

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk lebih memahami system kerja dari Laporan Akhir yang penulis buat ini, terlebih dahulu dapat harus kita pahami apa saja teori-teori dasar dari komponen-komponen dan rangkaian yang dianggap erat hubungannya dengan peralatan yang akan dibuat. Pada bab 2 ini penulis akan membahas komponen-komponen apa saja yang dipakai pada alat yang telah dibuat oleh penulis dan apa saja yang akan dibahas oleh penulis.

2.1 Radar

Radar merupakan singkatan dari Radio Detection And Ranging yang berarti suatu sistem gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat map benda- benda yang berada di sekitarnya. Panjang gelombang yang dipancarkan radar bervariasi mulai dari milimeter hingga meter. Gelombang elektromagnetik yang dipancarkan dan dipantulkan dari suatu benda tertentu akan ditangkap oleh *receiver*. Dengan menganalisis gelombang yang dipantulkan tersebut, pemantul gelombang dapat ditentukan lokasinya dan melalui analisis lebih lanjut dari gelombang yang dipantulkan dapat juga ditentukan jenisnya. Meskipun gelombang yang diterima relatif lemah/kecil, namun gelombang tersebut dapat dideteksi dan diperkuat oleh *receiver*.

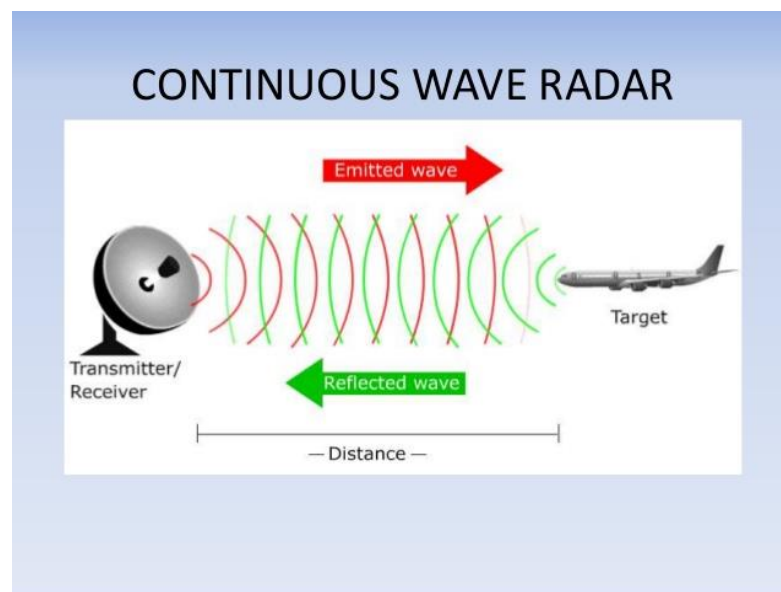
Prinsip pengoperasian radar sangat sederhana dalam teori, dan sangat mirip dengan cara yang digunakan kelelawar untuk menemukan jalan selama penerbangan mereka. Kelelawar menggunakan sistem radar dengan memancarkan suara ultrasonic pada frekuensi tertentu (120 KHz) dan mendengar gema suara tersebut. Gema ini membuat mereka memungkinkan untuk mencari dan menghindari obyek yang berada di hadapannya.

Pada sistem radar, gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh unit pemancar keluar melalui antena. Gelombang tersebut kemudian dipantulkan balik oleh objek (*echo*) dan diterima oleh antena yang sama. Setelah diproses, sinyal yang dikembalikan tersebut ditampilkan secara visual pada indikator. Setelah sinyal

radio dihasilkan dan dipancarkan oleh suatu kombinasi dari sebuah pemancar dan antenna, gelombang radio menjalar dalam arah tertentu dengan cara yang mirip dengan cahaya atau gelombang suara. Jika sinyal terkena kepada suatu objek, gelombang akan dipantulkan kesegala arah tergantung dari bentuk permukaan objek yang memantulkan (reflektor).

Istilah pantulan mengacu pada jumlah energi yang kembali dari sebuah objek dan tergantung pada ukuran, bentuk, dan komposisi objek. Hanya sebagian kecil gelombang yang dipantulkan kembali ke pemancar asal dan ditangkap oleh antenna penerima. Sinyal inilah yang kemudian diperkuat dan ditampilkan pada layar indikator, misalnya PPI (Plan Position Indicator). [1]

2.1.1 Continuous Wave (CW Radar)



Gambar 2.1. Radar Continuous Wave (CW Radar) [2]

Keuntungan utama dari radar CW adalah energi tidak berdenyut sehingga lebih mudah untuk diproduksi dan dioperasikan. Mereka tidak memiliki jangkauan minimum atau maksimum, meskipun level daya siaran memaksakan batasan praktis pada jangkauan. Radar gelombang kontinu memaksimalkan daya total pada target

karena pemancar menyiarkan secara terus menerus. Militer menggunakan radar gelombang terus menerus untuk memandu semi-aktif radar homing (SARH) rudal udara-ke-udara, seperti Sparrow A. AIM-7 AS dan keluarga rudal standar. Pesawat peluncuran menerangi target dengan sinyal radar CW, dan rumah rudal masuk pada gelombang radio yang dipantulkan. Karena rudal bergerak dengan kecepatan tinggi relatif terhadap pesawat, ada pergeseran Doppler yang kuat. Sebagian besar radar tempur udara modern, bahkan perangkat Doppler pulsa, memiliki fungsi CW untuk tujuan panduan rudal. Jarak maksimum dalam radar gelombang kontinu ditentukan oleh bandwidth keseluruhan dan daya pemancar. Bandwidth ini ditentukan oleh dua faktor, yaitu :

1. Mengirimkan kepadatan energi (watt per Hertz).
2. Ukuran filter penerima (bandwidth dibagi dengan jumlah total filter)

Menggandakan daya pancar meningkatkan kinerja jarak sekitar 20%. Mengurangi kebisingan transmisi FM total setengahnya memiliki efek yang sama. Penerima domain frekuensi yang digunakan untuk penerima radar Doppler gelombang kontinu sangat berbeda dari penerima radar konvensional. Penerima terdiri dari bank filter, biasanya lebih dari 100. Jumlah filter menentukan kinerja jarak maksimum. Menggandakan jumlah filter penerima meningkatkan kinerja jarak sekitar 20%. Kinerja jarak maksimum dicapai ketika ukuran filter penerima sama dengan kebisingan FM maksimum yang menaiki sinyal transmisi. Mengurangi ukuran filter penerima di bawah jumlah rata-rata kebisingan transmisi FM tidak akan meningkatkan kinerja jangkauan. Radar CW dikatakan cocok ketika ukuran filter penerima cocok dengan bandwidth RMS dari noise FM pada sinyal transmisi. Contoh dari radar ini adalah FM-CW Radar dan Unmodulated Continuous Radar. [2]

a. FM-CW Radar

Radar-gelombang kontinyu termodulasi frekuensi (FM-CW) - juga disebut radar gelombang-termodulasi-frekuensi (CWFM) - adalah radar pengukur jarak pendek yang mampu menentukan jarak. Ini meningkatkan keandalan dengan

memberikan pengukuran jarak bersama dengan pengukuran kecepatan, yang sangat penting ketika ada lebih dari satu sumber refleksi yang tiba di antena radar. Jenis radar ini sering digunakan sebagai "altimeter radar" untuk mengukur ketinggian yang tepat selama prosedur pendaratan pesawat. [6] Ini juga digunakan sebagai radar peringatan dini, radar gelombang, dan sensor jarak. Pergeseran Doppler tidak selalu diperlukan untuk deteksi ketika FM digunakan.

Dalam sistem ini, sinyal yang ditransmisikan dari gelombang kontinu frekuensi stabil yang diketahui bervariasi dalam frekuensi naik dan turun selama periode waktu tertentu oleh sinyal modulasi. Perbedaan frekuensi antara sinyal terima dan sinyal transmisi meningkat dengan penundaan, dan karenanya dengan jarak. Ini mengaburkan, atau mengaburkan, sinyal Doppler. Gema dari target kemudian dicampur dengan sinyal yang ditransmisikan untuk menghasilkan sinyal ketukan yang akan memberikan jarak target setelah demodulasi.

Berbagai modulasi dimungkinkan, frekuensi pemancar dapat meluncur naik dan turun sebagai berikut:

- a) Gelombang sinus, seperti sirene serangan udara
- b) Gelombang gigi gergaji, seperti kicauan burung
- c) Gelombang segitiga, seperti sirene polisi di Amerika Serikat
- d) Gelombang persegi, seperti sirene polisi di Inggris

Rentang demodulasi terbatas pada $1/4$ panjang gelombang modulasi transmisi. Rentang yang diinstrumentasi untuk 100 Hz FM adalah 500 km. [2]

b. Unmodulated Continuous Wave Radar

Jenis radar ini bisa berharga kurang dari \$100 (2012). Frekuensi pengembalian digeser dari frekuensi yang ditransmisikan berdasarkan efek Doppler ketika objek bergerak. Tidak ada cara untuk mengevaluasi jarak. Jenis radar ini biasanya digunakan dengan olahraga kompetisi, seperti golf, tenis, baseball, dan balap NASCAR. Perubahan frekuensi Doppler tergantung pada

kecepatan cahaya di udara (sedikit lebih lambat daripada di ruang hampa) dan kecepatan target. [2]

Tabel 2.1. Jenis-jenis Radar

No.	Nama Radar	Jenis – jenis Radar	Klasifikasi	Aplikasi	Keuntungan	Kerugian
1.	Bistatic Radar	PSR (Primary Surveillance Radar)	Udara	Air Traffic Control (ATC),	Radar ini memakai dua antena	Radar ini hanya bisa mendeteksi
		MSSR (Monopulse Secondary Surveillance Radar)	Udara	Air Traffic Control (ATC)	yaitu transmitter dan receiver itu membuat radar	berdasarkan pantulan sinyal dari objek tersebut ke pusat antena
		SSR (Secondary Surveillance Radar)	Udara	Air Traffic Control (ATC)	bekerja lebih baik dibandingkan satu antena	
2.	Continuous-Wave Radar	FM-CW Radar	Udara /Darat	Komunikasi, ATC	Dapat mengukur target yang sangat cepat secara	Kekurangan dari CW ini adalah tidak termodulasi
		Unmodulated continuous-wave	Udara/Darat	ATC, Robot		

					tepat dan akurat	
3.	Doppler Radar	Radar Gun	Darat	Kepolisian	Radar ini sangat akurat untuk mengukur kecepatan yang radial seperti kecepatan angin dan kendaraan	Radar ini tidak bisa bermain di frekuensi yang amat tinggi.
		Weather Doppler Radar	Udara / Laut/ Darat	Cuaca		
		Pulse Doppler Radar	Udara	Pesawat Terbang		
		Marine Radar	Laut	Angkatan Laut (Militer)		
4.	Space-Based Radar	Radar Aperture Sintetis (SAR)	Luar Angkasa	Badan Penelitian Luar Angkasa	Radar ini sangat berguna untuk mendeteksi benda-benda dengan skala besar yang dimana tidak bisa dilakukan radar lain.	Radar ini sangat membutuhkan biaya yang cukup besar.
		Astronomy Radar	Luar Angkasa	Badan Penelitian Luar Angkasa		

Tabel 2.2. Klasifikasi Radar

Klasifikasi	Jenis Jenis Radar	Jenis Antena yang dipakai	Aplikasi
Darat	FM-CW Radar	OmniDirectional	Komunikasi
	Radar Gun	-	Kepolisian
	Weather Doppler Radar	Parabola	BMKG (Cuaca)
Laut	Weather Doppler Radar	Parabola	BMKG (Cuaca)
	Marine Radar	OmniDirectional	Angkatan Laut
Udara	PSR (Primary Surveillance Radar)	Antena Pra-2300 Light	ATC
	SSR (Secondary Surveillance Radar)	Antena Pra-2300 Light	ATC
	MSSR (Monopulse Secondary Surveillance Radar)	Antena Monopulse CSL-M	ATC
	FM-CW Radar	OmniDirectional	ATC
	Unmodulated Continuous Wave	OmniDirectional	Angkatan Udara
	Weather Doppler Radar	Parabola	BMKG (Cuaca)
	Pulse Doppler Radar	Parabola	Pesawat Terbang

2.1.2 Frekuensi frekuensi yang digunakan pada Radar

Gambar dibawah ini merupakan jenis radar berdasarkan frekuensi dan panjang gelombang.

Tabel 2.3. Band Radar [2]

Radar Band	Frequency (GHz)	Wavelength (cm)
L	1 – 2	15 – 30
S	2 – 4	8 -15
C	4 – 8	4 – 8
X	8 – 12	2.5 – 4
Ku	2.5 – 4	1.7 – 2.5
K	1.7 – 2.5	1.2 – 1.7
Ka	0.75 – 1.2	0.75 – 1.2
W	1 – 7.5	1 – 7.5

Berikut ini merupakan kegunaan dan ciri – ciri dari Band Radar :

1. L Band Radar

Kegunaannya ialah untuk mempelajari turbulensi udara (clear air turbulence)
2. S Band Radar
 - a. Tidak mufah terkena redaman /attenuation
 - b. Berguna untuk observasi jarak dekat dan jauh
 - c. Membutuhkan antena dan motor penggerak yang sangat besar
3. C Band Radar
 - a. Ukuran disk tidak terlalu besar, sehingga dapat dibuat portable
 - b. Menghasilkan bandwidth yang kecil dengan menggunakan antenna yang kecil
 - c. Berguna untuk observasi cuaca pada jaak yang pendek

4. X Band Radar

Lebih sensitif dan dapat mendeteksi partikel-partikel yang lebih kecil (tiny water particles) sehingga dapat digunakan untuk mempelajari awan. [2]

Tabel 2.4. Band yang umum digunakan dalam penginderaan jauh.

Frequency/wavelength	Jenis – jenis radar	Aplikasi
8-12,5GHz/3,75-2,4 cm	1) Marine Radar 2) Radar Gun 3) Weather Doppler Gun	1) Mata – mata militer 2) Survey lapangan luas komersil 3) mage Mapping
4,8- GHz/7,5 – 3,75 cm	1) PSR 2) SSR 3) MSSR	1) Research on multi-frequency radar for mission payload 2) Image Mapping 3) Kontrol Udara
2-4 GHz/15 – 7,5 cm	1) Marine Radar 2) FM –CW Radar 3) Unmodulated Continuous Wave Radar	1) Commercial terrain survey 2) Image Mapping

1,2 Ghz/30 – 15Cm	1) SAR 2) Radar Astronomy	Diujikan pada misi pesawat luar angkasa dan satelit radar.
-------------------	------------------------------	------------------------------------------------------------

Penggunaan gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi keberadaan suatu benda, pertama diterapkan oleh Christian Hülsmeier pada tahun 1904 dengan mempertunjukkan kebolehan mendeteksi kehadiran dari suatu kapal pada cuaca berkabut tebal, tetapi belum sampai mengetahui jarak kapal tersebut.

Pada tahun 1921 “Albert Wallace Hull” menemukan Magnetron sebagai tabung pemancar sinyal/transmitter efisien. Tahun 1922 “A. H. Taylor and L.C.Young” dan tahun 1930 L. A. Hyland dari Laboratorium Riset kelautan Amerika Serikat, berturut-turut berhasil menempatkan transmitter pada kapal kayu dan pesawat terbang untuk pertama kalinya.

Sebelum Perang Dunia II yakni antara tahun 1934 hingga 1936, ilmuwan dari Amerika, Jerman, Prancis dan Inggris mengembangkan sistem radar. Namun setelah Perang Dunia II sistem radar berkembang sangat pesat, baik tingkat resolusi dan portabilitas yang lebih tinggi, maupun peningkatan kemampuan sistem radar sebagai pertahanan militer. Hingga saat ini sistem radar sudah lebih luas lagi penggunaannya yakni meliputi kendali lalu lintas udara (Air Traffic Control), pemantau cuaca dan jalan. [3]

2.1.3 Sistem Radar

Ada tiga komponen utama yang tersusun di dalam sistem radar, yaitu antena, transmitter (pemancar sinyal) dan receiver (penerima sinyal) .

a. Antena



Gambar 2.2 Antena Radar

Antena yang terletak pada radar merupakan suatu antena reflektor berbentuk piring parabola yang menyebarkan energi elektromagnetik dari titik fokusnya dan dipantulkan melalui permukaan yang berbentuk parabola. Antena radar memiliki dua kutub (*dwikutub*). Input sinyal yang masuk dijabarkan dalam bentuk *phased-array* (bertingkat atau bertahap). Ini merupakan sebaran unsur-unsur objek yang tertangkap antena dan kemudian diteruskan ke pusat sistem RADAR. [4]

b. Pemancar sinyal (*transmitter*)

Pada sistem radar, pemancar sinyal (*transmitter*) berfungsi untuk memancarkan gelombang elektromagnetik melalui reflektor antena. Hal ini dilakukan agar sinyal objek yang berada di daerah tangkapan radar dapat dikenali. Pada umumnya, *transmitter* memiliki bandwidth dengan kapasitas yang besar. *Transmitter* juga memiliki tenaga yang cukup kuat, efisien, bisa dipercaya, ukurannya tidak terlalu besar dan tidak terlalu berat, serta mudah dalam hal perawatannya.

c. Penerima sinyal (*receiver*)

Pada sistem radar, penerima sinyal (*receiver*) berfungsi sebagai penerima kembali pantulan gelombang elektromagnetik dari sinyal objek yang tertangkap

oleh radar melalui reflektor antena. Pada umumnya, receiver memiliki kemampuan untuk menyaring sinyal yang diterimanya agar sesuai dengan pendeteksian yang diinginkan, dapat memperkuat sinyal objek yang lemah dan meneruskan sinyal objek tersebut ke pemroses data dan sinyal (signal and data processor), dan kemudian menampilkan gambarnya di layar monitor (display).

Selain tiga komponen di atas, sistem radar juga terdiri dari beberapa komponen pendukung lainnya, yaitu :

1. Waveguide, yang berfungsi sebagai penghubung antara antena dan transmitter.
2. Duplexer, yang berfungsi sebagai tempat pertukaran atau peralihan antara antena dan penerima atau pemancar sinyal ketika antena digunakan dalam kedua situasi tersebut.

Software, merupakan suatu bagian elektronik yang berfungsi mengontrol kerja seluruh perangkat dan antena ketika melakukan tugasnya masing-masing. [4]

2.3. Arduino Uno



Gambar 2.6 Arduino Uno. [5]

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu

menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial. Nama “Uno” berarti *satu* dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk platform Arduino.

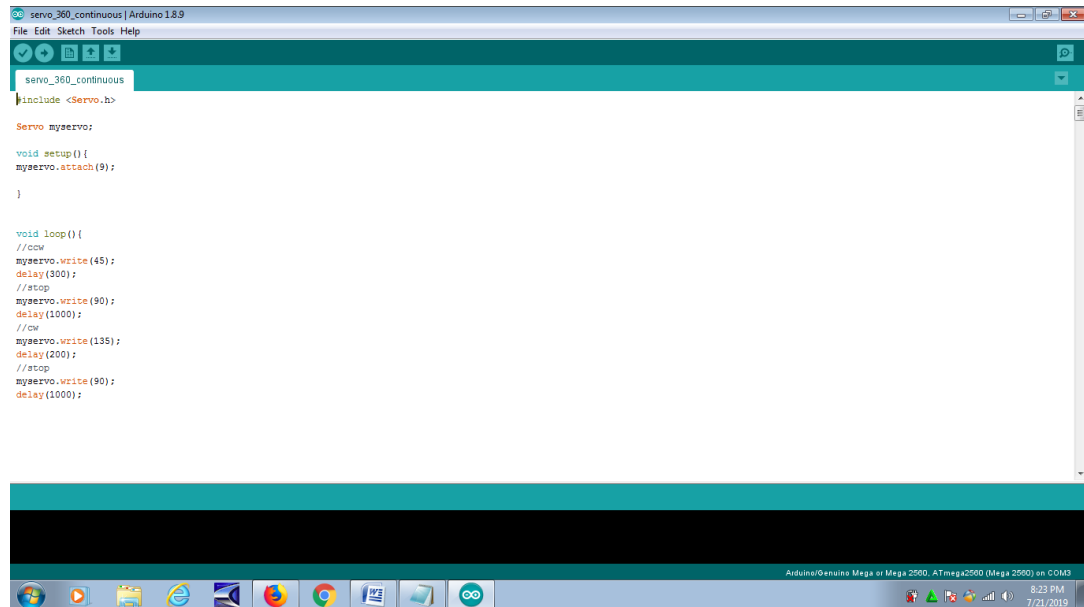
Ringkasan Spesifikasi

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi tegangan	5Volt
Input tegangan	disarankan 7-11Volt
Input tegangan batas	6-20Volt
Pin I/O digital	14 (6 bisa untuk PWM)
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50mA
Arus DC ketika 3.3V	50Ma
Memori flash	32 KB (ATmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan clock	16 MHz

2.3.1 Software Arduino

Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE atau Integrated Development Environment merupakan suatu program khusus

untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. [5]



Gambar 2.7 Tampilan Arduino IDE [5]

IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE arduino terdiri dari :

1. Editor, ProgramSebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing.
2. Verify, Mengecek kode sketch yang errorsebelum menguploadke boardarduino.
3. Uploader, Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalammemori di dalam papan Arduino.
4. New, Membuat sebuah sketch baru.
5. Open, Membuka daftar sketch pada sketchbook arduino.
6. Save, Menyimpan kode sketch pada sketchbook.
7. Serial Monitor, Menampilkan data serial yang dikirimkan dari boardarduino.(Sumber : Syahwil,2013:42)

2.4. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem closed feedback di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan duty cycle sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Motor Servo tampak pada gambar 2.7



Gambar 2.8 Motor Servo Tower Pro MG995 [6]

Motor Servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut sudutnya. Sistem Mekanik Motor Servo tampak pada gambar 2.7



Gambar 2.9 Sistem Mekanik Motor Servo

Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rate putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya.

Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki :

- a) 3 jalur kabel : power, ground, dan control
- b) Sinyal control mengendalikan posisi
- c) Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum.
- d) Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan feedback control.

Motor Servo yang kami gunakan berjenis Micro Servo TowerPro MG-995 dimana Motor Servo tersebut dapat merotasi sebesar 180° . [6]

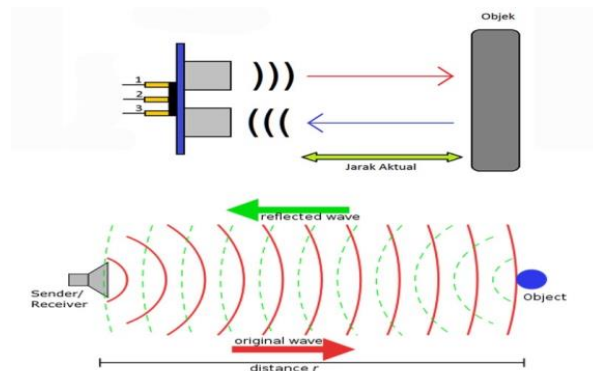
2.5. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik nisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa. [7]

2.5.1 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



Gambar 2.10 Cara Kerja Sensor Ultrasonik [7]

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- a) Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas

20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.

- b) Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
- c) Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus : $S = V/t$ dimana $S = 340 \text{ m/s}$. T

S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver. [7]

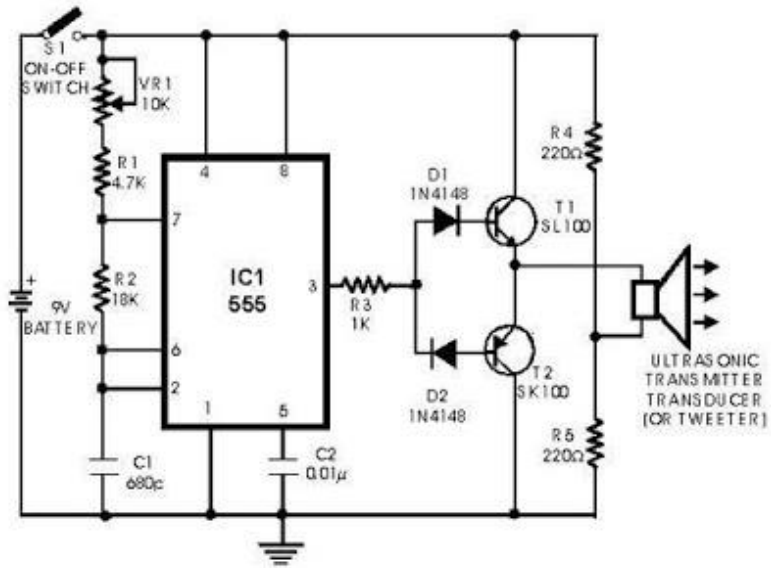
2.5.2 Rangkaian Sensor Ultrasonik

Piezoelektrik

Piezoelektrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Bahan piezoelektrik adalah material yang memproduksi medan listrik ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis.

Transmitter

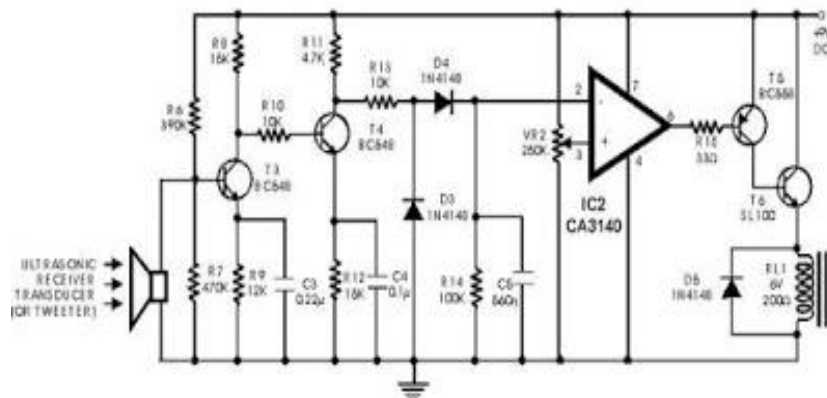
Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator.



Gambar 2.11 Rangkaian dasar dari transmitter ultrasonic [7]

Receiver

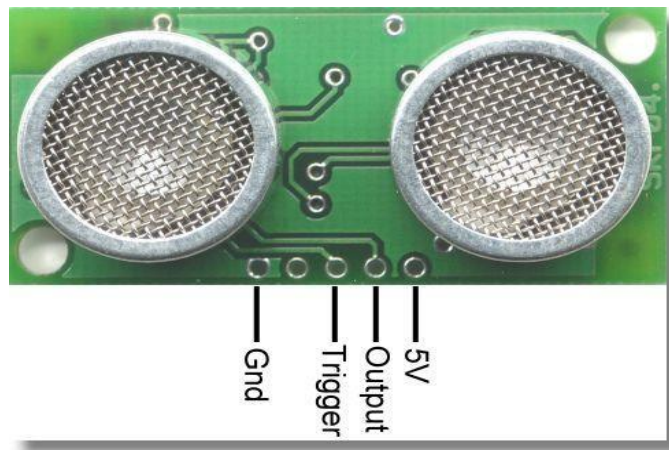
Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (Line of Sight) dari transmitter.



Gambar 2.12 Rangkaian dasar receiver sensor ultrasonic [7]

2.5.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian di terima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek. Sensor ini cocok untuk aplikasi elektronik yang memerlukan deteksi jarak termasuk untuk sensor pada robot. (sumber : musbikhin.com)



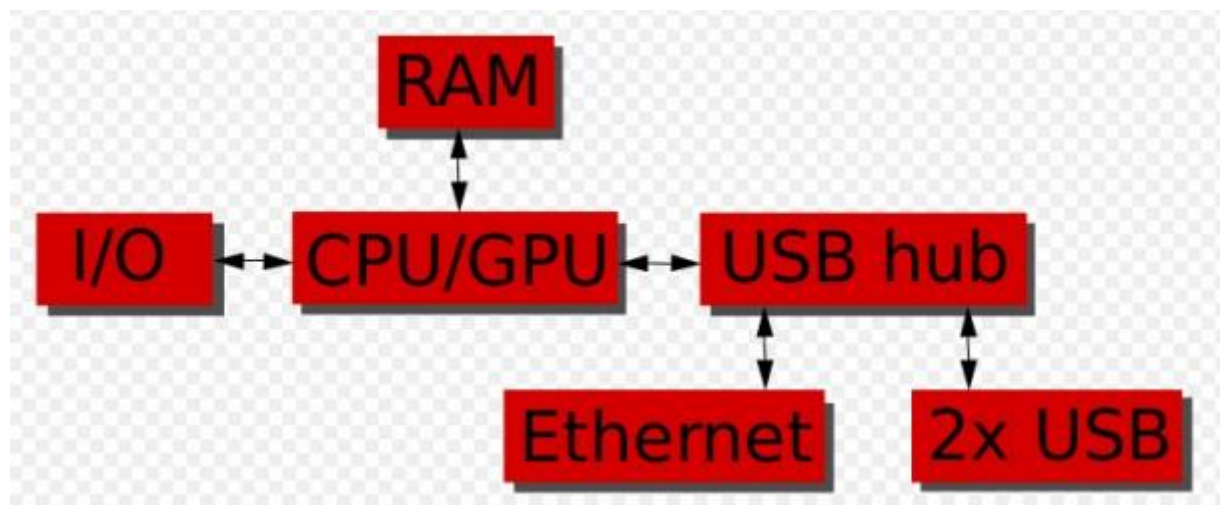
Gambar 2.13 Gambar Diagram Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04 [7]

2.6 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah modul micro computer yg juga mempunyai input output digital port seperti pada board microcontroller. Diantara kelebihan Raspberry Pi dibanding board microcontroller yg lain yaitu mempunyai Port/koneksi untuk display berupa TV atau Monitor PC serta koneksi USB untuk Keyboard serta Mouse (spt tampak pada gambar 2 dan 4 dibawah). Raspberry Pi dibuat di Inggris oleh Raspberry Pi Foundation Pada awalnya Raspberry Pi ditunjukan untuk modul pembelajaran ilmu komputer disekolah.

2.6.1 Raspberry Pi Board

Raspberry Pi board dibuat dgn type yg berbeda yaitu Raspberry Pi type A ,A+ Raspberry Pi type B.,B+ Raspberry pi 2,Rasberry pi 3,Raspberry Pi zero. Perbedaannya antara lain pada Ram dan Port LAN. Type A RAM = 256 Mb dan tanpa port LAN(ethernet), type B = 512 Mb dan terpasang port untuk LAN

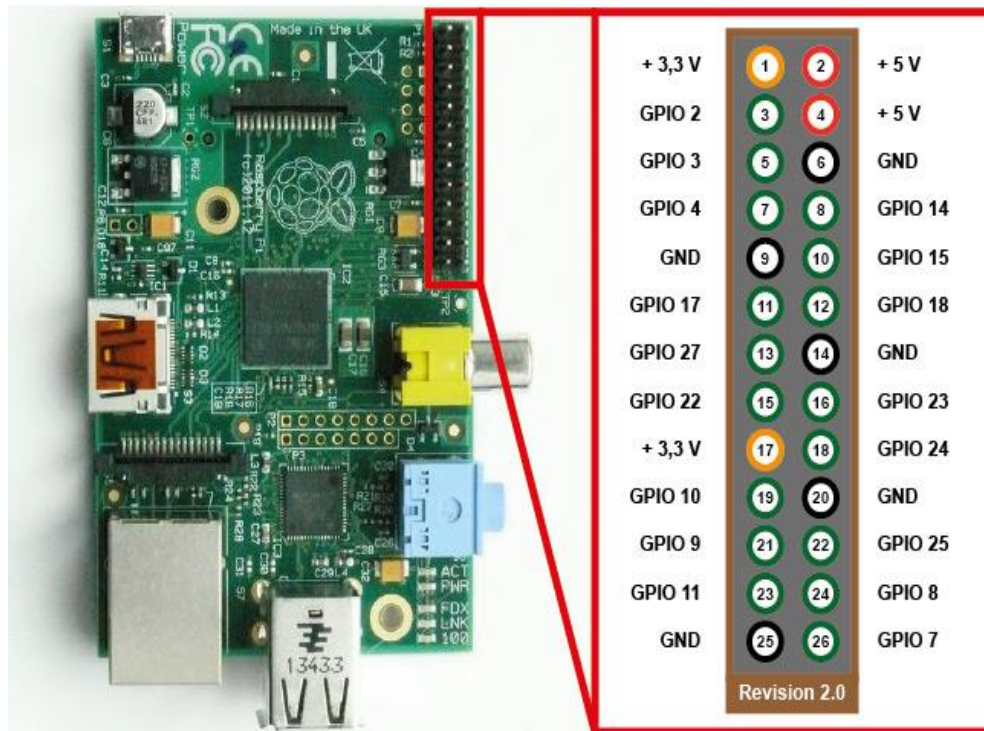


Gambar 2.14 Blok Diagram Raspberry Pi [8]

Raspberry Pi board mempunyai input dan output antara lain :

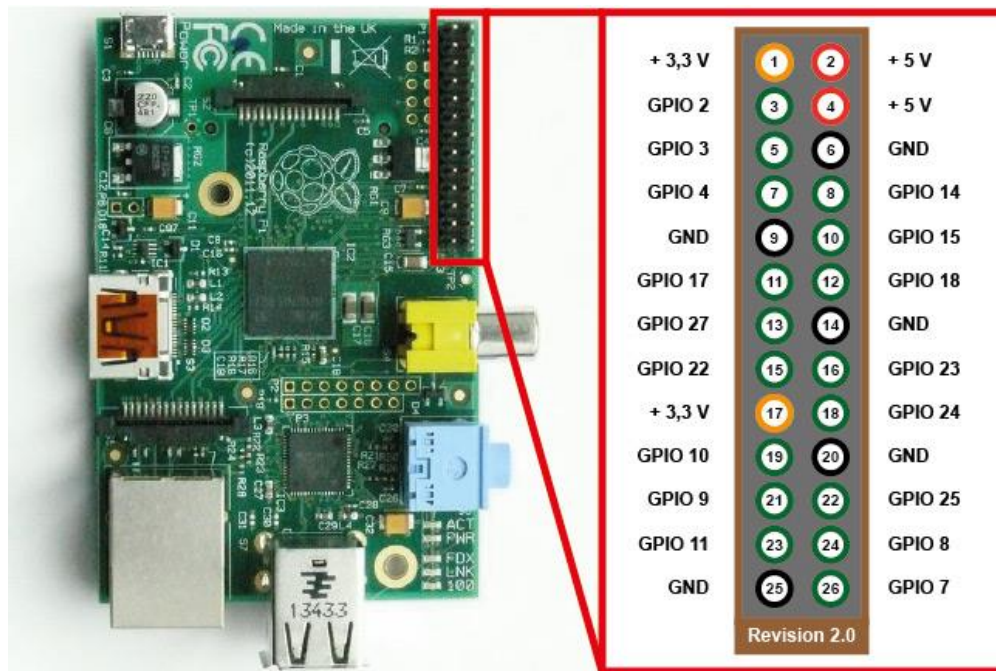
- HDMI, dihubungkan ke LCD TV yg mempunyai port HDMI atau dgn cable converter HDMI to VGA dapat dihubungkan ke monitor PC.
- Video analog (RCA port) , dihubungkan ke Televisi sbg alternatif jika anda tdk memilih monitor PC .
- Audio output
- 2 buah port USB digunakan untuk keyboard dan mouse
- 26 pin I/O digital
- CSI port (Camera Serial Interface)

- DSI (Display Serial Interface)
- LAN port (network)
- SD Card slot untuk SD Card memori yg menyimpan sistem operasi berfungsi spt hardisk pd PC.



Gambar 2.15 Raspberry Pi board [9]

GPIO merupakan sederet pin yang terdiri dari 26 pin dengan berbagai fungsi diantaranya:



Gambar 2.16 GPIO Raspberry Pi Zero W [9]

Selain sebagai input output pada beberapa pin GPIO juga berfungsi sebagai komunikasi serial diantaranya I2C, SPI dan serial komunikasi UART .

Gambar berikut contoh Raspberry Pi board dengan casing jadi tampak lebih indah



Gambar 2.17 Raspberry Pi dengan casing

2.6.2 Raspberry Pi Operating System (Sistem Operasi)

Untuk menggunakan Raspberry pi kita memerlukan operating system (contoh OS : windows, linux, mac ,Unix dst) yg dijalankan dari SD card pad board Rasberrry tdk seperti pada board microcontroller AVR yg selama ini kita pakai tanpa OS . Operating system yang banyak dipakai antara lain Linux distro Raspbian . OS disimpan di SD card dan saat proses boot OS hanya bisa dari SD card tdk dari lokasi lain.

OS yang bisa di jalankan di Raspberry board antara lain : Arch Linux ARM, Debian GNU/Linux, Gentoo, Fedora, FreeBSD, NetBSD, Plan 9, Inferno, Raspbian OS, RISC OS dan Slackware Linux. [10]

Jadi dlm menggunakan microcomputer Raspberry Pi ini kita seperti menggunakan PC yg berbasis linux plus yg mempunyai input output digital spt yg ada di board microcontroller. Disini saya menggunakan OS Raspbian Buster. [10]

2.6.3 Bahasa Pemrograman Phyton

Python adalah bahasa pemrograman berorientasi objek yang merupakan bahasa pemrograman utama pada Raspberry Pi. Beberapa fitur utama bahasa Python: □Hadir dengan banyak library standar yang membantu programmer dalam melakukan beberapa tugas umum dalam memprogram seperti menghubungkan program ke web server, manipulasi string, membaca dan mengubah konten dari suatu file. □Dapat dijalankan dimana saja, termasuk Mac OS X, Windows, Linux, dan Unix. □Python bersifat opensource-software. Raspberry Pi memiliki pin GPIO, port CSI, USB, dan Ethernet untuk bisa berkomunikasi dengan berbagai macam sensor ataupun perangkat lain sehingga hal ini memungkinkan untuk menghubungkan proyek anda ke internet.



Gambar 2.18 Logo Python [11]

II-16 RPi.GPIO adalah modul Python yang berfungsi untuk mengontrol pin-pin GPIO pada Raspberry Pi. Sehingga Raspberry Pi dapat membaca nilai dari sensor, mengontrol suatu komponen elektronika, dan sebagainya. [11]

2.6.4 SSH dengan PuTTY

Protokol SSH (juga direferensikan sebagai Secure Shell) [8] adalah suatu metode untuk remote login yang aman dari satu komputer ke komputer yang lain pada suatu jaringan lokal (LAN) atau bahkan jaringan internet. SSH menyediakan beberapa pilihan alternatif untuk membuat autentikasi menjadi lebih ketat, dan ssh menjaga keamanan dan integritas data yang mengalir dengan enkripsi yang andal. SSH merupakan pilihan alternatif yang aman untuk protokol login tanpa proteksi (seperti telnet, rlogin) dan untuk metode transfer file yang tidak aman (seperti FTP). Protokol SSH biasanya digunakan untuk menyediakan akses login dan tranfer file yang aman, mengeksekusi perintah secara remote, mengatur infrastruktur jaringan dan komponen sistem yang lain.

Protokol SSH bekerja pada model client-server, yang berarti bahwa koneksi dibuat oleh klien SSH yang terhubungn ke server SSH. Klien SSH mendorong

proses persiapan koneksi dan menggunakan kriptografi kunci publik untuk memverifikasi identitas server SSH. Setelah tahap persiapan, protokol SSH menggunakan enkripsi simetris dan algoritma hashing yang kuat untuk memastikan privasi dan integritas data yang dipertukarkan antara klien dan server. Salah satu program SSH client yang paling populer adalah PuTTY. PuTTY merupakan sebuah program yang bersifat open source yang digunakan untuk melakukan komunikasi menggunakan protokol SSH. Dalam tugas akhir ini PuTTY digunakan untuk mengakses Raspberry Pi yang telah terhubung ke jaringan lokal (LAN) dan/atau ke internet (IP Public) dan melakukan konfigurasi pada Raspberry Pi menggunakan koneksi SSH. [12]



Gambar 2.18 Tampilan Program PuTTY [12]

2.6.5 Raspberry Pi Camera Module V 1.3

Raspberry Pi Camera Module V1.3 adalah modul kamera dengan sensor Sony IMX219 5 megapixel yang didesain sebagai modul tambahan untuk papan Raspberry Pi. Modul ini menempel pada Raspberry Pi dengan menggunakan salah satu soket kecil di permukaan atas papan dan menggunakan antarmuka bernama CSI, yakni antarmuka yang dirancang khusus untuk berinteraksi dengan kamera.



Gambar 2.20 Raspberry Pi Camera Module V1.3 [12]

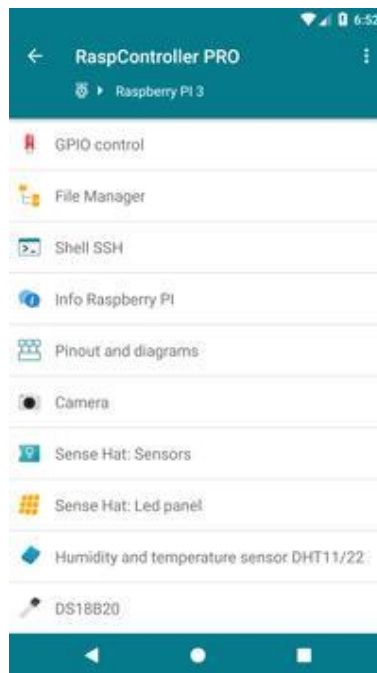
Gambar 2.20 menyajikan tampilan fisik modul Pi Camera v1.3 yang sudah tersambung ke papan Raspberry Pi dan memiliki dimensi 25mm x 23mm x 9mm / 0,98" x 0,35" dengan berat (papan kamera dengan kabel) mencapai 3,4g. Detail spesifikasi teknis mengenai modul Pi Camera dapat dilihat pada Lampiran E. Dari sisi perangkat lunak, program yang berkaitan dengan penggunaan perangkat Pi Camera dapat dibuat dengan menambahkan modul python bernama Pi Camera. Dokumentasi untuk modul python bernama Pi Camera ini dapat dilihat di <https://picamera.readthedocs.io/en/release-1.13/>. Pada halaman web tersebut disediakan panduan lengkap mengenai contoh program python yang berkaitan dengan fungsi kamera mulai dari program dasar seperti capture frame menjadi file image sampai program tingkat lanjut seperti capture frame menjadi objek OpenCV. [12]

2.7 Email

Electronic Mail atau dapat disebut dengan E-Mail, merupakan salah satu layanan Internet yang sangat populer dan paling banyak digunakan oleh orang banyak, baik di lingkungan organisasi maupun perusahaan. E-Mail digunakan untuk saling bertukar informasi atau mengirim pesan antara seseorang dengan orang lainnya yang terpisahkan oleh jarak dan kondisi cuaca apapun dengan melewati perangkat telekomunikasi. E-Mail beroperasi seperti halnya surat kertas dengan layanan pos (dikenal dengan snail mail). Seseorang dapat menulis pada kertas dan menempatkannya pada amplop. Jika orang tersebut membubuhkan nama dan alamat yang benar didepan amplop dan menempatkannya dalam kotak surat, maka orang tersebut dapat mengharapkan layanan pos mengirimkan surat ke tempat yang benar. Jika orang tersebut menempatkan alamat pengirim di amplop, penerima dapat membalas dengan menempatkan alamat orang tersebut di depan amplop sebagai tujuan surat tersebut dikirim. Sama halnya dengan sistem pengiriman E-Mail Dalam Internet Menggunakan Mail Server E-Mail memungkinkan seseorang menuliskan beberapa teks, mengidentifikasi siapa saja yang ingin orang tersebut kirimi dengan menuliskan alamat E-Mail seseorang di bagian atas, dan kirimkan ke alamat tersebut. Dengan mengirimkan E-Mail, seseorang dapat mengerjakan hal yang sama seperti mengirimkan E-Mail kepada layanan pos. Layanan ini mengirim E-Mail dan kemudian orang yang dikirim pesan mencek E-Mailnya, kemudian dia menerima pesan yang telah orang lain kirimkan. Tiap E-mail mencakup teks yang seseorang tuliskan, alamat E-Mail seseorang. Karena kini penerima mengetahui alamat E-Mail seseorang yang mengiriminya pesan, dia dapat dengan mudah membalas E-Mail tersebut. E-Mail juga memungkinkan seseorang untuk mengirim pesan ke banyak penerimasekaligus, mengirim file menggunakan E-mail dari pada menggunakan program transfer file. Rata-rata pesan dalam mail tidak mencapai sepuluh kilobyte dan beberapa pesan mengandung beberapa megabyte data, karena digunakan untuk mengirim file. [13]

2.8 RaspController

RaspController merupakan aplikasi yang bisa diunduh di android untuk mempermudah kita untuk mengatur raspi. Aplikasi ini telah sepenuhnya didesain ulang,serta mendapatkan dukungan GPIO yang ditingkatkan dan fungsi yang diperluas sudah ada dan aplikasi ini menggunakan protokol SSH. Dan ini tampilan dari aplikasi RaspController :



Gambar 2.21 Tampilan RaspController [14]

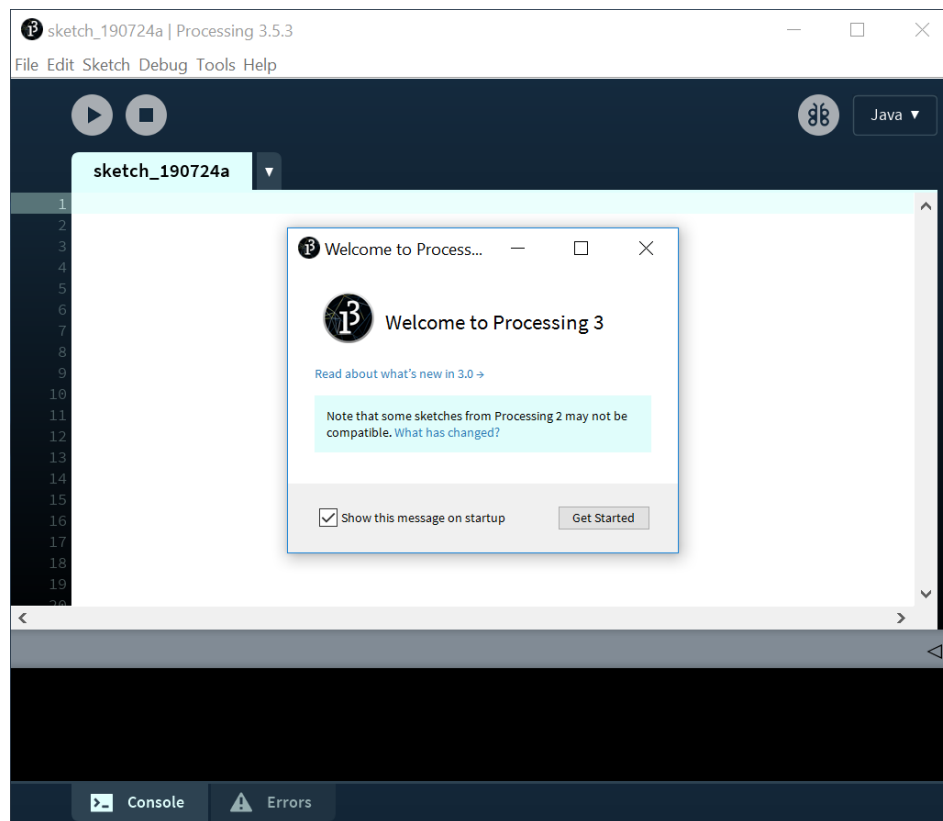
Fitur yang termasuk dalam aplikasi :

- ✓ Manajemen GPIO (Aktif / Nonaktif atau fungsi impulsif)
- ✓ Manajer file (Jelajahi konten Raspberry PI, salin, tempel, hapus, unduh, dan visualisasikan properti file, editor teks)
- ✓ Shell SSH (Kirim perintah khusus ke Raspberry PI Anda)
- ✓ Cpu, Ram, Pemantauan disk
- ✓ Kamera (Menampilkan gambar dari kamera yang terhubung ke Raspberry PI)
- ✓ Dukungan untuk sensor DHT11 / 22 (Kelembaban dan suhu)
- ✓ Dukungan untuk sensor DS18B20 (Suhu)

- ✓ Dukungan untuk sensor BMP180 (Tekanan, suhu, ketinggian)
- ✓ Dukungan untuk Sense Hat
- ✓ Info Raspberry PI (Baca semua informasi dari perangkat yang terhubung)
- ✓ Pinout dan diagram
- ✓ Wake On Lan (Gunakan Raspberry PI untuk mengirim paket ajaib "WakeOnLan")
- ✓ Shutdown
- ✓ Reboot ^[14]

2.9 Bahasa Pemrograman Processing

Processing adalah bahasa pemrograman dan lingkungan pemrograman (development environment) open source untuk memprogram gambar, animasi dan interaksi. Digunakan oleh pelajar, seniman, desainer, peneliti, dan hobbyist untuk belajar, membuat prototipe, dan produksi. Processing digunakan untuk mengajarkan dasar-dasar pemrograman komputer dalam konteks rupa dan berfungsi sebagai buku sketsa perangkat lunak (software) dan tool produksi profesional. Processing bebas untuk di download dan tersedia untuk GNU/Linux, Mac OS X, dan Windows.



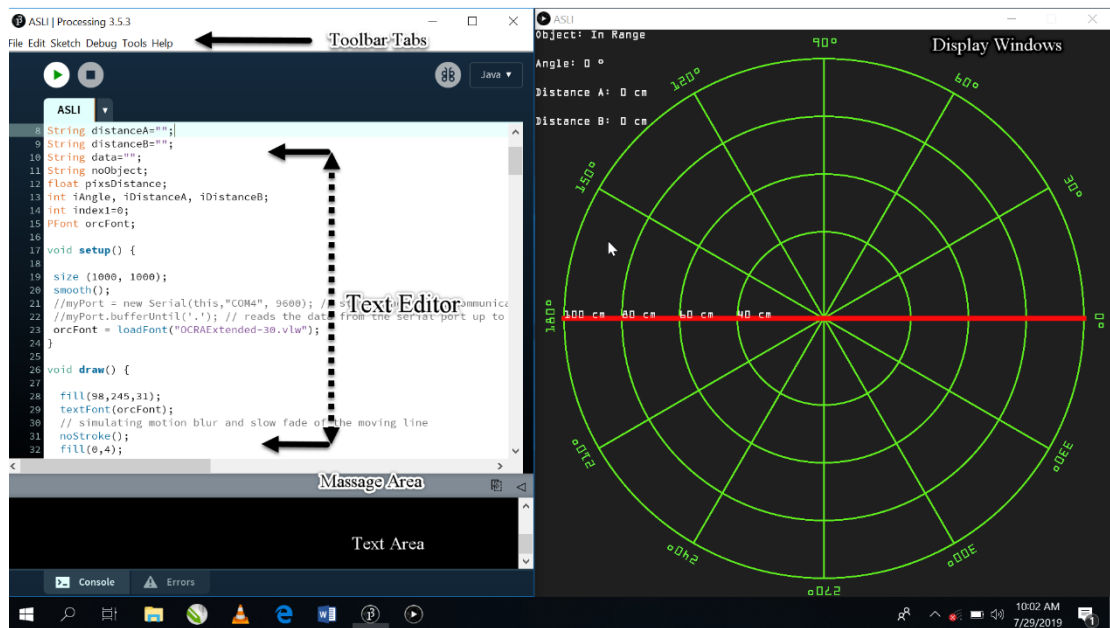
Gambar 2.22 Tampilan utama Processing [15]

Processing adalah suatu proyek terbuka yang diinisiasi oleh Ben Fry dan Casey Reas. Berkembang dari ide-ide yang dieksplorasi di Aesthetics and Computation Group (ACG) di MIT Media Lab. Proyek ini kini terus diperbaiki dan dikelola oleh sejumlah kecil tim voluntir.

Processing mengaitkan konsep software pada prinsip-prinsip bentuk rupa, gerak, dan interaksi. Processing mengintegrasikan suatu bahasa pemrograman, lingkungan pemrograman, dan metodologi pengajaran ke dalam sistem terpadu. [15]

2.9.1 Lingkungan Pemrograman

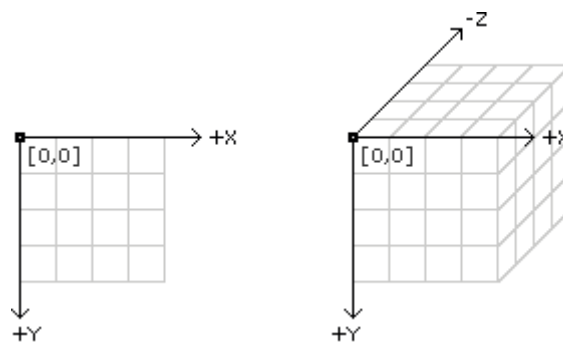
Lingkungan Pemrograman Processing terdiri dari teks editor terintegrasi dan jendela tampilan untuk menampilkan program. Jika tombol “run” ditekan, program akan mengkompilasi dan berjalan di jendela grafis (jendela tampilan). Dari jendela lingkungan utama, bisa menjalankan, menghentikan, menyimpan, membuka, dan mengekspor file.



Gambar 2.23 Tampilan Lingkungan Pemrograman Processing [15]

2.9.2 Sistem Koordinat

Processing menggunakan sistem koordinat kartesian dengan titik asal terletak di sudut kiri-atas. Bila program berukuran lebar 320 piksel dan lebar 240 piksel, maka koordinat $[0, 0]$ terletak di kiri-atas dan koordinat $[320, 240]$ terletak di kanan bawah.



Gambar 2.24 Sistem Koordinat Pada Processing [15]