

BAB 2

DASAR TEORI

2.1. KAJIAN PUSTAKA

Penelitian dari Rozeff Pramana pada tahun 2018 dengan judul “Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan”. Pada penelitian ini membahas kualitas air secara umum pada kolam budidaya ikan menggunakan parameter sensor salinitas (kadar garam), sensor kesadahan (kadar zat kapur) dan sensor suhu tipe DS18B20. Pengujian suhu air dilakukan pada dua lokasi yaitu pada air laut dan air tawar. Pada air laut tingkat ketelitian sensor suhu DS18B20 mencapai 97,1% dengan *error* 2,9% sedangkan pada air tawar 96,1% dengan tingkat *error* 3,9% dengan pengujian kolam berkapasitas 10 liter dan dapat dimonitoring di *Web* [7]. Selanjutnya penelitian dari Kuat Indratomo, Bagus Adhi Kusuma, Agam purusha Putra, pada tahun 2020 dengan judul “Perancangan Sistem Pemantauan Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar”, dengan parameter pH, suhu air, kekeruhan air, salinitas dan kadar oksigen terlarut, pada penelitian data hanya ditampilkan di *LCD* secara *realtime*. Dengan pengujian sensor suhu air dilakukan menggunakan air panas dengan hasil baca sensor 46,25°C , air biasa 26,25°C, air dingin 7,38°C, selanjutnya pengujian sensor pH menggunakan air sabun dengan hasil 11,11, air biasa 6,97, dan air cuka 4,37 [8]. Jadi dari 2 penelitian tersebut parameter yang dapat dimonitoring untuk budidaya ikan yaitu: parameter sensor salinitas (kadar garam), sensor kesadahan (kadar zat kapur), sensor suhu, sensor pH, kekeruhan, kadar oksigen terlarut.

Dari penelitian Rozeff Pramana [7] kualitas air dan suhu air merupakan parameter penting yang perlu diperhatikan dalam budidaya ikan. Selanjutnya dari penelitian tahun 2020 dari Nurul Fahmi, Shellya Natalia dengan judul “Sistem Pemantauan Kualitas Air Budidaya Ikan Lele Menggunakan Teknologi IoT” Menggunakan parameter sensor pH Meter dan sensor Waterproof ds18b20 [9]. Pada penelitian ini juga menegaskan budidaya ikan lele air tawar, suhu dan larutan gas didalam air dapat mempengaruhi faktor penting laju metabolisme pada ikan, jika suhu semakin tinggi akan meningkatkan laju metabolisme ikan sehingga dapat terjadi *respirasi* (pernafasan) yang semakin cepat tentunya dapat mengurangi konsentrasi oksigen di air dan menyebabkan ikan stress dan mati. Pada penelitian

Kuat Indratomo, Bagus Adhi Kusuma, Agam purusha Putra. [8] membahas tentang kualitas air dengan mengetahui kadar pH, sehingga penting untuk mengetahui kualitas pH pada air, dikarenakan banyaknya kolam budidaya ikan air tawar yang tercemar terjadi karena adanya limbah rumah tangga sehingga perlu memonitoring pH pada air. Dari penelitian tersebut dapat kesimpulan memonitoring suhu air dan pH air pada kolam budidaya ikan air tawar itu penting.

Penelitian dari Bapak Slamet Indriyanto, Fikra Titan Syifa, Hanif Aditya Permana pada tahun 2020 berjudul “Sistem monitoring Suhu Air pada kolam benih ikan Koi Berbasis *Internet of Things*” menggunakan *water heater* untuk menstabilkan suhu air dengan rata-rata *error* dari sensor suhu DS18B20 dengan kondisi air dingin sebesar 3,426% pada kondisi air normal rata-rata eror 1,778%, dan *error* rata-rata kondisi panas 1,546% dengan ini menunjukkan akurasi sensor yang baik yang dapat dimonitoring di *platform Thingspeak* dan *android* [10]. Jadi pada penelitian ini mengantisipasi metabolisme pada ikan ada 2 cara yang pertama, dapat menggunakan *water heater* (alat untuk memanaskan air) yang dapat mengatur suhu air, sehingga laju metabolisme tidak terpengaruh oleh suhu, atau yang ke dua dengan mengatur pakan, ketika pembudidaya memberi pakan melihat suhu untuk menentukan porsi pakan, sehingga laju metabolisme ikan itu tidak terganggu, dapat disimpulkan ketika menggunakan *water heater* porsi pakan selalu sama.

Penelitian dari Dikky Auliya Saputra, Amarudin, S.Kom, M.Eng., Novia Utami, S.T., MM., Risky Setiawan. Pada tahun 2020 dengan Judul” Rancang bangun alat pemberi pakan ikan menggunakan mikrokontroler” [11]. Penelitian yang dilakukan merancang alat pakan ikan otomatis tetapi belum adanya pemantauan suhu, pH air dan belum adanya pengontrolan jarak jauh seperti IoT (*Internet of Things*) hanya focus pada pemberi pakan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino uno R3 berbasis Chips Atmega328p, dan modul RTC (*Real Time Clock*) yang dilakukan penjadwalan 3 kali sehari pada jam 09.00, 13.00, 17.00 WIB dan alat ini bekerja dengan baik. Maka dari penelitian ini dapat di simpulkan akan menggabungkan pakan ikan otomatis dan memanfaatkan suhu air untuk melihat porsi pakan ikan kemudian pendeteksi pH air untuk kolam budidaya ikan.

2.2. DASAR TEORI

2.2.1. Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

Ikan Koi termasuk golongan ikan *carp* (karper). Ikan ini dikembangkan dari Jepang sejak 200 tahun yang lalu, pemeliharaan yang dilakukan bertahun-tahun menghasilkan keturunan yang berbeda-beda yang menjadi penilaian koi. Tubuh ikan koi terdiri dari tengkorak, tulang tubuh, dan tulang ekor. Secara alami ikan koi hidup di air tidak terlalu deras yang membutuhkan air mengalir dan bersih. Menurut Palpion dan Efendi klasifikasi ilmiah koi sebagai berikut :

Kerajaan : Animalia

Filum : Chordata

Kelas : Actinopterygi

Familia : Cyprinidae

Genus : *Cyprinus*

Spesies : *C. carpio*

Bentuk Ikan koi dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Ikan Koi [1].

Ikan Koi juga memiliki indra seperti 2 mata (penglihatan), hidung (penciuman), dan sungut (perasa). Sirip ikan koi pastinya berfungsi untuk membantu keseimbangan ketika berenang. Pada dasarnya ikan koi sebagian besar bentuknya mirip dengan ikan mas pada umumnya, yang membedakan dari segi warna yang lebih beragam, sedangkan ikan mas mempunyai beberapa jenis saja. Menurut Palpion dan Effendi bahwa memberi pakan ikan koi dengan berat lebih

besar dari 10 gram mendapatkan pakan sebesar 2% dari bobot ikan perhari [1]. Dan menurut Jogloko farm ukuran ikan koi 2 bulanan sekitar 8cm, dan dikatakan dewasa ketika umur 12 bulan sekitar 23cm.

2.2.2. Habitat Ikan Koi

Ikan Koi adalah hewan yang hidup di daerah beriklim sedang dan hidup di kolam air tawar. Agus mengatakan bahwa habitat hidup ikan koi ada di perairan kolam air tawar, danau dan pada air umum lainnya. Pada umumnya Ikan Koi hidup dengan baik kisaran suhu 25°C - 30°C dengan pH yang baik antara 6,5 – 8,0. Ikan koi merupakan ikan yang tidak tahan terhadap perubahan suhu secara drastis. Suhu terbaik pertumbuhan panjang dan berat ikan koi pada suhu 27°C [1].

2.2.3. Pola Pakan

Memberi pakan ikan koi perlu memperhatikan kondisi dan cuaca kolam ikan koi, hal ini berpengaruh terhadap suhu kolam terutama kolam yang berada diluar rumah atau dataran tinggi. Kolam dengan suhu rendah frekuensi makan ikan pun bisa berkurang, pada saat musim hujan suhu air pada kolam cenderung menjadi rendah hal ini berpengaruh pada berkurangnya nafsu makan ikan koi, bahkan tidak ingin makan sama sekali. Idealnya pemberian pakan ikan koi di waktu normal sebaiknya sekitar 2 atau 3 kali dalam sehari, untuk waktu pagi pada jam 10, siang di jam 1 dan sore pada jam 4 sore. Menurut penelitian Yuliandro Erwin ketika ikan koi diberi pakan yaitu 2% dari berat tubuh Ikan Koi, jika pada suhu dingin maka ikan koi pemberian pakan 2 kali sehari atau lebih sedikit [12].

2.2.4. Jenis – Jenis Penyakit Ikan Koi

Menurut Palpion dan Effendi ada beberapa faktor yang dapat memicu terjangkitnya penyakit pada ikan koi yaitu, pemeliharaan yang kurang baik, kualitas air yang buruk, perubahan suhu yang drastis, faktor lingkungan dan lainnya. Jika faktor tidak dapat dihindari maka akan berdampak buruk bagi ikan koi dan terkena penyakit seperti, kutu ikan, kutu jarum, *fin rot*, *white spot disense*, *koi herpes virus*, *aeromonas*, parasit *lernea*, jamur, mata berkabut, penyakit gelembung renang, penyakit balon gas, dan busuk mulut [1].

2.2.5. NodeMCU ESP8266 V3

NodeMCU adalah papan modul sistem tertanam dengan fungsi WiFi yang dapat dilihat pada gambar 2.2, menggunakan *chip* ESP8266 dengan *firmware* berbasis *Lua*. NodeMCU dilengkapi dengan *port Micro USB* aktif dengan tegangan 5V-3,3V untuk melakukan pemrograman serta menyediakan daya, banyaknya pihak seperti pelajar dan *engineer developer* lebih familiar dengan bahasa C dan *Arduino* maka pengguna dan pengembang ESP8266 melakukan *porting board* supaya dapat berjalan, dapat diprogram menggunakan *Arduino IDE*.

NodeMCU memiliki beberapa fitur yang dapat mempercepat pengerjaan sebuah proyek diantaranya : 13 port GPIO dari D0 sampai D12, fungsionalitas PWM (*Pulse Width Modulation*), interface I2C dan SPI (*Serial Peripheral Interface*), *Interface wire*, *Usb power output*, *pin input* tegangan (VIN) dan 1 *analog digital converter (ADC)* dan lain lain.



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266 [13].

2.2.6. Arduino Nano Atmega328p

Arduino Nano merupakan salah satu varian produk *board* mikrokontroler keluaran Arduino dengan *board* Arduino yang terkecil, menggunakan mikrokontroler Atmega328p untuk versi 3.X. Arduino Nano ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, akan tetapi desain PCB dan ukurannya yang berbeda. Arduino Nano saat ini belum dilengkapi dengan soket catu dayanya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau bisa menggunakan catu daya dari port USB mini. tegangan input bisa sampai 7-12V dengan tegangan kerja 5V, dan pin ADC (*Analog to Digital Converter*) ada 8, pada pin A4 untuk pin SDA (*Serial Data*), pin A5 untuk SCL (*Serial Clock*), pin SCL dan SDA merupakan pin yang digunakan untuk komunikasi I2C (komunikasi serial dua arah menggunakan

dua saluran yang didesain secara khusus untuk mengirim maupun menerima data). Arduino Nano mempunyai komunikasi yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan laptop ataupun PC yang dilengkapi dengan komunikasi serial UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* adalah bagian perangkat keras komputer yang menerjemahkan antara bit-bit paralel data dan bit-bit serial TTL yang terdapat di pin D0 dan pin D1, dan juga *board* ini dilengkapi dengan IC FTDI 232RL (berfungsi untuk mengkonversi komunikasi USB ke serial UART) yang digunakan untuk komunikasi Laptop atau komputer dengan mikrokontroler menghasilkan sebuah virtual *com-port*. Pada Led RX dan TX yang terpasang pada board Arduino Nano akan berkedip jika terjadi komunikasi data serial antara PC dengan Arduino Nano, dan dapat dengan mudah diprogram menggunakan *software* Arduino (*sketch*). Gambar Arduino Nano ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Arduino Nano Atmega328 [14]

2.2.7. Internet Of Things

Pada zaman revolusi industri sekarang, industri lebih banyak menggabungkan teknologi *otomatisasi* dengan *cyber* (dunia maya). Tren ini merupakan *otomatisasi* dan pertukaran data dalam teknologi manufaktur, dimana industri mulai menyentuh dunia *virtual* yang berbentuk konektivitas manusia, mesin, dan data semua sudah ada dimana-mana, istilah ini dikenal dengan nama *Internet of Things* (IoT). Menurut Kevin Ashton dalam *e-book* yang berjudul "*Making Sense of IoT*". Pengertian *Internet of Things* adalah sensor yang dapat terhubung ke internet dan berperilaku seperti internet dengan membuat koneksi-koneksi terbuka setiap saat, serta berbagi data secara bebas dan memungkinkan aplikasi-aplikasi yang tidak terduga, sehingga komputer dapat memahami dunia disekitar mereka dan menjadi bagian dari kehidupan manusia. Dimana "*internet*" sendiri diartikan sebagai sebuah

jaringan komputer yang menggunakan protokol-protokol internet (TCP/IP) yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dan berbagi informasi dalam lingkup tertentu, sementara "*Things*" dapat diartikan sebagai objek dari dunia fisik yang diambil melalui sensor-sensor yang kemudian dikirim melalui internet [15].

Sistem *Internet of Things* dapat dikirimkan melalui salah satu platform yang mendukung IoT, yaitu menggunakan *google firebase* sebagai *database* yang dapat mengirimkan data dari sensor ke internet menggunakan fitur *authentication* pada saat pemrograman dimikrokontroler, dan dapat dilihat secara *realtime* dengan melakukan *login* dan daftar menggunakan Gmail, Facebook dll [16].

2.2.8. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor digital yang mempunyai 12bit ADC *internal* jika tegangan referensi 5 Volt sensor ini sangat presisi, sensor ini bisa merasakan perubahan terkecil sampai $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ Pada rentang suhu -10 sampai $+85^{\circ}\text{C}$. Sensor ds18b20 menggunakan komunikasi 1-wire. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64bit yang disematkan pada chip masing-masing sensor ini, sehingga memungkinkan pemakaian sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel (*single wire data bus/1 wire-protocol*), dan ketika sensor ini akan diaplikasikan ke mikrokontroler ditambahkan resistor pull-up sebesar 4,7K dari DQ (data masuk) ke VDD (tegangan) [17], sensor suhu DS18B20 dapat dilihat pada gambar 2.6.

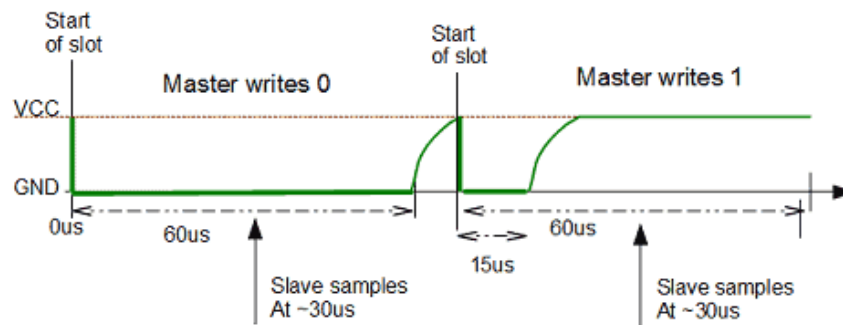
Dalam pembacaan hubungan suhu atau data, sensor ds18b20 cara pembacaan dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Hubungan suhu dengan data.

SUHU (°C)	HASIL DIGITAL (BINARY)
+125	0000 0111 1101 0000
+85*	0000 0101 0101 0000
+25.0625	0000 0001 1001 0001
+10.125	0000 0000 1010 0010
+0,5	0000 0000 0000 1000
0	0000 0000 0000 0000
-0,5	1111 1111 1111 1000
-10.125	1111 1111 0101 1110
-25.0625	1111 1110 0110 1111
-55	1111 1100 1001 0000

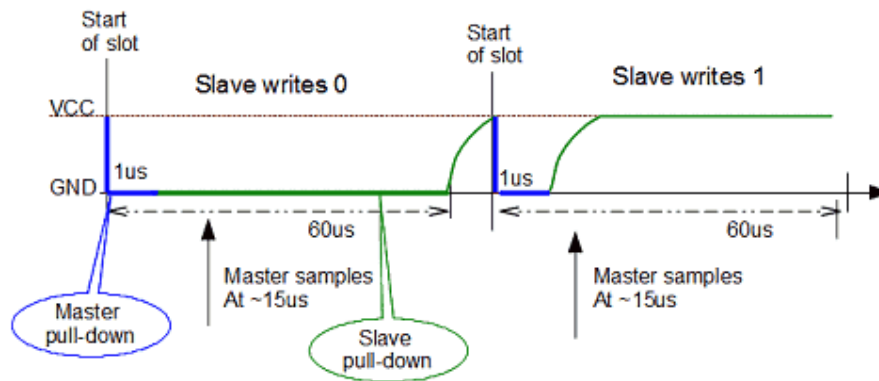
Dapat disimpulkan pada pembacaan suhu 0°C , maka hasil digital yang diperoleh adalah 0°C ada 12 angka, dan jika suhu $-0,5^{\circ}\text{C}$ maka hasil digital yang dibaca oleh mikrokontroler 1111 1111 1111 1000 dan jika suhu yang didapat semakin panas sensor tersebut akan lebih akurat karena 0°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$ pada binary lebih banyak angka 0.

Sensor suhu tipe ds18b20 menggunakan *single one wire* dapat terbaca di mikrokontroler dengan komunikasi *one wire*, sebagian digunakan untuk saling terhubung antara sensor dan unit penyimpanan. komunikasi dimuali oleh master dengan pulsa “reset” yang menarik kabel ke 0 volt/GND atau ke bawah (*falling edge*). setelah itu, ketika ada komunikasi, master menuju resistor pull-up untuk menarik jalur ke tinggi (*rising edge*) atau Vcc. Setelah waktu yang singkat hingga 60s (penambahan bus agar tetap rendah selama 60s), kemudian slave menarik saluran untuk memberi sinyal kehadiran/data dan slave membaca 30s. Setelah slave melepaskan jalur data kemudian master mulai pengiriman yang dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pengiriman data master [17].

Ketika master melakukan pembacaan data, master membaca bit dalam slot waktu 60s. untuk membaca 0, menarik jalur ke rendah/GND selama semua slot waktu 60s gambar 2.4. slave mendeteksi rendah selama komunikasi sampel, dan membaca 0. Saat membaca 1, master harus menarik dari rendah ke tinggi sekitar 1-15s gambar 2.4 dan tidak lebih kemudian naik ke atas (*rising edge*). Pull up resistor untuk menarik jalur master, dan selama slave sampel mendeteksi level tinggi dapat membaca 1. Master harus memulai pengambilan data sampel setelah 15s hingga 60s gambar 2.5, penundaan antar slot waktu harus sekitar 1s untuk pemulihan normal. yang bisa kalian liat contoh pembacaan mster pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Membaca data master [17].

Master : Bagian yang melakukan transfer, mengenerate *Clock* dan membatalkan *transfer data*.

Slave : Bagian yang ditunjuk oleh master sebagai tempat yang dituju/pembaca data.



Gambar 2.6 Sensor Suhu DS18B20 [17].

2.2.9. Sensor pH Tipe 4502 C

Sensor pH merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suatu keasaman. Singkatan dari PH yaitu (*Power of Hidrogen*), skala total dari pH berkisar 1 sampai 14 dengan pH 7 dianggap netral, dan pH kurang dari 7 dikatakan asam apabila melebihi 7 basa. pH meter mempunyai prinsip kerja utama yang terletak pada sensor probe berupa elektroda dalam bentuk kaca (*glass electrode*) dengan pengukuran ion H_3O^+ di dalam larutan (Mujahidin). Ketika akan menggunakan sensor pH perlu dikalibrasi secara manual dengan pH buffer agar keakuratannya dapat terjaga. Ketika sensor pH akan digunakan dan dihubungkan ke arduino, kalibrasi dapat dilakukan melalui program antarmuka kalibrasi sensor pH atau (library yang sudah dikembangkan dan sudah tersedia). Untuk dapat digunakan sensor pH membaca kadar pH atau keasaman pada air terdapat persamaan 2.1.

$$\text{Voltage} = \frac{\text{Data Analog} \times 5.0}{1024} \quad [2.1]$$

Data analog misalkan 7.00 (pH buffer yang sudah diketahui) x 5.0 (tegangan yang sudah diketahui) / 1024 (tegangan ADC 10bit (*binary digit*) yang digunakan pembacaan Arduino terhadap sensor). ADC merupakan (*Analog to Digital Converter*), rangkaian mengubah nilai tegangan analog (kontinu) menjadi nilai biner (digital). Pada persamaan 2.1 tegangan yang sudah di ketahui adalah 5Volt jadi sinyal 5V diubah menjadi sinyal digital dengan menggunakan ADC 10bit ($2^{10} = 1024$ dalam biner 1000000000). Pada kode 10bit ditunjukkan terdapat 10 buah kolom angka.

Untuk mendapatkan nilai pH dari voltage dapat dilihat pada tabel 2.1, output dari elektroda pH adalah Milivolt (mV), contoh nilai pH dapat dilihat tabel 2.1. 1000mV menjadi volt adalah 1Volt, dan pada tabel 2.1 jika nilai pH = 1 maka mV 354,96 menjadi volt 0,35496, dan ketika melebihi nilai pH 7 maka Milivolt akan menjadi minus (-) pada contoh tabel 2.1 dengan nilai pH 8 = -59,16mV menjadi volt -0,05916, jika semakin tinggi voltage maka pembacaan nilai semakin akurat.

VOLTAGE (mV)	pH value	VOLTAGE (mV)	pH value
414.12	0.00	-414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	11.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.32	5.00	-118.32	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00
0.00	7.00	0.00	7.00

Tabel 2.1 Output elektroda pH adalah Milivolt [18].

Ketika alat ini akan digunakan pada rangkaian dihubungkan pengatur nutrisi secara *otomatis* pin *output* yang digunakan yaitu pin *analog output* dan *digital input* dengan tegangan daya input adalah 5V [19]. Berikut ini gambar 2.7 dari sensor pH dan Probe, dan pinout pH meter dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 2.7 sensor pH [18].

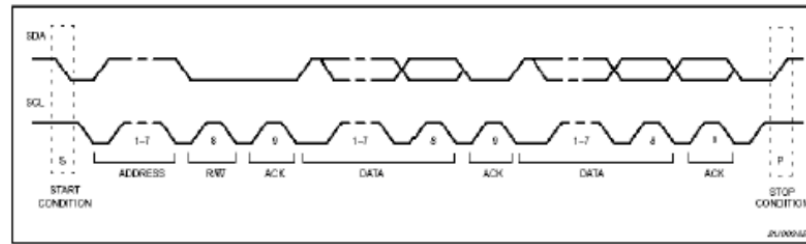
2.2.10. Modul RTC (*Real Time Clock*)

Modul RTC atau *Real Time Clock* adalah perangkat keras yang berbasis *chip* waktu DS3231 yang dapat menghitung detik hingga tahun secara akurat dan menyimpan data waktu secara *real time*. Modul ini sudah didukung *inter-integrated circuit* (I2C) yaitu, dapat berkomunikasi dengan antar perangkat-perangkat terintegrasi dengan menggunakan dua kabel yang pertama *Synchronous clock* (SCL) dan ke dua *Synchronous data* (SDA) dan sudah terpasang batrai dengan tipe CR2032 sebagai catu daya *on-chip* sehingga modul pada jam ini tetap *up to-date* bahkan ketika laptop dimatikan. Modul rtc cukup akurat dikarenakan pengatur waktu menggunakan *osilator kristal*, pada seri DS3231 RTC mempunyai daya dengan fitur rendah dan desimal yang dikodekan sepenuhnya biner (BCD). Dengan input daya dari vcc atau arus daya adalah 5V dari Arduino, berikut ini merupakan gambar 2.8 dari Modul RTC tipe DS3231 [20].



Gambar 2.8 Real Time Clock DS3231 [20].

Pada komunikasi I2C *Real Time Clock* merupakan standar komunikasi dengan menggunakan 2 kabel dengan kecepatan yang tinggi yang dapat berkomunikasi dengan baik, dengan memanfaatkan jalur *bus* dan *address* yang bervariasi maka I2C dapat mengamati banyak *device*. Pada komunikasi ke antar mikrokontroler dilakukan dengan menggunakan 2 jalur (SDA dan SCL). SDA adalah serial data *Line* yang merupakan jalur mengirimkan data-data secara serial, sedangkan SCL merupakan Serial *Clock Line* fungsinya untuk mengirimkan Clock yang berfungsi untuk sinkronisasi dan menandakan pengiriman paket-paket data. Dapat dilihat timing diagram IC pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Timing Diagram I2C [20].

I2C menggunakan metode IC untuk berkomunikasi dapat diperhatikan beberapa hal diantaranya pada awal SDA yang mengirimkan transisi data dari *high* ke *low* (*Falling edge*) sedangkan SCL harus berada kondisi *high*. Kondisi ini menandakan (*start condition*) atau mulainya pengiriman data yang dapat dilihat pada gambar 2.8. Selanjutnya pengiriman *address* dengan ditandai dengan SCL yang akan mengirimkan transisi data dari *high* ke *low* dan kembali ke *high*. Selanjutnya pengiriman status untuk menulis atau membaca data ditandai dengan transisi data SCL dari *low* ke *high*. Setelah didapatkan *ack* dari IC tujuan dengan ditandai dengan satu *clock* penuh pada SCL, maka data dapat dikirimkan menuju IC dengan tujuan transisi SCL dari *low* ke *high* (*Rising Edge*), *ACK* dapat diartikan sebagai penanda ketika data berhasil diterima oleh IC tujuan. Pada “*Stop condition*” yang dapat dilihat pada gambar 2.8 atau pendanda bahwa semua data telah dikirimkan, dikirimkan dengan perubahan SDA dari *low* ke *high* (*Rising Edge*) yang diikuti oleh *logic high* pada SCL [20].

2.2.11. Servo SG90

Motor servo adalah aktuator putar bisa disebut juga dengan motor, yang dirancang untuk menggunakan sistem secara terkontrol umpan balik *loop* yang tertutup bisa disebut servo, sehingga dapat diatur untuk menentukan dan memastikan dari sudut poros *output* motor. Motor servo ini terdiri dari motor DC, *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer, pada tipe SG90 bergerak dengan putaran 180° (90 disetiap arah) atau 90° ke arah kanan dan 90° ke arah kiri. Servo memiliki 3 kabel diantaranya input VCC dengan daya 4,8 – 6Volt, Ground dan (*Pulse Width Modulation*) PWM *input*. PWM merupakan suatu teknik modulasi yang dapat mengubah lebar pulsa (*pulse width*) dengan nilai frekuensi dan amplitudo yang sama. PWM dapat diartikan sebagai kebalikan dari ADC (*Analog to Digital Converter*) yang dapat mengkonversi sinyal analog ke digital, sedangkan

PWM atau *Pulse Width Modulation* dapat digunakan untuk menghasilkan sinyal analog dari perangkat digital (contohnya dari Mikrokontroler). Berikut gambar 2.10 motor servo SG90 [21].



Gambar 2.10 Motor Servo SG90 [21].

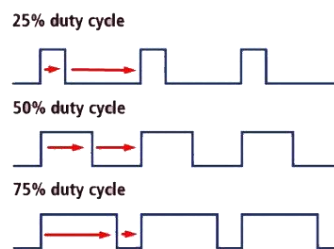
Untuk menjalankan motor servo berbeda dengan motor DC. Karena mengendalikan motor servo perlunya diberikan tegangan sumber dan sinyal kontrol. Besarnya sumber berdasarkan spesifikasi motor servo yang digunakan. Sedangkan untuk pengendalian putaran servo dilakukan dengan cara mengirimkan pulsa kontrol dengan frekuensi 50Hz dengan periode 20ms dan *duty cycle* (siklus tugas) yang dinyatakan dalam bentuk (%). Jika semakin tinggi *duty cycle* dalam skala persen (%), maka semakin lebar pulsa *highnya*, dapat dilihat pada gambar 2.11

Jadi jika diberikan pulsa :

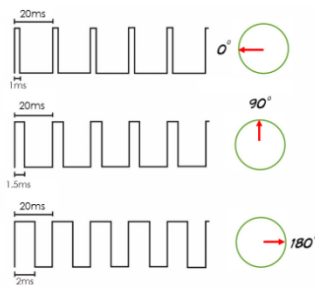
“1 ms (Tegangan 5V)” menggerakkan servo ke posisi 0 derajat.

“1,5 ms (Tegangan 5V)” menggerakkan servo ke posisi 90 derajat.

“2 ms (Tegangan 5V)” menggerakkan servo 180 derajat, dengan diagram PWM dapat dilihat gambar 2.12 [21].



Gambar 2.11 Duty Cycle [21].



Gambar 2.12 Diagram PWM [21].

2.2.12. Regresi Linier Sederhana

Regresi linier sederhana merupakan metode statistik yang memiliki fungsi menguji sejauh mana hubungan sebab dan akibat antara variabel faktor penyebab (X) terhadap variabel akibat. Faktor penyebab dilambangkan dengan X atau disebut Predictor sedangkan Variabel Akibat dilambangkan dengan Y atau disebut Reponse. Regresi Linear Sederhana atau SLR (*Simple Linear Regression*) merupakan metode statistik yang dipergunakan dalam produksi untuk melakukan peramalan atau prediksi tentang karakteristik kualitas maupun kuantitas [22].

Model Persamaan Regresi Linear Sederhana yaitu :

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

Y = Variabel Akibat (Dependen)

X = Variabel Faktor (Independen)

a = Konstanta

b = Koefisien Regresi (Kemiringan), besaran Akibat yang ditimbulkan oleh Faktor.

Nilai a dan b dapat dihitung menggunakan rumus :

$$a = \frac{(\sum y) (\sum x^2) - (\sum x) (\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x) (\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$