata *error* sebesar 8.95% dengan tingkat akurasi sensor 91,05% lalu untuk tempat sampah kedua memiliki nilai *error* 10.66% dan tingkat akurasi sensor 89,34%. Kemudian pada penelitian kelima yang dilakukan oleh Alfarisi dkk menggunakan sensor HC-SR04 sebagai dalam pembacaan jarak sudah cukup baik tidak melebihi batas toleransi pengukuran sebesar 1cm dan sensor menunjukkan nilai rata-rata akurasi kurang dari 10%. Lalu pada penelitian keenam yang dilakukan oleh agit melakukan perbandingan sensor jarak yang mana sensor HC-SR04 mempunyai nilai *error* paling rendah yaitu 1,03%. Berdasarkan dari penelitian terdahulu sensor HC-SR04 ini dapat digunakan sebagai alat pengukur jarak atau kapasitas pada suatu ruang.

Penelitian yang dilakukan oleh Ari dkk tahun 2022 yang berjudul Smart Counter Pada Kapasitas Bus Transjakarta Menggunakan Sensor *Infrared* Berbasis Arduino Uno Atmega328. Penelitian ini membahas penggunaan sensor infrared berbasis Arduino Uno untuk membuat smart counter pada bus Transjakarta. Penelitian juga membandingkan algoritma *Naïve Bayes* dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) dalam menghitung akurasi data penumpang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor *infrared* dapat mendeteksi objek dengan jarak maksimal 15 cm. Algoritma *Naïve Bayes* memiliki tingkat akurasi 96.67%, sedangkan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) memiliki tingkat akurasi 86.67%. Dari hasil penelitian, algoritma *Naïve Bayes* lebih baik dalam menghitung akurasi ketepatan *input* data daripada algoritma KNN. Komponen yang digunakan dalam desain *smart counter* untuk bus meliputi Arduino Uno R3, Liquid Crystal Display (LCD), *Infrared* Sensor, Ultrasonik Sensor, dan *Buzzer*. Sistem ini dirancang untuk secara otomatis menghitung dan menampilkan jumlah penumpang yang masuk dan keluar dari bus, dengan menggunakan algoritma *Naïve Bayes* dan *K-Nearest Neighbor* untuk

klasifikasi dan akurasi. Komponen-komponen tersebut diuji untuk fungsionalitas dan kinerja dalam sistem *smart counter* [10].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Safwan dkk tahun 2021 yang berjudul Rancang Bangun Prototype Alat Pengukur Jarak Vertikal dan Horizontal berbasis *Infrared* dan Roda. Penelitian ini membahas terkait pengukuran jarak vertikal dan horizontal dilakukan menggunakan dua perangkat. Meskipun saat ini terdapat beberapa perangkat yang dapat digunakan untuk melakukan pengukuran keduanya dalam satu perangkat, namun penggunaannya masih kompleks bagi orang awam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang suatu perangkat yang menggabungkan fungsi pengukuran vertikal dan horizontal dengan menggunakan dua sensor, sehingga dapat lebih mudah digunakan oleh orang awam. Alat ini dilengkapi dengan *Incremental rotary encoder* sebagai alat pengukur jarak *horizontal*, sensor *Infrared* sebagai alat pengukur jarak vertikal, serta seven segment sebagai penampil data pengukuran dari *Incremental rotary encoder* dan *Infrared* dalam satuan centimeter (cm) [11].

Berdasarkan penelitian keempat melakukan pendeteksian objek yaitu penumpang bus ketikan masuk ke dalam bus. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ari dkk sensor *infrared* dapat mendeteksi objek dengan maksimal jarak 15 cm. Pada penelitian ini juga memiliki akurasi keberhasilan dari sensor *infrared* menggunakan algoritma *naïve bayes* adalah 96.67 % dan akurasi keberhasilan dari sensor *infrared* menggunakan pada algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah 86.67%. Berdasarkan penelitian kelima melakukan pengujian sensor *infrared* dengan posisi berbeda. Pada penelitian yang dilakukan oleh safwan dkk ini menguji sensor *infrared* dengan dua posisi berbeda yaitu horizontal dan vertikal. Pada pengujian ini sensor *infrared* memiliki nilai akurasi 97%-100%. Berdasarkan dua penelitian tersebut sensor *infrared* ini dapat digunakan untuk mendeteksi objek.

Penelitian yang dilakukan oleh Dio dkk pada tahun 2020 yang berjudul Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis Arduino dengan Metode *Open Loop*. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan kombinasi perangkat lunak dan keras. Beberapa komponen keras yang terlibat mencakup rangkaian, catu daya, Arduino, sensor arus, sensor tegangan, sensor arus, *gatedrive*, motor DC, dan perangkat lunak Arduino IDE. Tahap pengujian dilakukan dengan mengukur

keluaran dari setiap komponen. Jika hasilnya memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka perangkat ini siap untuk dioperasikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan menetapkan setpoint tegangan PWM (*Pulse Width Modulation*) sebesar 239, dengan variasi tegangan input dari 50V, 100V, 150V, hingga 200V dengan menggunakan beban sebagai referensi untuk mengukur kecepatan terukur, dapat disimpulkan bahwa pengujian kecepatan motor DC berhasil dilakukan [12].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Septa dkk pada tahun 2020 yang berjudul Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Ultrasonik. Penelitian ini membahas terkait prototipe robot pembersih lantai yang menggunakan mikrokontroler dan dilengkapi dengan sensor ultrasonik. Robot ini dirancang untuk melakukan tugas pembersihan dan pengelapan lantai rumah dalam jangka waktu tertentu. Selain itu, robot ini juga mampu mendeteksi rintangan yang mungkin muncul di jalur yang akan ditempuh. Alat ini melibatkan penggunaan Arduino Uno dan Arduino Nano sebagai kontrol pusat, RTC (*Real Time Clock*) untuk menjadwalkan waktu kerja robot sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan, motor DC sebagai roda robot, pompa DC untuk mengeluarkan cairan pembersih lantai, dua motor DC untuk melakukan tugas pengelapan lantai, dan FAN untuk mengeringkan lantai. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi adanya rintangan di sepanjang jalur yang akan dilalui oleh robot [13].

Berdasarkan dua penelitian yang dilakukan oleh Dio dkk (2020) dan Septa (2020), bahwa motor dc dapat digunakan untuk pembuka dan penutup secara otomatis. Berdasarkan kedua penelitian tersebut *motor DC* memiliki peran sentral dalam sistem kendali kecepatan *motor DC* berbasis Arduino dengan metode *Open Loop*, serta dalam prototipe robot pembersih lantai berbasis mikrokontroler dengan sensor ultrasonik. Pada penelitian pertama, motor DC digunakan sebagai komponen utama yang dikendalikan dengan menggunakan tegangan PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk mencapai kecepatan yang diinginkan. Penelitian kedua menunjukkan penggunaan *motor DC* sebagai penggerak utama pada robot pembersih lantai, yang dilibatkan dalam tugas pembersihan dan pengelapan lantai dengan kontrol yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Fungsi motor DC dalam hal ini adalah untuk menghasilkan gerakan atau putaran yang diperlukan dalam

melaksanakan tugas tertentu, sejalan dengan kebutuhan pengaturan kecepatan atau kendali robot pembersih lantai.

2.2 KUCING

Miacis dipercaya sebagai nenek moyang kucing, selain nenek moyang anjing dan beruang. Binatang liar yang memiliki rupa mirip musang ini hidup pada masa Eosen sekitar 50 juta tahun silam. Selanjutnya, miacis mengalami evolusi menjadi berbagai keturunan kucing. Adapun perkembangan evolusi keluarga kucing terbagi dalam tiga kelompok, yaitu *Panthera*, *Acinonyx*, dan *Felis*. *Felis* adalah sejenis kucing kecil, salah satunya african wild cat (*Felis sylvestris*) yang kemudian berkembang menjadi kucing modern. Kucing merupakan hewan dengan kemampuan luar biasa. Bahkan, struktur tubuhnya membuat kita tercengang. Semua sistem dalam tubuhnya berfungsi dengan sangat baik, mulai dari sistem sirkulasi, pencernaan, pernapasan, reproduksi, hingga tulang. Semua sistem tersebut tersusun dengan baik. Sama halnya dengan hewan sejenis lainnya (*Felix*), kucing memiliki insting memangsa yang luar biasa. Kemampuan ini tidak begitu tajam pada beberapa jenis hewan. Jenis kucing memiliki ragam warna, ukuran, bentuk, dan dengan karakteristik khas. Wajah kucing ada yang bulat dan ada pula yang datar. Adapun telinganya ada menunjuk ke atas dan ada juga yang melipat dengan ukuran lebar atau kecil. Bulunya ada yang keriting, berbulu panjang, dan berbulu pendek [14]. Kucing kucing dapat dilihat seperti gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kucing [15]

2.3 *LITTER BOX*

Biasanya, kucing menggali lubang kecil dengan cakar depannya untuk buang air kecil atau besar, kemudian ditutupi. Di satu sisi, menutupi urin dan feses berfungsi untuk menjaga kebersihan wilayah kucing, sedangkan di sisi lain, sistem alami kucing akan lebih sulit mendeteksinya. Menggali adalah perilaku yang tidak harus dipelajari kucing. Itu adalah naluri dan bagian dari kebiasaan kucing saat membuang kotoan kucing. Tentu saja, tidak semua permukaan cocok untuk digali. *Litter box* merupakan tempat di mana kucing dapat buang air, baik buang air kecil maupun buang air besar. *Litter box* biasanya diisi dengan pasir khusus untuk kucing, yang dapat menyerap bau dan menjaga kebersihan. Ada berbagai jenis litter box yang tersedia di pasaran, termasuk litter box tertutup dan terbuka. Bersihkan kotak pasir secara teratur, setidaknya sekali atau dua kali sehari untuk menghilangkan kotoran yang sudah ada. Ganti pasir kucing secara berkala, biasanya dalam rentang satu hingga dua minggu, tergantung pada jenis pasir dan preferensi kucing. Pembersihan rutin kotak pasir penting untuk menjaga kebersihan dan kesehatan kucing, serta mencegah bau yang tidak sedap. Pembersihan rutin kotak pasir penting untuk menjaga kebersihan dan kesehatan kucing, serta mencegah bau yang tidak sedap [16]. *Litter box* kucing dapat dilihat seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Litter box* Kucing [17]

2.4 **SENSOR ULTRASONIK**

Sensor ultrasonik adalah sebuah alat yang dapat mengukur jarak sebuah benda dengan memanfaatkan gelombang suara (ultrasonik). Sehingga memiliki

fungsi mengubah energi fisis dalam hal ini gelombang ultrasonik menjadi energi listrik. Sensor ini banyak digunakan dalam perancangan sistem pengukuran jarak karena tidak terpengaruh terhadap warna objek dan kelunakan objek. Sensor ultrasonik berperan sebagai perangkat yang mampu mengukur jarak suatu objek dengan memanfaatkan gelombang suara, khususnya gelombang ultrasonik. Fungsinya adalah mengkonversi energi fisis, dalam hal ini gelombang ultrasonik, menjadi energi listrik. Sensor ini seringkali digunakan dalam perancangan sistem pengukuran jarak karena tidak terpengaruh oleh warna atau kekerasan objek [18].

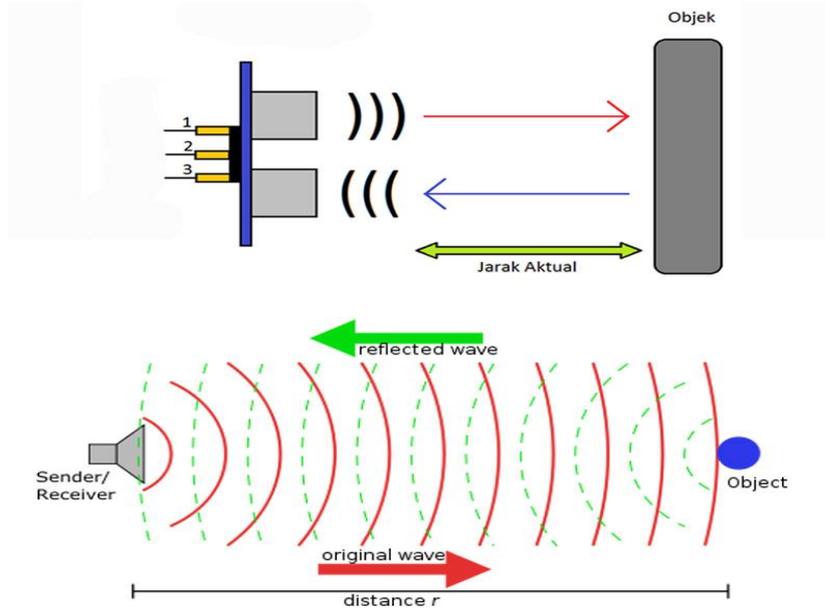
Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara yang mempunyai frekuensi yang sangat tinggi yaitu 20.000Hz. Gelombang ini akan dihasilkan oleh *transmitter* pada sensor ultrasonik dan diterima kembali dengan *receiver* pada sensor ultrasonik. Gelombang ultrasonik tersebut dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40 KHz) ketika sebuah osilator digunakan. Secara umum, sensor akan mengirim gelombang ultrasonik pada frekuensi tertentu dan mendengarkan saat gelombang tersebut memantul kembali ke sensor. Sensor akan menghitung selisih waktu antara pengiriman dan waktu gelombang pantul diterima [19]. Sensor ultrasinik dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sensor ultrasonik [20]

Secara umum, sensor ultrasonik mengirimkan gelombang ultrasonik pada frekuensi tertentu dan mendeteksi saat gelombang tersebut memantul kembali ke sensor. Selanjutnya, sensor menghitung selisih waktu antara pengiriman dan

penerimaan gelombang pantul untuk menentukan jarak objek dari sensor. Proses ini memanfaatkan prinsip perambatan gelombang suara dalam medium tertentu, seperti udara atau air, dan memungkinkan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak dengan presisi berdasarkan waktu yang diperlukan oleh gelombang ultrasonik untuk melakukan perjalanan ke objek dan kembali ke sensor.



Gambar 2.4 Cara kerja sensor ultrasonik [21]

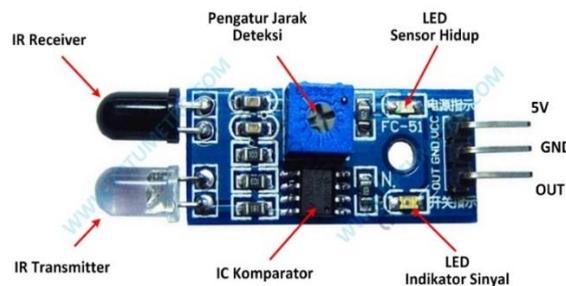
Pada Gambar 2.3 merupakan metode pengukuran jarak yang melibatkan satu pemancar dan satu penerima, dengan objek yang sejajar. Sensor akan mengirimkan gelombang ultrasonik yang memiliki frekuensi dan durasi waktu tertentu, dengan frekuensi diatas 20 KHz. Gelombang yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang suara dengan kecepatan sekitar 340m/s. Saat gelombang mencapai objek dan memantul, sensor akan membaca gelombang tersebut. Mengingat gelombang ultrasonik menempuh dua kali perjalanan, persamaan yang digunakan untuk menghitung jaraknya adalah $S = \frac{340 \times t}{2}$, di mana S adalah jarak antara sensor ultrasonik dan objek, dan t adalah selisih waktu antara pengiriman dan penerimaan gelombang pantul [22]. Mikrokontroler membaca *input* analog dari sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ultrasonik HC-SR04 ini mempunyai jangkauan dari 2 cm sampai dengan 400 cm. *Input* yang terbaca akan

dikonversi ke dalam jarak dengan ukuran *centimeter* (cm) yang akan ditampilkan ada serial monitor *Arduino IDE* [23].

2.5 SENSOR INFRARED

Dalam rangkaian sensor *infrared* mempunyai 2 komponen *infrared* adalah pemancar *infrared* (IR Transmitter) dan penerima *infrared* (IR Receiver). Pemancar *infrared* ini merupakan sebuah *photodiode* yang dapat memancarkan sinar inframerah, sedangkan penerima *infrared* adalah sebuah dioda khusus yang berfungsi sebagai penerima sinar inframerah.

Setelah cahaya *infrared* ditembakkan pada objek dan terpantul, lalu Fototransistor akan mulai bekerja. Fototransistor akan bekerja dalam penerima cahaya inframerah. Pada Fototransistor pantulan energi cahaya inframerah diubah menjadi arus listrik. Fototransistor adalah merupakan kombinasi fotodiode dan penguatan transistor. Fototransistor memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan fotodiode, tetapi dengan waktu respon yang secara umum akan lebih lambat dari pada fotodiode. Pada prinsip kerjanya, ketika cahaya inframerah diterima oleh fototransistor maka basis fototransistor akan mengubah energi cahaya inframerah menjadi arus listrik. Arus listrik tersebut merupakan basis *hole*. Pergerakan elektron disebut sebagai muatan listrik negatif dan pergerakan *hole* disebut sebagai muatan listrik positif [24]. Gambar sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.5

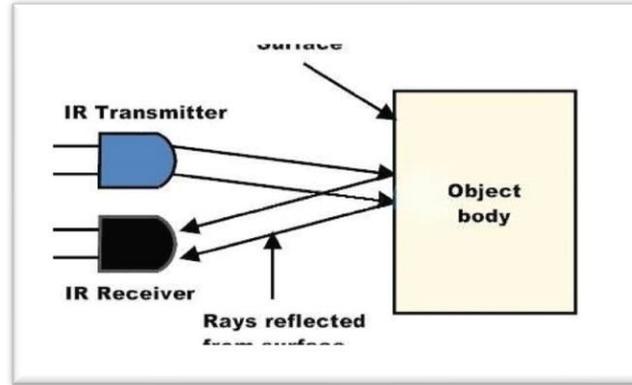


Gambar 2.5 Sensor *Infrared* [25]

Cara kerja Sensor *Infrared*

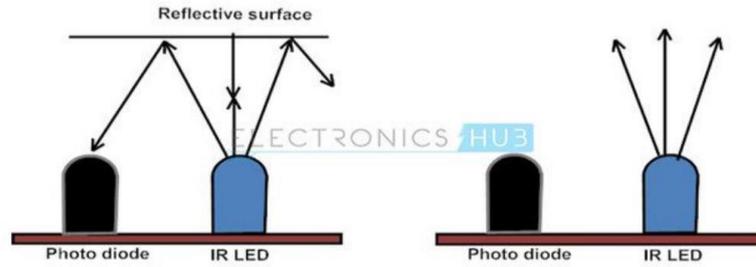
Konsep dasar dari sensor IR yang digunakan untuk mendeteksi suatu benda adalah dengan cara mentransmisikan sinyal *infrared* (IR transmitter) kemudian

sinyal inframerah ini dipantulkan oleh permukaan suatu objek dan sinyal diterima oleh penerima *infrared* (IR receiver).



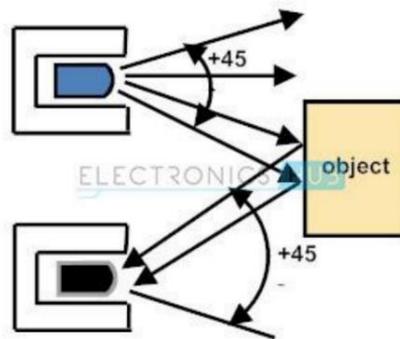
Gambar 2.6 Cara kerja sensor *infrared* [26]

Gambar 2.6 merupakan cara kerja dari sensor *infrared*. Pada dasarnya sensor *infrared* memiliki IR *transmitter* dan IR *receiver*. Sensor inframerah (IR) bekerja berdasarkan prinsip pemanfaatan radiasi inframerah yang dihasilkan oleh objek atau sumber panas. Warna Hitam dan Putih yang digunakan sebagai IR *transmitter* dan IR *receiver* adalah warna universal bahwa warna hitam menyerap atau menerima *infrared* dan warna putih mencerminkan keseluruhan insiden radiasi di atasnya. Berdasarkan prinsip ini, posisi kedua dari kedua *LED IR* dan fotodiode ditempatkan berdampingan. Ketika IR *transmitter* memancarkan radiasi inframerah, karena tidak ada pembatas antara *transmitter* dan *receiver*, radiasi yang dipancarkan harus dipantulkan kembali ke fotodiode setelah menabrak objek apa pun. Permukaan benda dapat dibagi menjadi dua jenis: permukaan reflektif dan permukaan non-reflektif. Jika permukaan objek bersifat reflektif, yaitu putih atau warna terang lainnya, sebagian besar radiasi *infrared* akan dipantulkan kembali dan mencapai fotodiode. Tergantung pada intensitas radiasi yang dipantulkan kembali, kemudian arus mengalir di fotodiode. Jika permukaan objek tidak bersifat reflektif, yaitu hitam atau warna gelap lainnya, ia menyerap hampir semua radiasi inframerah yang dipancarkan IR LED. Karena tidak ada radiasi yang dipantulkan, tidak ada insiden radiasi pada fotodiode dan ketahanan fotodiode tetap lebih tinggi sehingga tidak ada arus mengalir. Situasi ini mirip dengan tidak ada objek sama sekali.



Gambar 2.7 Cara Kerja Sensor IR [26]

Gambar 2.7 menggambarkan posisi penempatan *transmitter* dan *receiver* sangat penting. Baik *transmitter* maupun *receiver* harus ditempatkan pada sudut tertentu, sehingga pendeteksian suatu objek terjadi dengan benar. Sudut yang digunakan dari sensor yang +/- 45 derajat.



Gambar 2.8 Posisi Sensor IR [26]

Gambar 2.8 untuk menghindari pantulan dari benda-benda di sekitarnya selain objek, baik IR *transmitter* dan IR *receiver* harus diapit dengan benar [26].

2.6 RELAY

Relay adalah suatu komponen elektronik yang berfungsi sebagai sakelar elektromagnetik yang dioperasikan oleh arus listrik. *Relay* adalah suatu alat elektromagnetik yang dioperasikan oleh perubahan kondisi suatu rangkaian listrik. Berguna untuk mengaktifkan peralatan lainnya dengan cara membuka atau menutup kontak dengan memberikan rangkaian *relay* tersebut logika 1 dan 0. Salah satu kegunaan *relay* dalam dunia industri ialah untuk implementasi logika kontrol dalam suatu sistem. Sebagai bahasa pemrograman digunakan konfigurasi yang

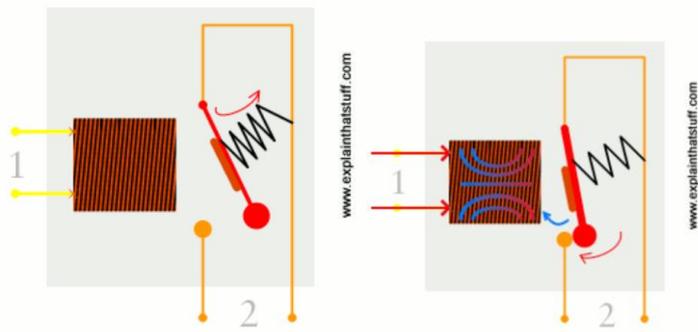
disebut *ladder diagram* atau *relay ladder logic*. *Relay* dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem *power supply*. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan *electromagnetic relay* terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. Bagian utama *relay* elektromagnet adalah kumparan *electromagnet*, saklar atau kontaktor, *swing* armatur dan *spring* (pegas). *Relay* dapat digunakan untuk mengontrol *motor AC* dengan rangkaian kontrol DC atau beban lain dengan sumber tegangan beban. *Relay* merupakan suatu alat elektromagnetik yang dioperasikan oleh perubahan kondisi suatu rangkaian listrik. Berguna untuk mengaktifkan peralatan lainnya dengan cara membuka atau menutup kontak dengan memberikan rangkaian *relay* tersebut logika 1 atau 0. *Relay* adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). *Relay* menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Gambar 2. merupakan gambar *relay 1 channel* [27]. *Relay* dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Relay 1 channel [27]

Aplikasi *relay* yang dapat ditemui diantaranya adalah:

1. *Relay* sebagai kontrol *ON/OFF* beban dengan sumber tegangan berbeda
2. *Relay* sebagai selector atau pemilih hubungan
3. *Relay* sebagai eksekutor rangkaian *delay* (tunda) [27]



Gambar 2.10 Cara kerja Relay [28]

Gambar 2.10 adalah contoh *relay* "normally open " (NO): kontak pada rangkaian kedua tidak terhubung secara default, dan hanya menyala ketika arus mengalir melalui magnet. *Relay* lainnya "normally closed" (NC; kontak terhubung sehingga arus mengalir melaluinya secara default) dan mati hanya ketika magnet diaktifkan, menarik atau mendorong kontak hingga terpisah. *Relay* yang biasanya terbuka adalah yang paling umum [28].

2.7 MOTOR DC

Motor atau lebih tepatnya motor listrik adalah komponen elektrik yang sifatnya merubah besaran elektrik menjadi fisik berupa putaran. Motor listrik terdiri atas tiga bagian utama yang disebut stator (bagian yang diam) dan rotor (bagian yang bergerak) dan air gap. Rotor dapat berputar karena adanya medan magnet yang dipengaruhi oleh arus listrik. Air gap adalah bagian yang memisahkan rotor dan stator. Motor terdiri dari dua jenis yaitu motor ac dan *motor dc*. *Motor dc* menggunakan 2 data yang harus tersambung ke data *digital* mikrokontroler namun ketika harus menggunakan *motor dc* yang membutuhkan arus tinggi harus menggunakan rangkaian penguat (*driver*) dari motor ke mikrokontroler. Sedangkan Motor AC biasanya memerlukan rangkaian berupa *relay* untuk menjalankannya, karena tegangan yang berasal dari mikrokontroler adalah DC sedangkan tegangan yang dibutuhkan adalah tegangan AC. *Motor dc* menggunakan *Direct Current* atau Arus Searah (energi listrik) untuk menghasilkan gerakan mekanis yaitu gerakan rotasi. Ketika mengubah energi listrik menjadi energi mekanik maka disebut sebagai *motor dc* dan ketika mengubah energi mekanik menjadi energi listrik maka

disebut sebagai generator DC [29]. Motor bekerja berdasarkan prinsip induksi magnetik. Sirkuit internal *motor DC* terdiri dari kumparan/lilitan konduktor. Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Konduktor dibentuk menjadi sebuah loop sehingga ada dua bagian konduktor yang berada di dalam medan magnet pada saat yang sama [23]. *Motor dc* dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Motor dc [30]

Pada *motor dc*, kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter energi baik energi listrik menjadi energi mekanik (*motor*) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (*generator*) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi sistem lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi, dimana proses perubahan energi pada motor arus searah.



Gambar 2.12 Proses Konversi Energi pada Motor dc [31]

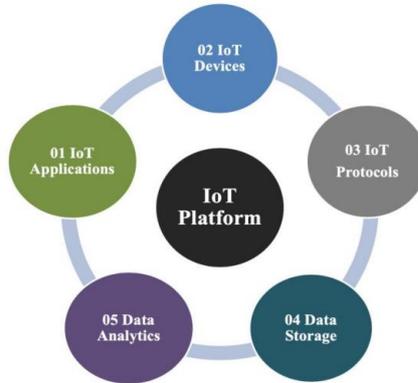
Gambar 2.12 merupakan proses dari konversi energi pada *motor dc*. Dengan mengingat hukum kekekalan energi, proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik dapat dinyatakan sebagai berikut: Energi listrik sebagai input = Energi mekanik sebagai output + energi yang diubah menjadi panas + Energi yang tersimpan dalam medan magnet [31].

2.8 *INTERNET OF THINGS*

IoT (*internet of things*) adalah teknologi baru yang menggunakan Internet dan bertujuan untuk menyediakan konektivitas antara perangkat fisik atau “benda”. Ide dasar dari IoT adalah untuk menciptakan jaringan yang luas dari perangkat yang dapat saling berkomunikasi dan bertukar data untuk meningkatkan efisiensi, mengumpulkan informasi, dan memberikan berbagai layanan yang lebih pintar dan terkoneksi. Contoh perangkat fisik termasuk peralatan rumah tangga dan peralatan industri. Dengan menggunakan sensor dan jaringan komunikasi yang sesuai, perangkat ini dapat menyediakan data yang berharga dan memungkinkan untuk menawarkan berbagai layanan untuk masyarakat. Misalnya, mengendalikan konsumsi energi bangunan secara cerdas memungkinkan pengurangan biaya energi. IoT memiliki berbagai aplikasi, seperti di bidang manufaktur, logistik, dan industri konstruksi. IoT juga diterapkan secara luas dalam pemantauan lingkungan, sistem dan layanan kesehatan, pengelolaan energi yang efisien di gedung, dan layanan berbasis *drone*.

Saat merencanakan aplikasi IoT yang merupakan langkah pertama dalam merancang sistem IoT, pemilihan komponen IoT seperti perangkat sensor, protokol komunikasi, penyimpanan data, dan komputasi harus sesuai untuk aplikasi yang dimaksud. Misalnya, platform IoT yang direncanakan untuk mengontrol pemanasan, pendinginan, dan penyejuk udara (HVAC) di gedung, memerlukan penggunaan sensor lingkungan yang relevan dan penggunaan teknologi komunikasi yang sesuai. Gambar 2.13 menunjukkan berbagai komponen platform IoT. Perangkat IoT yang merupakan komponen kedua dari platform IoT, dapat berupa sensor, aktuator, *gateway* IoT atau perangkat apa pun yang bergabung dalam siklus pengumpulan, transmisi, dan pemrosesan data. Contohnya, perangkat *gateway* IoT

memungkinkan perutean data ke dalam sistem IoT dan membangun komunikasi dua arah antara *device-to-gateway* dan *gateway-to-cloud*.



Gambar 2.13 berbagai komponen platform IoT [32]

Protokol komunikasi yang merupakan komponen ketiga dari platform IoT, memungkinkan perangkat yang berbeda untuk berkomunikasi dan berbagi data dengan pengontrol atau pusat pengambilan keputusan. Platform IoT menawarkan fleksibilitas untuk memilih jenis teknologi komunikasi (masing-masing memiliki fitur khusus), sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Contoh teknologi tersebut antara lain *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *ZigBee* dan teknologi seluler seperti jaringan LTE-4G dan 5G. Penyimpanan data adalah komponen keempat dari platform IoT yang memungkinkan pengelolaan data yang dikumpulkan dari sensor.

Pada prinsipnya, data yang dikumpulkan dari perangkat sangat besar. Ini memerlukan perencanaan penyimpanan data yang efisien yang dapat berada di *server cloud* atau di tepi jaringan IoT. Data tersimpan yang digunakan untuk tujuan analitik, merupakan komponen kelima dari platform IoT. Analitik data dapat dilakukan secara *OFF-line* setelah menyimpan data atau dapat dalam bentuk analitik *real-time*. Analisis data dilakukan untuk pengambilan keputusan tentang pengoperasian aplikasi. Berdasarkan kebutuhan, analitik data dapat dilakukan secara *OFFline* maupun *real-time*. Dalam analitik *OFFline*, data yang disimpan pertama kali dikumpulkan dan kemudian divisualisasikan di tempat menggunakan alat visualisasi. Dalam hal analitik *real-time*, *server cloud* atau *edge* digunakan untuk menyediakan visualisasi, misalnya analitik aliran [32].

Blynk merupakan open data platform dan *application programming interface* (API) untuk IOT yang memungkinkan pengguna mengumpulkan, menyimpan,

menganalisis, memvisualkan dan bertindak atas pembacaan data sensor dan *actuator*. Aplikasi *Blynk* memiliki 3 komponen utama yaitu Aplikasi, Server, dan *Libraries*. *Blynk* server berfungsi untuk menangani semua komunikasi di antara *smartphone* dan *hardware*. *Blynk* dapat bekerja dengan berbagai jenis Arduino, esp8266, mikrokontroler ESP32 *Particle Photon and Core*, *Raspberry Pi*, *Electric Imp*, *Mobile and web apps*, Twitter, Twilio, dan lain-lain. *Blynk* juga diartikan sebagai platform yang menggunakan aplikasi iOS dan Android untuk mengontrol Arduino, Raspberry Pi, dan lainnya menggunakan internet. *Blynk* merupakan digital dashboard dimana dapat membuat antarmuka untuk setiap *project* dengan mudah. *Blynk* tidak terikat pada board tertentu, *blynk* dapat digunakan pada banyak perangkat keras [33]. Gambar 2.14 merupakan tampilan dari aplikasi *blynk*.



Gambar 2.14 Aplikasi *Blynk* [33]

2.9 AKURASI

Akurasi merujuk pada tingkat keakuratan atau ketepatan, yakni sejauh mana nilai yang diukur mendekati nilai sebenarnya. Akurasi mencakup dua aspek utama, yaitu akurasi sejati dan kesamaan hasil, yang dievaluasi dengan membandingkan hasil dengan nilai absolut. Dengan mendekati pengukuran yang sesungguhnya, akurasi menggambarkan suatu tingkat ketepatan yang mencapai target yang diinginkan. Secara keseluruhan, semakin mendekat ukuran tersebut, semakin tinggi tingkat akurasi [34]. Berikut ini merupakan formula akurasi:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Nilai Pembacaan Sensor}}{\text{Nilai Pembacaan Alat Ukur}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

2.10 ERROR

Error merujuk pada perbedaan antara nilai yang diukur atau perkiraan dengan nilai sebenarnya atau yang diharapkan. Dalam konteks pengukuran, *error* adalah ketidaksesuaian antara nilai yang diukur dan nilai sebenarnya atau nilai referensi yang telah diketahui. Biasanya, *error* dinyatakan dalam bentuk persentase [35]. Perhitungan *error* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ error} : \frac{|\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Alat Ukur}|}{\text{Nilai Alat Ukur}} \times 100 \dots \dots \dots (2.2)$$

2.11 MAPPING DATA

Data mapping adalah proses menghubungkan atau mengaitkan data dari satu sistem atau format ke sistem atau format lainnya. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa data dapat bergerak dengan mulus dan efektif antara berbagai komponen atau aplikasi yang berbeda. *Data mapping* melibatkan pemahaman yang mendalam tentang struktur data, definisi, dan keterkaitan antar elemen data [36]. Berikut perhitungan *mapping* data untuk mengonversi nilai x dalam rentang 1 hingga n menjadi persen dalam rentang 100 hingga 0%:

$$\% = 100 - \left(\frac{x-1}{n} \right) \times 100 \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

x = nilai yang akan diubah menjadi persen

n = banyak jumlah nilai

2.12 KABEL JUMPER

Kabel jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa melakukan solder. Kabel jumper adalah istilah untuk kabel yang berdiameter kecil. Kabel jumper ini digunakan untuk penghubung antara 2 komponen elektronika. Kabel jumper biasanya digunakan untuk penghubung antara perangkat sensor ataupun *breadboard* dengan mikrokontroler dan media transmisi penghantar listrik maupun sinyal-sinyal dari sensor, kemudian

diterjemahkan oleh mikrokontroler itu. Berbagai jenis kabel jumper dapat digunakan tergantung pada kebutuhan. Panjang kabel jumper berkisar antara 10 - 20 cm [37]. Ada beberapa jenis kabel jumper yang dibedakan berdasarkan konektor kabelnya, yaitu kabel jumper *female to female*, kabel jumper *male to male* dan Kabel jumper *male to female*.



Gambar 2.15 Kabel jumper [38]

2.13 ADAPTOR

Adaptor adalah pengganti baterai maupun aki. Alat ini disebut adaptor karena berasal dari kata “*to adapt*” yang berarti menyesuaikan dari tegangan bolak-balik (AC) kepada suatu pesawat Elektronika yang memerlukan tegangan searah (DC). Adaptor adalah sebuah rangkaian elektronika yang dapat mengubah tegangan AC menjadi DC. Rangkaian ini adalah alternatif pengganti dari sumber tegangan DC, misalnya batu baterai dan accumulator. Keuntungan dari adaptor dibanding dengan batu baterai atau *accumulator* adalah sangat praktis berhubungan dengan ketersediaan tegangan karena adaptor dapat diambil dari sumber tegangan AC yang ada di rumah, di mana pada zaman sekarang ini setiap rumah sudah menggunakan listrik. [39].



Gambar 2.16 Adaptor [40]