# Menguasai Pemrograman Arduino dan Robot



# Prof. Dr. Ir. Widodo Budiharto 2020

### Kata Pengantar

Industri 4.0 telah hadir di Indonesia dan kita membutuhkan penguasaan teknologi terkini, salah satunya sistem cerdas berbasis mikrokontroler. Belajar pemrograman Arduino dan robot dengan biaya yang murah namun memiliki bobot ilmiah yang tinggi merupakan hal yang menarik bagi pelajar dan penghobi elektronika. Untuk itulah, penulis dengan senang hati meluncurkan buku Pemrograman Arduino dan Robot. Buku ini sangat tepat dibaca oleh pelajar SD/SMP/SMA dan mahasiswa serta penghobi elektronika dan akademisi. Isi buku ini membahas secara detail, bagaimana konsep pemrograman Arduino, sensor, robotika, robot tank, kursi roda listrik, drone dan lainnya yang bermanfaat bagi masyarakat. Buku ini merupakan buku robot terlengkap yang pernah ada di Indonesia. Untuk memajukan teknologi robotika di Indonesia, penulis juga memopulerkan teknologi sensor dan robot terkini pada buku ini.

Untuk mempermudah anda mencoba berbagai proyek robot di buku ini, Anda dapat memiliki kit yang dibahas melalui situs e-commerce penulis di <u>www.toko-robot.com</u>. Buku ini juga dilengkapi dengan berbagai contoh aplikasi siap terap yang harus Anda coba, dan penuh dengan materi dan informasi penting. Silahkan unduh materi penting buku ini di **widodo.com**. Jika Anda ingin mengikuti training Arduino/robotika/drone secara inhouse atau private, atau ingin mengadakan seminar atau workshop dapat menghubungi penulis di:

#### CV Pusat e-Technology

Sakura Regency 3 Blok Q8, Bekasi Timur HP/WA: 08569887384 www.toko-robot.com www.Widodo.com

Sebagai penutup, penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan buku ini. Anda juga diharapkan dapat berkomunikasi dengan penulis melalui email di **prof.widodo.budiharto@gmail.com**.

Jakarta, 29 Januari 2020

# Widodo Budiharto

# Daftar Isi

- Bab 1. Pengenalan Elektronika dan Penerapannya
- Bab 2. Pengenalan Arduino
- Bab 3. Algoritme dan Pemrograman untuk Mikrokontroler
- Bab 4. Robot Tempur dikendalikan HP
- Bab 5. Kursi Roda Listrik dengan Joystick
- Bab 6. Robot Berbicara
- Bab 7. Robot Kamera Dikendalikan dengan Wi-Fi
- Bab 8. Pemrograman Drone
- Daftar Pustaka
- Lampiran 1

# Bab 1. Pengenalan Elektronika dan Penerapannya

**Tujuan Instruksional Umum:** Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat memahami prinsip dasar elektronika, catu daya berbasiskan IC regulator tegangan dan penerapannya pada Arduino.

#### **Tujuan instruksional Khusus:**

- Pembaca mengenal berbagai komponen elektronika standar
- Pembaca mengetahui besaran tegangan digital yang dibutukan perangkat Arduino
- Pembaca dapat menggunakan multitester analog dan dapat merangkai rangkaian catu daya (*power supply*).
- Pembaca dapat menjelaskan dasar penggunaan mikrokontroler pada Robot.

## 1.1 Mengenal Elektronika

Elektronika merupakan bagian penting di dalam kehidupan kita. Elektronika adalah ilmu yang mempelajari tentang listrik arus lemah yang dioperasikan dengan cara mengontrol aliran elektron atau partikel bermuatan listrik dalam suatu alat. Pengendalian elektron ini terjadi dalam ruangan hampa atau ruang yang berisi gas bertekanan rendah seperti tabung gas dan bahan semikonduktor. Penerapan elektronika adalah pada alat-alat listrik di rumah kita hingga skala yang lebih canggih seperti pada komputer dan robot industri dan service robot (robot pelayan). Pada sistem digital seperti perangkat Arduino, umumnya perangkat elektronika digital bekerja membutuhkan input tegangan rendah 3.3V (Volt) dan 5V(standar), dengan maksimal sekitar 6V agar komponen digital tidak rusak. Untuk memahami Arduino dan pemrograman robot, maka konsep dasar elektronika perlu kita kuasai. Berikut penjelasan beberapa komponen dasar yang mutlak harus Anda kuasai.

#### Resistor

Resistor adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk memberikan hambatan terhadap aliran arus listrik. Dalam rangkaian listrik dibutuhkan resistor dengan spesifikasi tertentu, seperti besar hambatan, arus maksimum yang boleh dilewatkan dan karakteristik hambatan terhadap suhu dan panas.

#### www.widodo.com

Resistor memberikan hambatan agar komponen yang diberi tegangan tidak dialiri dengan arus yang terlalu besar, serta dapat digunakan sebagai pembagi tegangan.



Gambar 1.1 Gelang pada resistor dan simbol resistor

Berikut contoh menghitung nilai resistor:



Gambar 1.2 Menghitung nilai hambatan resistor

## Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektrik yang berfungsi untuk menyimpan muatan listrik. Salah satu jenis kapasitor adalah kapasitor keping sejajar. Kapasitor ini terdiri dari dua buah keping metal sejajar yang dipisahkan oleh isolator yang disebut dielektrik. Bila kapasitor dihubungkan ke baterai, kapasitor terisi hingga beda potensial antara kedua terminalnya sama dengan tegangan baterai. Jika baterai dicabut, muatan-muatan listrik akan habis dalam waktu yang sangat lama, terkecuali bila sebuah konduktor dihubungkan pada kedua terminal kapasitor. Kapasitor ada yang berpolarisasi dan tidak. Kapasitor yang umum digunakan adalah elektronit kapasitor (*elco*) dan kapasitor mylar dan keramik.



Gambar 1.3 Kapasitor elco dengan kaki positif dan negatif, mylar, keramik serta MKM.

## Dioda

Dioda adalah devais semikonduktor yang mengalirkan arus satu arah saja. Dioda terbuat dari Germanium atau Silicon yang lebih dikenal dengan Dioda Junction. Dioda juga digunakan pada adaptor yang berfungsi sebagai penyearah dari sinyal AC ke DC, lalu diratakan dengan kapasitor.



Gambar 1.4 Simbol dioda dan contoh diode penyearah.

## LED (Light Emitting diode)

LED merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang pakai adalah galium, arsenic dan phosporus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.



Gambar 1.5 Simbol LED

Pada saat ini warna-warna cahaya LED yang banyak ada adalah warna merah, kuning dan hijau.LED berwarna biru sangat langka. Pada dasarnya semua warna bisa dihasilkan, namun akan menjadi sangat mahal dan tidak efisien. Dalam memilih LED selain warna, perlu diperhatikan tegangan kerja, arus maksimum dan disipasi dayanya.

## Relay

Transistor tidak dapat berfungsi sebagai sebagai switch (saklar) tegangan tinggi. Selain itu, umumnya tidak digunakan sebagai switching untuk arus besar (>5 A). Dalam hal ini, penggunakan relay sangatlah tepat. Relay berfungsi sebagai saklar yang bekerja berdasarkan input yang dimilikinya. Relay dapat switch AC dan DC, transistor hanya switch DC. Kekurangan relay ialah ukurannya jauh lebih besar daripada transistor.

## Transistor

Transistor bipolar biasanya digunakan sebagai saklar elektronik dan penguat pada rangkaian elektronika digital. Transistor memiliki 3 terminal. Transistor biasanya dibuat dari bahan silikon atau germanium. Tiga kaki yang berlainan membentuk transistor bipolar adalah emitor, basis dan kolektor. Mereka dapat dikombinasikan menjadi jenis N-P-N atau P-N-P yang menjadi satu sebagai tiga kaki transistor. Gambar 1.6 memperlihatkan berbagai bentuk transitor:



Gambar 1.6 Berbagai transitor NPN dan PNP

Rangkaian standar transistor dengan input tegangan  $v_{in}$  dan cara pemberian tegangan sebagai penguat ditunjukkan pada gambar 1.7:



Gambar 1.7 Rangkaian dasar transistor sebagai penguat.

## LDR (Light Dependent Resistor)

Resistor jenis lainnya adalah LDR seperti gambar 1.8, dimana resistensinya berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar 10M $\Omega$  dan dalam keadaan terang sebesar 1K $\Omega$  atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan.

LDR digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Saklar cahaya otomatis dan alarm pencuri adalah beberapa contoh alat yang menggunakan LDR. Akan tetapi karena responsnya terhadap cahaya cukup lambat, LDR tidak digunakan pada situasi dimana intesitas cahaya berubah secara drastis.



Gambar 1.8 Sensor Cahaya LDR

Sensor cahaya berfungsi untuk mendeteksi cahaya yang ada di sekitar kita. Sensor yang terkenal untuk mendeteksi cahaya ialah LDR (*Light Dependent Resistor*). Sensor ini akan berubah nilai hambatannya apabila ada perubahan tingkat kecerahan cahaya. Prinsip inilah yang akan kita gunakan untuk mengaktifkan transistor untuk dapat menggerakkan motor DC (mirip dengan dinamo pada mainan mobil-mobilan anak-anak). Perubahan nilai hambatan pada LDR tersebut akan menyebabkan perubahan beda tegangan pada input basis transistor, sehingga akan mengaktif/nonaktifkan transistor. Penerapan lain dari sensor LDR ini ialah pada Alarm Pencuri.

### Phototransistor

Komponen ini sering digunakan untuk sensor garis pada robot pengikut garis (*line follower*). Perhatikan karakteristik spektrum cahaya sebagai berikut:



Gambar 1.9 Spektrum cahaya dan respon manusia.

Infrared memiliki sifat yang sama dengan transistor yaitu menghasilkan kondisi cut off dan saturasi. Perbedaannya ialah, bilamana pada transistor kondisi cut off terjadi saat tidak ada arus yang mengalir melalui basis ke emitor dan kondisi saturasi terjadi saat ada arus mengalir melalui basis ke emitor maka ada phototransistor kondisi cut off terjadi saat tidak ada cahaya infrared yang diterima dan kondisi saturasi terjadi saat ada cahaya infrared yang diterima seperti ditunjukkan pada gambar 1.10.



Gambar 1.10 Penggunaan Phototransistor infrared pada robot line follower.

## 1.2 Alat Ukur Multitester

Dalam bereksprimen, dibutuhkan juga alat ukur tegangan, arus, penguatan transitor, kapasitor dan resistor minimal berupa multitester, akan lebih baik lagi jika ada melengkapi dengan Osiloskop dan Frequency counter digital. Multitester yang penulis sarankan minimal Sanwa CX506A. Untuk mencoba

alat ukur ini cukup mudah, cukup arahkan saklar ke posisi yang diinginkan, misal jika ingin mengukur baterai 9V, arahkan penunjuk saklar ke DCV 12V, sehinga bacaan 9V dapat terlihat di jarum penunjuk dengan cukup akurat.



Gambar 1.11 Multitester analog SANWA CX506A

Spesifikasi:

- 26ch switches, wide range measurement
- Capacitance  $50 \text{pF} \sim 2000 \mu \text{F}$  measurement
- High input impedance  $50k\Omega/V$  (DC3 ~ 300Vrange)
- Switchable DC polarity
- DCV 300 (50k $\Omega$ /V)/1000V (15k $\Omega$ ) dan DCV 120m (4k $\Omega$ )/3/12/30/120
- ACV 3/12/30/120/300/750V (8kΩ/V)
- Transistor hFE: 0~1000

Anda juga penulis sarankan menyimpan stok komponen dan kit untuk bereksperimen sehingga jika ada waktu dapat digunakan untuk melakukan ujicoba yang menarik.

## 1.3 Dasar Mikrokontroler dan Robot

Kata robot sudah tidak asing lagi di dengar oleh kita. Kata robot berasal dari Czech, aslinya robota yang berarti bekerja. Kata robot sendiri diperkenalkan ke publik oleh Karel Čapek pada saat mementaskan RUR (Rossum's Universal Robots) pada tahun 1921. Robot merupakan bidang yang menarik untuk dipelajari oleh pelajar dan penghobi. Hal ini karena kita dapat berkreasi apa saja sesuai keinginan kita. Pada bab ini, akan dijelaskan secara detail bagaimana membuat robot penjejak garis (line follower) dengan biaya yang murah, komponen yang mudah diperoleh, dan bisa dikerjakan oleh pelajar SD/SMP/SMA dan penghobi karena hanya menggunakan transistor, IC (integrated circuit) dan sensor cahaya sebagai komponen utama. Mikroprosesor adalah sebuah chip (kumpulan rangkaian elektronika digital canggih keping) yang berfungsi sebagai pengontrol utama Sedangkan dalam 1 suatu sistem. Mikrokontroler(misalnya chip utama pada Arduino UNO) merupakan gabungan dari mikroprosesor beserta unit pendukung lain seperti RAM (Random Access Memory), ROM (Read Only Memory), ADC (Analog to Digital Converter), perangkat I/O, timer dan lainnya. Mikrokoprosesor pertama kali yang dikenal adalah buatan Intel berseri 4004 untuk digunakan pada kalkulator seperti pada gambar 1.12



Gambar 1.12 Mikroprosesor Intel 4004 pada tahun 1971 dengan penggunaan pada kalkulator

Robot yang komplek membutuhkan kemampuan mikrokontroler/mikroprosesor yang memadai. Salah satu board mikrokontroler yang terkenal saat ini adalah Arduino Uno dan Arduino Mega 2560 cocok buat belajar robot. Kemampuan prosesor/mikrokontroler yang penting antara lain ialah kecepatan, memori dan fasilitas I/O, oleh karena itu sesuaikan kebutuhan dengan kemampuan prosesor yang ada. Gambar di bawah merupakan blok diagram robot standar yang dapat dibangun oleh pemula menggunakan berbagai jenis mikrokontroler serta berbagai kit pendukung seperti modul sensor garis, servo motor, motor stepper, sensor jarak dan kamera seperti ditunjukkan pada gambar 1.13



Gambar 1.13 Rancangan Robot cerdas yang umum (hak cipta penulis)

Pada gambar di atas, intinya Anda dapat menggunakan berbagai mikroprosesor/mikrokontroler untuk membuat robot tersebut secerdas mungkin. Anda dapat menggunakan unit pengontrol standar yang umum beredar seperti Raspberry Pi, Arduino, AVR, Basic Stamp 2, dan Arm Cortex dengan kemampuan luar biasa. Semua input yang diterima oleh sensor akan diolah oleh mikrokontroler. Lalu melalui program yang telah kita buat, mikroprosesor/mikrokontroler akan melakukan aksi ke aktuator seperti lengan robot atau roda dan kaki robot. Teknologi wireless ESP8266 dan LoRa (Long Range), serta Bluetooth yang digunakan diatas untuk keperluan jika robot dapat mentransmisikan data atau menerima perintah secara jarak jauh. Sedangkan PC/Laptop digunakan untuk program uatama dan melakukan proses komputasi data/images kecepatan tinggi, karena tidak mampu dilakukan oleh mikrokontroler standar. Untuk memberikan catu daya pada robot, dapat digunakan baterai, aki atau solar cell. Untuk keperluan percobaan, dapat digunakan mikrokontroler standar sebagai pengendali utama robot seperti gambar di bawah ini menggunakan Arduino Mega AVR 2560 seperti pada gambar 1.14:



Gambar 1.14 Single chip solution untuk robot berbasis Arduino Mega 2560 untuk mengendalikan sensor jarak, Bluetooth HC-05 yang sangat simple melalui komunikasi serial, sensor garis infrared, CMUCam dan motor/servo

Jika perlengkapan berbasis mikrokontroler/mikroprosesor untuk dibuat robot sudah ada, maka secara teori, rancangan robot beroda sebagai actuator atau penggerak sebagai berikut:



Gambar 1.15 Model pemasangan robot beroda yang umum pada robot Propeller

# Latihan:

- 1. Pelajari dan jelaskan rumus perhitungan rangkaian hambatan dan kapasitor dalam mode seri dan parallel.
- 2. Jelaskan konsep penyearah gelombang penuh pada sistem catu daya dan berapa besar tegangan luaran yang dihasilkan seperti gambar berikut:



Gambar 1.16 Rangkaian catu daya teregulasi

3. Buatlah rangkaian catu daya 5V, 12V menggunakan PCB IC Bolong, IC regulator tegangan positif 7805 dan 7812, keping pendingin (*heatsink*) untuk IC 7805 dan 7812, boks power supply, Trafo 1A, Kapasitor elco 2200uF/50V, kapasitor 100N (nano), Kapasitor elco 10uF/25V 2 buah, resitor, LED Merah dan Hijau, serta Dioda penyearah 3A. Anda diminta berkreasi dan berinovasi serta menelusuri berbagai contoh rangkaian yang ada di Internet, berikut contohnya (Paket kit mentah ini juga dapat dipesan ke penulis melalui email/WA dengan nama Kit Power Supply 5V dan 12 V Teregulasi). Setelah jadi dirakit, ukur tegangan keluaran 5V dan 12 V dengan multitester serta catat akurasi tegangan keluaran dari rangkaian yang Anda telah rakit.



Gambar 1.17 Rangkaian catu daya teregulasi.

4. Gunakan power supply yang telah Anda rakit untuk menghidupkan Arduino UNO untuk membuat program kelap-kelip pada LED di pin 13.

# Bab 2. Pengenalan Arduino

**Tujuan Instruksional Umum:** Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat memahami prinsip dasar pemrograman Arduino dan mencoba beberapa contoh sederhana.

## **Tujuan instruksional Khusus:**

- Pembaca mengenal berbagai tipe Arduino yang umum digunakan.
- Pembaca dapat memprogram Arduino untuk input/output dan kendali menggunakan Arduino IDE compiler.
- Pembaca dapat menggunakan berbagai modul sensor standar untuk eksperimen dan mengembangkan sistem robot sederhana.

# 2.1 Berbagai Tipe Arduino

Arduino adalah produk terkenal berbasis mikrokontroler Atmel yang disertai software pendukung untuk melakukan pemograman dan pengembangan sistem digital dan sistem cerdas, Internet of Things (IoT) dan robotika. Arduino menggunakan mikrokontroler Atmel Atmega328P dan memiliki I/O onboard dan fitur yang memadai untuk pengembangan sistem sekala kecil. Arduino merupakan perangkat mikrokontroler yang dapat kita program untuk memproses input dan output dari komponen eksternal yang kita hubungkan dengan Arduino tersebut. Chip Atmega328P ini memiliki 14 digital pin input / output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau power tersebut dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai menggunakannya seperti ditunjukkan pada gambar 2.1:



Gambar 2.1 Posisi power, pin digital dan analog dan Input/output (I/O) dari board Arduino UNO.

Adapun penjelasan tiap nomor di atas adalah:

- 1. Reset Button., ntuk restart program.
- 2. AREF. Referensi tegangan analog.
- 3. Ground Pin.
- 4. Digital Input/Output. Pin 0-13 untuk I/O digital.
- 5. PWM.
- 6. USB Connection. untuk kabel programmer USB.
- 7. TX/RX. Kirim/terima data.
- 8. ATmega328P.
- 9. Power LED Indicator.
- 10. Voltage Regulator.
- 11. DC Power Barrel Jack.
- 12. 3.3V Pin.
- 13. 5V Pin. Menyediakan tegangan 5V.
- 14. Ground Pin.
- 15. Analog Pin. Kelebihan mikrokontroler AVR ini adalah sudah adanya ADC, sehingga bisa menerima input analog di pin A0-A5.

Arduino UNO versi 3 yang baru memiliki kelebihan dengan ditambahkan pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang ditempatkan dekat dengan pin RESET. Arduino UNO memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. Mikrokontroler yang ada pada Arduino UNO menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 Volt), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX). Sebuah chip ATmega16U2 yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai COM Port Virtual di Devais komputer untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer.

Arduino IDE merupakan kependekan dari Integrated Developtment *Enviroenment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan program. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman seperti ditunjukkan pada gambar 2.2:



Gambar 2.2 Arduino IDE Compiler

Gambar 2.3 berikut menampilkan berbagai jenis Arduino yang umum digunakan oleh para pemula dan praktisi.

#### www.widodo.com

#### HP: 08569887483



Gambar 2.3 Berbgai pilihan Arduino

# a. Memrogram Arduino

Untuk memrogram Arduino, berikut langkah-langkahnya:

- 1. Siapkan beberapa kabel jumper male to male, male to female, female to female, resistor 100ohm, lampu LED aneka warna, potensiometer 5K dan protoboard untuk ujicoba
- Unduh Arduino IDE Compiler di https://www.arduino.cc/en/Main/Software, dan pilih Arduino IDE 1.8.10 untuk sistem Operasi Windows seperti gambar 2.4:

НОМЕ	STORE	SOFTWARE	EDU	RESOURCI	s co	OMMUNITY	HELP		Q
⊙⊙	AF The write sou This Ref inst	RDUINO 1 e open-source Ardu te code and upload ndows, Mac OS X, a tten in Java and bas rice software. s software can be u er to the Getting S tructions.	. 8.10 ino Softwa lit to the b nd Linux. Ti sed on Proo ised with a tarted page	re (IDE) makes oard. It runs on ne environment ressing and othe ny Arduino boar e for Installatior	t easy to is er open- d.	Win Win Ge Lin Lin Lin Lin Che	ndows Installer, ndows ZIP file fo ndows app Re et a for the second second second nux 32 bits nux 64 bits nux ARM 32 bits nux ARM 64 bits sease Notes rce Code cksums (sha512)	for Windows XP and up or non admin install quires Win 8.1 or 10 untain Lion or newer	D
HOURLY BUI	LDS	LAST UPDATE 30 December 2019	9 16:13:24 (	TMT	BETA	BUILDS	5	∞ Beta	

Gambar 2.4 Mengunduh program Arduino IDE Compiler untuk Windows

- 3. Pasang Arduino UNO dengan kabel USB ke Laptop/PC Anda.
- 4. Install program yang telah diunduh dan jalankan Aplikasi tersebut, pada menu Files, pilih Examples | 01. Basics | Blink untuk mencoba mengisi dan menjalankan program kelap kelip di pin output 13. Fungsi void loop() {} adalah tempat dimana kode akan berulang dieksekusi/pengulangan (looping).
- Klik button panah ke kanan untuk upload kode Anda ke Arduino, atau klik ctrl +U seperti gambar
   2.5:



Gambar 2.5 Demo program kelap kelip lampu LED di board Arduino

6. Dalam beberapa saat, program akan terisi ke Arduino dan lampu kelap kelip LED akan aktif dengan tundaan 1 detik (1000 milidetik). Selanjutnya coba ubah kode delay menjadi 300 (300 milidetik). Jika terjadi perubahan delay kelap-kelip, SELAMAT, Anda sudah bisa memrogram Arduino dan dapat lanjut ke tahap belajar berikutnya. Misalnya, Anda harus belajar memasang komponen dasar pada pin 13 Arduino seperti gambar 2.6. Jalankan program yang sudah Anda buat sebelumnya dan lihat hasilnya.



Gambar 2.6 Memasang resistor pembatas arus dan LED untuk mencoba program kelap kelip

# b. Memrogram Berbagai Modul dan Sensor

Arduino adalah perangkat pengembangan system tertanam(*embedded system*) termudah di dunia, salah satunya karena sudah disediakan berbagai contoh kode program untuk digunakan pengguna serta bahasa pemrogramannya yang sangat mudah. Untuk memelajari pemrograman lanjutan, Anda harus mengetahuai beberapa sensor penting, misalnya sensor suhu LM35DZ, sensor asap, sensor LPG dan sensor kelembaban DHT 11. Anda juga disarankan harus memiliki dan mencoba berbagai modul sensor dan modul pendukung hingga lebih dari 30 modul diantaranya:

- 1. Modul sensor garis
- 2. Sensor asap
- 3. Sensor joystick
- 4. Sensor Gas
- 5. Modul sensor api
- 6. Modul sensor jarak infrared
- 7. Modul sensor jarak Ultrasonik
- 8. Display LCD
- 9. Sensor kelembaban
- 10. Modul WiFI ESP8266
- 11. Modul kendali driver motor DC dan stepper

Berikut gambaran berbagai modul yang dapat Anda miliki dengan mudah, dimana nama paket yang saya sediakan adalah **"Paket Belajar Arduino V3".** 



Gambar 2.7 Contoh berbagai modul yang dapat dipasangkan pada Arduino dan Raspberry Pi.

Sebagai contoh, kita gunakan sensor garis untuk membuat robot line follower yang sangat terkenal, biasa dikenal dengan sensor garis KY-033, pasang rangkaian dengan kabel jumper dengan warna yang sesuai dimana sensor membutuhkan tegangan 5V, Ground dan Luaran sensor bersimbol S dihubungkan ke pin analog A5:



Gambar 2.8 Contoh rangkaian sensor garis pada Arduino untuk mendeteksi perbedaan warna hitam/putih

Masukkan kode berikut ke Arduino, lalu gunakan lakban hitam dan lantai putih untuk melihat perbedaan luaran dari sensor. Jika telah jalan, gunakan 2 sensor ini untuk Anda kembangkan menjadi robot line follower. Pengecekan kondisi dapat menggunakan **if then else** yang lebih komplek, untuk lebih lanjut memahami logika pengecekan kondisi ini Anda harus memelajari pemrograman lebih lanjut secara mandiri. Berikut contoh program membaca sensor garis yang terpasang di input analog A5 pada board Arduino:

#### SensorGaris.ino:

```
//Demo Sensor Garis 2020
int WhiteLed = 2; //LED dipasang di pin 2.
int Sensor = A5; //out sensor dipasang di A5
int sensorValue = 0;
void setup () {
 pinMode (WhiteLed, OUTPUT);// set pin 2 sebagai output.
 Serial.begin (9600);
}
void loop () {
 sensorValue = analogRead (Sensor); //baca sensor
 if (sensorValue < 50&& sensorValue < 500)
 digitalWrite (WhiteLed, HIGH);
 Serial.println (sensorValue, DEC);
 }
 else (sensorValue > 500&& sensorValue > 1023);
 digitalWrite (WhiteLed, LOW);
 Serial.println (sensorValue, DEC);
 }
}
```

Contoh lain ialah penerapan modul joystick pada Arduino sebagai dasar prinsip pengontrolan yang dapat digunakan pada game atau kursi roda listrik, dimana terdapat rangkaian resistor yang sebagai pembagi tegangan yang diberikan ke input analog pada Arduino, dengan besaran standar adalah seperti berikut:



Gambar 2.9 Prinsip kerja joystick yang mengeluarkan nilai tegangan analog sesuai posisi joystick



Rangkaian joystick ke Arduino ditunjukkan pada gambar berikut:

Gambar 2.10 Penerapan modul joystick PS2 pada Arduino

Berikut kode demo joystick yang dapat Anda gunakan:

#### JoystickStimple.ino:

```
//Demo Program Joystick 2020
int Xin= A0; // X Input Pin
int Yin = A1; // Y Input Pin
int KEYin = 3; // Push Button
void setup () {
    pinMode (KEYin, INPUT);
    Serial.begin (9600);
}
```

```
void loop () {
 int xVal, yVal, buttonVal;
 xVal = analogRead (Xin);
 yVal = analogRead (Yin);
 buttonVal = digitalRead (KEYin);
 Serial.print("X = ");
 Serial.println (xVal, DEC);
 Serial.print ("Y = ");
 Serial.println (yVal, DEC);
 Serial.print("Button ");
 if (buttonVal == HIGH)
  Serial.println ("tidak ditekan");
 }
 else{
  Serial.println ("ditekan");
 }
 delay (500);
}
```

Isi dan jalankan program di atas, lalu lihat pada menu **Tools** | serial Monitor.

```
X=0
Y=1023
Button tidak ditekan
```

# Latihan:

1. Buat program untuk membaca input digital dengan rangkaian seperti gambar 2.11:





Gambar 2.11 Susuan kaki untuk percobaan input digital

#### DigitalRead.ino:

```
// Membaca input digital pada pin 2, dan dikirim ke Serial Monitor
int pushButton = 2;
```

```
void setup() {
    // initialize serial communication at 9600 bits per second:
    Serial.begin(9600);
    // make the pushbutton's pin an input:
    pinMode(pushButton, INPUT);
    }
void loop() {
    // baca input pin:
    int buttonState = digitalRead(pushButton);
    // print out the state of the button:
    Serial.println(buttonState);
    delay(1);
}
```

## www.widodo.com

 Buat sistem pendeteksi gas Bocor LPG menggunakan sensor Gas yang terhubung ke pin input analog, jika terdeteksi gas maka akan mengaktifkan buzzer serta adanya lampu LED berkedip. Contoh modul sensor gas CO adalah berseri MQ-7





	Parts	Materials			
1	Gas sensing layer	SnO <sub>2</sub>			
2	Electrode	Au			
3	Electrode line	Pt			
4	Heater coil	Ni-Cr alloy			
5	Tubular ceramic	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
6	Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)			
7	Clamp ring	Copper plating Ni			
8	Resin base	Bakelite			
9	Tube Pin	Copper plating Ni			

Gambar 2.12 Sensor Gas CO MQ-7 serta datasheet.

 Buatlah Sistem pendeteksi kebocoran Gas/Kebarakan menggunakan sensor asap serta ada display Parallax serial LCD 2x16 yang lengkap dengan fitur piezzospeaker sehingga bisa memainkan musik, berikut contohnya:





Gambar 2.13 Parallax serial LCD dengan piezzospeaker dan 1 sumber input.

#### DeteksiGasLCD.ino:

//Program pendeteksi kebocoran Gas/Kebakaran// Hak Cipta Prof. Dr. Widodo Budiharto 2020// Dapat digunakan sensor asap, sensor LPG dan sensor gas MQ-7.

const int TxPin = 3; //ke input LCD
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial = SoftwareSerial(255, TxPin);

```
void setup() {
Serial.begin(9600);
pinMode(TxPin, OUTPUT);
digitalWrite(TxPin, HIGH);
mySerial.begin(9600);
delay(100);
mySerial.write(12);
                             // Clear
                             // hidupkan backlight
mySerial.write(17);
delay(5);
mySerial.print("
                   SMART "); // baris pertama
mySerial.write(13);
                             // Form feed
mySerial.print(" DETECTOR V.2"); // Second line
mySerial.write(212);
                             // Quarter note
mySerial.write(220);
                              // A tone
delay(1000);
                           // Wait 1/2 second
```

## }

```
void loop() {
    // read the input on analog pin 0:
    int sensorValue = analogRead(A0);//sensor gas
    Serial.println(sensorValue);
    delay(1); // delay in between reads for stability
    if (sensorValue >40)
    {
      mySerial.write(12); // Clear
```

mySerial.write(17); // Turn backlight on delay(5);mySerial.print("Gas Bocor"); // First line mySerial.write(13); // Form feed mySerial.print("/Kebakaran"); // Second line mySerial.write(212); // Quarter note mySerial.write(220); // A tone delay(300); // Wait 0.3 second } if (sensorValue <40) { } }

4. Jelaskan cara kerja motor stepper dan motor DC dengan gearbox.

# Bab 3. Algoritme dan Pemrograman untuk Mikrokontroler

**Tujuan Instruksional Umum:** Setelah mempelajari bab ini, pembaca mengenal algoritme, dan mampu membuat program antarmuka dengan Bahasa C++ dan Arduino

## **Tujuan instruksional Khusus:**

- Pembaca dapat menyebutkan definisi dari algoritme
- Pembaca mengenal peranti lunak Visual C++
- Pembaca dapat menjelaskan konsep komunikasi serial RS232 dan USB.
- Pembaca dapat memrogram Visual C++ dan Visual C#. Net dan melakukan antarmuka ke port USB dan Arduino untuk mengendalikan relay.

## 3.1 Pendahuluan

Program komputer ialah sekumpulan instruksi dimana seorang programmer menulisnya ke komputer untuk mengerjakan tugas tertentu. Program tersebut dibuat menggunakan bahasa pemrograman tertentu. Bahasa pemrograman C dan C++ merupakan bahasa paling populer di dunia saat ini karena dukungan komunitas dan kecepatan eksekusinya yang tinggi. Mempelajari algoritme dan pemrograman interfacing menggunakan C, C++ serta C# sangatlah penting bagi pengembang sistem tertanam dan Arduino. Pada bab ini, kita akan menggunakan Visual C++ 2012 yang terpaket pada Visual Studio 2012 Express edition yang ringan agar pembaca menguasai teknologi terkini compiler berbasis GUI. Program ini dapat diunduh secara gratis dari situs Microsoft. Bab ini disusun dan sangat berguna untuk dapat digunakan pada perkuliahan Algoritme dan Pemrograman Arduino di sekolah dan kampus.

## 3.2 Definisi Algoritme

Untuk menghasilkan program yang baik, dibutuhkan algoritme yang benar dan efisien. Algoritme dapat didefinisikan sebagai:

# A step-by-step sequence of instructions that describes how the data are to be processed to produce the desired outputs. (Liang, 2011)

Untuk menerapkan algoritme yang sudah kita buat, dibutuhkan bahasa pemrograman. Definisi dari bahasa pemrograman adalah:

A sequence of instructions that a computer can interpret and execute. The program required several hundred lines of code. Instruction is a line of code written as part of a computer program – wordnetweb.princeton.edu

Untuk mewujudkan algoritme, dapat menggunakan *pseudocode* yaitu kumpulan perintah dalam natural English yang mudah dimengerti dan tidak bergantung pada format Bahasa pemrograman tertentu. Contoh bahasa pemrograman yang populer saat ini adalah:

- C
- C++ (C Based Object-Oriented Programming Language)
- C#
- Java
- Visual Basic .Net
- Python
- FORTRAN (FORmula TRANslation)

Blok program sederhana yang umum biasanya terdiri dari fungsi utama bernama main(), sebagai berikut:

Library fungsi	//file pendukung untuk menggunakan berbagai fungsi yang ada
fungsi main()	//fungsi utama yang akan dipanggil ketika program di jalankan
{	//blok awal fungsi
	//Kode-kode program ditulis di sini
}	//akhir fungsi

## 3.3 Bahasa C

Bahasa C dibuat oleh Dennis Ritchie pada 1969 di Labs AT &T Bell. Berikut contoh pemrograman menggunakan bahasa C yang dapat menggunakan Borland Turbo C atau compiler C lainnya seperti GCC yang sangat berguna dan dipakai pada sistem embedded. Berikut contoh program C untuk menerima input dari user dengan menggunakan header file standar stdio.h dan conio.h untuk kontrol input outuput standar.

#### InputUser.c:

/\* Program C untuk menerima input data dari user lalu menampilkannya.

Dibuat oleh Widodo Budiharto, 1 Januari 2020 \*/

// Library fungsi yang akan digunakan, dikenal sebagai preprocessor directive #include <stdio.h>

#include <conio.h>

int main()//fungsi utama bernama main bertipe int //deklarasi variabel integer dan karakter int umur; char nama[30]; //Menampilkan pesan menggunakan fungsi printf printf ("Selamat menggunakan bahasa C untuk Interfacing Komputer\n"); printf ("Masukkan nama Anda n"): //menerima data menggunakan fungsi scanf, %s untuk string, %c hanya untuk 1 karakter scanf ("%s",&nama); printf ("Masukkan umur Anda n"); //menerima data integer menggunakan %d scanf ("%d", &umur); printf ("Dear %s, umur anda %d \n",nama,umur); printf ("Tekan sembarang tombol untuk keluar !"); //menunggu aksi penekanan sembarang tombol untuk keluar //fungsi getch() ini menggunakan library conio.h getch(): //mengembalikan nilai integer karena fungsi main bertipe integer return 0; }

Pada bahasa C, fungsi scanf() digunakan untuk menerima input, printf() digunakan untuk menampilkan string atau pesan, dan menerima sembarang input dari user menggunakan getch() seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Hasil dari Program C

Jika Anda membuatnya melalui editor di linux, maka untuk kompilasi dapat dilakukan melalui terminal menggunakan GCC sebagai berikut:

#### gcc -o Input InputUser.c

Kode di atas akan menghasilkan output Input dari file sumber bernama InputUser.c. Anda cukup mengetikkan ./Input saja, maka program akan tampil.

# 3.4 Pengulangan (Looping)

Untuk melakukan pengulangan ekseksui kode pada program dapat digunakan fungsi for dengan parameter nilai awal, nilai pengujian dan model increment/decrement sebagai berikut :

```
for (int a=0;a<10;a++)
{
printf ("Ini pengulangan ke: %d", a);
}</pre>
```

Kode diatas akan menampilkan pesan sebanyak sepuluh kali. Selain menggunakan **for**, dapat digunakan juga fungsi **while**. Program akan mendeteksi apakah kondisi memenuhi /true, jika true maka kode di dalam blok eksekusi akan dijalankan.

Contoh:

```
char answer='y'
while (answer='y')
{
...
printf ("Ingin melanjutkan (y/n) ?");
scanf ("%d", &answer);
}
```

## 3.5 Visual C++ 2012 Express Edition

Bahasa C dibuat oleh Dennis Ritchie pada 1969 di Labs AT &T Bell. Bahasa C++ dibuat oleh Bjarne Stroustroup yang memiliki fitur lebih lengkap dan mendukung pemrograman berorientasi obyek. Untuk mempelajari bahasa C++ menggunakan Microsoft Visual Studio 2012, Langkahnya:

1. Unduh dan installah Visual Studio 2012 Express Edition

2. Buka program yang sudah diinstall, lalu buat proyek baru dengan memilih Win32 Console Application, lalu beri nama proyek yang Anda inginkan.

New Project				? 💌	
Recent	So	ort by: Default -	: 🗉	Search Installed Templates (Ctrl+E)	
✓ Installed		Win32 Console Application	Visual C++	Type: Visual C++	
▲ Templates ▷ Visual Basic ▷ Visual C#	[	Win32 Project	Visual C++	A project for creating a Win32 console application	
✓ Visual C++ CLR		Empty Project	Visual C++		
General Test	ć	Makefile Project Visual C++			
Win32 Visual Studio S Samples ⊅ Online	olutions				
<u>N</u> ame:	BelajarC				
Location:	F:\APR_Gender\		Browse		
Solution:	Create new solution	1	Create directory for solution Add to source control		
Solution name:	BelajarC				
				OK Cancel	

Gambar 3.2 Membuat proyek konsol baru Win32 Console Application

3. Masukkan program sebagai berikut:

#### BelajarC.cpp:

return 0; //exit normal program

}

#### Penjelasan program:
Program C memiliki ekstension .c, sedangkan C++ memiliki ekstension .cpp. Pada program di atas, diberikan komentar agar pembaca memahami fungsi program tersebut. Membuat komentar yang lebih dari 1 baris dapat menggunakan symbol /\* ... \*/, sedangkan untuk per baris menggunakan simbol //.

Setiap program memiliki fungsi utama bernama \_tmain yang akan dipanggil pertama kali program dijalankan. Fungsi \_tmain memiliki parameter argc yang bertipe data intenger, dan argv berupa array karakter untuk menerima input ketika program dijalankan. Fungsi bertipe integer artinya setelah fungsi tersebut dieksekusi harus mengembalikan nilai bertipe integer (bilangan bulat) dengan menggunakan fungsi return. Fungsi yang tidak mengembalikan harga menggunakan tipe data void. Fungsi cout() untuk menampilkan string, dengan fungsi endl untuk menandakan akhir dari teks dan ganti baris baru. Program akan terus menampilkan pesan hingga fungsi \_getch() menerima sembarang tombol yang ditekan oleh user untuk exit dari program.

4. Jalankan program dengan mengklik button Run (berbentuk segitiga warna hijau)



Gambar 3.3 Program yang berhasil dijalankan

### 3.7 Variabel dan Tipe Data

Variabel merupakan bagian yang paling penting pada program, karena berfungsi untuk menyimpan nilai, dapat berupa bilangan bulat (integer), karakter, string, pecahan, Boolean dan lainnya. Variabel tersebut harus memiliki tipe data yang sesuai. Berikut contohnya:

int nilai; mendeklarasikan variabel bertipe data integer double area; //mendeklarasikan variable bertipe data pecahan

Variabel dapat diberikan nilai dengan cara menginisialisasi variable tersebut, berikut contohnya:

nilai=5; menginisialisasi variable nilai bernilai 5 area=20.58 ;// menginisialisasi variable area bernilai 20.58 Berikut ini contoh penerapan deklarasi dan operasi pada variabel untuk menghitung luas lingkaran:

#### HitungArea.cpp:

radius = 20;

int \_tmain(int argc, \_TCHAR\* argv[]) //fungsi utama
{
 double radius;
 double area;
 // Step 1: Read in radius

// Step 2: Compute area
area = radius \* radius \* 3.14159;

```
// Step 3: Display the area
std::cout << "The area is ";
std::cout << area << std::endl;</pre>
```

return 0;

#### **Penjelasan Program**

Pada program di atas, kita mendeklarasikan 2 buah variabel radius dan area dengan tipe data double. Tipe data double berarti variabel tersebut dapat menyimpan nilai pecahan. Operasi penghitungan area dilakukan dengan assignment atau penugasan menggunakan symbol =. Pada program di atas fungsi **cout** dapat dipanggil langsung dengan menuliskan std::, jika std tidak didefinisikan di awal program. Hasil dari program di atas sebagai berikut:



Gambar 3.4 Hasil program perhitungan luas.

Saat ini pemrograman Beriorientasi Object (*Object Oriented Programming*) atau dikenal sebagai pemrograman OOP menjadi standar di dalam pengembangan peranti lunak. Pada model ini, obyek dibuat

dari suatu kelas yang berisi variabel dan method. Berikut contoh program OOP dari kelas CRectangle dan membuat obyek serta memanggil methodnya, lalu menampilkan hasil berupa luas area:

```
DemoOOP.cpp:
/* Contoh kelas untuk OOP
Dibuat oleh Mr. Widodo 2020
*/
#include <iostream.h>
                                //kelas bernama CRectangl
class CRectangle {
                                //variabel yang dimiliki kelas
int x,y;
public:
void set values(int, int);
                                //deklarasi fungsi bertipe void
int area(void) {
return (x*y);
}
//Definisi fungsi
void CRectangle::set_values(int a, int b) {
x=a;
y=b;
}
int main() {
CRectangle rect;
                                                 //membuat obyek bernama rect
rect.set_values(3,4);
cout<<"Luas area:"<< rect.area()<<endl;</pre>
                                                         //tampilkan nilai luas
}
```

Jalankan program tersebut, maka program akan membuat obyek, dimana obyek dapat diset variabel-variabel yang ada, serta memanggil methodnya sehingga dapat menampilkan luas area tersebut.

#### 3.8 Akses port USB Pada Sistem Embedded

Akses port USB saat ini merupakan standar pada sistem Mikrokontroler/ embeeded. Pada Sistem Mikrokontroler yang menggunakan Arduino, kode utama untuk kirim terima data serial adalah:

```
int voltage=0;
unisigned char data;
unsigned char incomingByte=0;
void setup() {
Serial.begin(9600);
}
if(Serial.available()>)
{
incomingByte=Serial.read(); //baca data
```

```
Serial.print(voltage%256,BYTE);
delay(50);
}
```

Pada kode di atas, digunakan fungsi Serial.begin(9600) untuk membuka koneksi dengan kecepatan 9600bps. Berikut contoh lainnya akses baca data digital dengan port USB pada Arduino:

#### DigitalReadSerial.ino:

```
// digital pin 2 has a pushbutton attached to it. Give it a name:
int pushButton = 2;
```

```
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
    // initialize serial communication at 9600 bits per second:
    Serial.begin(9600);
    // make the pushbutton's pin an input:
    pinMode(pushButton, INPUT);
  }
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
    // read the input pin:
    int buttonState = digitalRead(pushButton);
    // print out the state of the button:
    Serial.println(buttonState);
    delay(1); // delay
```

```
}
```

Program utama pada Visual C++ untuk mengakses port serial/USB, dengan combobox bernama cbPorts serta beberapa label dan meletakkan 1 buah kontrol serialPort1 di form:

```
Array<String >serialPorts=nullptr;
serialPorts=serialPort1->GetPortNames();
this->cbPorts->Items->AddRange(serialPorts);
this->cbPorts->Items->SelectedIndex=0;
SeriralPort1->Open();
serialPort1->Close();
data=serialPort1->ReadByte();
```

Pada program di atas, program akan mencari dafatar port USB yang tersedia menggunakan GetPortNames() dan menambahkan data tersebut ke combobox untuk ditampilkan

#### 3.9 Penerapan Interfacing pada Face Recognition System

Computer Vision merupakan bidang di dalam kecerdasan buatan yang sangat berguna di masa kini dan masa akan datang karena digunakan pada sistem robot. Raspberry Pi merupakan salah satu board ekonomis dan mampu digunakan untuk image processing pada berbagai aplikasi embedded. Sebagai contoh tingkat lanjut lainnya, yaitu sistem pengenalan wajah dan informasi gender pada OpenCV dimana sudah tedapat kelas FaceRecognizer untuk pengenalan wajah yang dapat digunakan di sistem embedded, dimana wajah yang dikenal akan mengaktifkan relay. Metode pengenalan wajah yang digunakan dapat menggunaka PCA, LDA atau Local Binary Patterns (LBP).



Gambar 3.5 Pengenalan wajah dan informasi gender pada OpenCV dan Python di sistem embedded, dimana wajah yang dikenal akan mengaktifkan relay.

Jika wajah terdeteksi, program akan menuliskan data teks seperti contoh berikut:

ofstream myfile; cvPutText(shownImg, "RELAY ON", cvPoint(200,200), &font, textColor); myfile.open ("f:/data.txt"); myfile <<"1"; //tulis data ke file myfile.close();

Berikut ini kode untuk mengendalikan relay melalui Arduino:

#### **RelayArduino.ino:**

```
/*Program Kendali relay untuk Face Recognition System 2020*/
int led0 = 8; //port I/O Arduino
int led1 = 12;
int led2 = 13;
void setup() {
// initialize serial:
 Serial.begin(9600);
 // initialize the digital pin as an output.
 pinMode(led0, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
   digitalWrite(led0, HIGH);
  digitalWrite(led1, HIGH);
digitalWrite(led2, HIGH);
}
void loop() {
if (Serial.available()) {
  char ser = Serial.read();//terima input
 if(ser == 'a')
  digitalWrite(led0, LOW); // turn the LED off
  digitalWrite(led1, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 digitalWrite(led2, LOW); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 delay(50);
  }
 if(ser == b')
 digitalWrite(led0, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 digitalWrite(led1, LOW); // turn the LED off
 digitalWrite(led2, HIGH);// turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 delay(50);
 }
 }
}
```

Demikianlah contoh peneranan komunikasi serial dan Face Recognition System, semoga Anda dapat mengembangkan aplikasi canggih berbasis sistem embedded yang berpotensi untuk komersialisasi dan kemandirian bangsa.

#### Latihan:

1. Buatlah program untuk menghitung luas lingkaran dengan input radius dari user menggunakan fungsi cin sebagai berikut:

std::cout<<"Masukkan nilai radius: "<< std::endl; std::cin>>radius;



Gambar 3.6 Program terima input menggunakan fungsi cin

- 2. Pelajari mengenai fungsi, pointer, template dan pemrograman OOP (Object Oriented Programming). Anda dapat melihat materi pemrograman OOP dengan C++ di www.widodo.com.
- 3. Gunakan library **Mr\_Widodo\_Serial.dll** untuk membuat program akses port serial di PC serta untuk menggerakkan motor servo dan motor stepper. Contoh Penggunaan pada C#:

```
4.
```

```
//Buat objek
```

MR\_Widodo\_Serial.KomunikasiSerial s= new MR\_Widodo\_Serial.KomunikasiSerial();

```
private void btnKiri_Click(object sender, EventArgs e)
{
    s.KirimDataSerial("b", cbPort.Text); //Kirim karakter b
}
```

private void btnKanan\_Click(object sender, EventArgs e)

```
s.KirimDataSerial("a", cbPort.Text); //Kirim karakter a
```

```
}
```

{

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
foreach (string s in SerialPort.GetPortNames())
```

```
{
    cbPort.Items.Add(s);
```

```
cbPort.SelectedIndex = 0; //Tampilkan COM yang pertama
```

}

}

5. Buatlah program antarmuka komunikasi USB untuk menerima data dan mengaktif/nonaktifkan relay terkoneksi ke mikrokontroler Arduino menggunakan Visual C++ dan form seperti contoh berikut:

🖳 Interfacing de	engan C++		
Port:	•	Connect	Disconnect
Data:		status	RELAY
blEn	rorMessage		

Gambar 3.7 Form interfacing port USB dengan C++.

## Bab 4. Robot Tempur dikendalikan HP

**Tujuan Instruksional Umum:** Setelah mempelajari bab ini, pembaca mampu mengembangkan desain robot tank berbasiskan kendali Bluetooth dan App Inventor

#### **Tujuan instruksional Khusus:**

- Pembaca mengenal teknologi Bluetooth dan App Inventor
- Pembaca dapat menjelaskan konsep komunikasi serial pada Bluetooth
- Pembaca dapat mengembangan arsitektur dan desain robot tank serta memrogram agar dapat bergerak sesuai keinginan.

## 4.1 Pendahuluan

Mikrokontroler AVR merupakan pengontrol utama standar industri dan riset saat ini Hal ini dikarenakan berbagai kelebihan yang dimilikinya dibandingkan mikroprosesor, antara lain murah, dukungan software dan dokumentasi yang memadai, dan memerlukan komponen pendukung yang sangat sedikit. Karena keuntungan tersebutlah maka mikrokontroler tersebut digunakan pada Arduino dan sistem robot.

Robot tank merupakan robot masa depan yang banyak digunakan, karena bentuk roda tank kuat untuk mengarungi berbagai medan dibandingkan roda biasa. Untuk mengendalikan robot ini kita kembangkan aplikasi berbasis App Inventor yang terkoneksi ke modul Bluetooth HC-05 pada Arduino. Komponen robot tank yang dibutuhkan adalah:

- 1. Paket robot trainer tank Ver 2.0 yang sudah ada kit penembak turret seperti gambar 4.1
- 2. Arduino UNO
- 3. Kit EMS relay shield
- 4. Bluetooth HC-05
- 5. Kit penembak gun/turret
- 6. Powerbank atau baterai



Gambar 4.1 Prototipe robot trainer tank ver 2.0 berbasis Arduino buatan penulis yang dipasangi penembak gun/turret yang dapat melontarkan peluru bulat.

Adapun arsitektur dari robot ini ditunjukkan pada gambar 4.2:



Gambar 4.2 arsitektur robot tank dikendalikan HP

Untuk kendali secara jarak jauh, modul Bluetooth HC-05 sudah memadai untuk kita melakukan eksperimen. Berikut gambar 4.3 susuan kaki modul blutooth dengan Slave default Baud rate: 9600, Data bits:8, Stop bit:1, Parity: No parity.



Gambar 4.3 Modul Bluetooth HC-05

# 4.2 Pemrograman Robot

Inti robot ini adalah DT Robot Tank Shield dimana untuk pengendalian gerak motor dapat menggunakan table 4.1 dan table 4.2

Pin	Name	Function		
2	BIN2	Input	Right motor direction controller (see truth table)	
3	BIN1	Input		
7	AIN1	Input	Left motor direction controller	
8	AIN2	Input	(see truth table)	
10	PWMB	Input	Right motor PWM (see truth table)	
11	PWMA	Input	Left motor PWM (see truth table)	
12	STBY	Input	Driver activation (see truth table)	

Tabel 4.1 Tabel pegendalian gerak motor DC dengan PWM pada tank

Tabel 4.2 Tabel pemberian logika pada board robot tank

AIN1	AIN2	PWMA	STBY	Mode
н	н	H/L	н	Short brake
H/L	H/L	L	н	Short brake
н	L	Н	н	Forward
L	н	Н	н	Reverse
L	L	Н	н	Stop (high impedance)
H/L	H/L	H/L	L	Standby (high impedance)
BIN1	BIN2	PWMB	STBY	Mode
BIN1 H	BIN2 H	PWMB H/L	STBY H	Mode Short brake
BIN1 H H/L	BIN2 H H/L	PWMB H/L L	STBY H H	Mode Short brake Short brake
BIN1 H H/L H	BIN2 H H/L L	PWMB H/L L H	STBY H H	Mode Short brake Short brake Reverse
BIN1 H H/L H	BIN2 H H/L L H	PWMB H/L L H H	STBY H H H H	Mode Short brake Short brake Reverse Forward
BIN1 H H/L H L L	BIN2 H H/L L H	<b>PWMB</b> H/L L H H	STBY H H H H	Mode Short brake Short brake Reverse Forward Stop (high impedance)

Untuk membuat aplikasi Android, Anda harus mendaftar di MIT App Inventor pada link **http://appinventor.mit.edu/** dan memelajari pemrograman Bluetooth dan kendali input output dan mendesain layout seperti gambar berikut:



Gambar 4.3 Contoh memprogram di Apps Inventor.



Gambar 4.4 Aplikasi Android yang telah didesain dan diprogram menggunakan App Inventor.

Algoritme yang kita buat sebagai berikut:

Algoritme 4.1. Mengendalikan robot tank tempur menggunakan Android dan Bluetooth **Declare variables** Begin If Bluetooth connected, then Open connection find a target (using object detection) If not found, then Move robot forward else move forward to target Robot stop and shoot the target If the target still found, then Shoot target again end if else Stop shoot Move backward end if end if if Bluetooth disconnected, then close connection end if end

Berikut kode demo kendali tank tempur yang dapat digunakan:

#### Tank.ino:

```
//Demo Robot Tank tempur dikendalikan HP
// Hak Cipta Prof. Widodo Budiharto 2020
// WA 08569887384
#define STBY 12
#define PWMA 11 //left
#define PWMB 10 //right
#define AIN2 8
#define AIN1 7
#define BIN1 3
#define BIN2 2
//BIN1 BIN2 PWMB STBY
// H L H H //mundur
//L H H H//maju
//LLHH//stop
//motor kiri
//AIN1 AIN2 PWMA STBY
//HLHH //maju
//LHHH //mundur
// L L H H //stop
void setup() {
// initialize digital pin 4 as an output.
 pinMode(4, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
while (Serial.available() < 1) \{\} // Tunggu perintah dari Android
 char val = Serial.read();
 int leftspeed = 120; //speed maks 255
 int rightspeed = 120;
 switch(val)
 {
  case 'f'://Tembak
  case 'F':
digitalWrite(4, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 delay(500);
 digitalWrite(4, LOW);
 delay(5);
 break;
  case 'w'://Maju
  case 'W':
 //Maiu
 digitalWrite(BIN1, LOW); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 digitalWrite(BIN2, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 digitalWrite(PWMB, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 digitalWrite(STBY, HIGH); // standby
```

digitalWrite(AIN1, LOW); digitalWrite(AIN2, HIGH); digitalWrite(PWMA, HIGH); digitalWrite(STBY, HIGH); delay (500); break; case 's'://mundur case 'S': //Mundur digitalWrite(BIN1, HIGH); digitalWrite(BIN2, LOW); digitalWrite(PWMB, HIGH); digitalWrite(STBY, HIGH);

digitalWrite(AIN1, HIGH); digitalWrite(AIN2, LOW); digitalWrite(PWMA, HIGH); digitalWrite(STBY, HIGH);

break; case 'a'://belok kiri case 'A': //belok kiri

digitalWrite(BIN1, LOW); digitalWrite(BIN2, HIGH); digitalWrite(PWMB, HIGH); digitalWrite(STBY, HIGH);

digitalWrite(AIN1, HIGH); digitalWrite(AIN2, LOW); digitalWrite(PWMA, HIGH); digitalWrite(STBY, HIGH);

delay(500); // tunggu break; case 'd'://belok kanan case 'D': //Belok kanan digitalWrite(BIN1, HIGH); digitalWrite(BIN2, LOW); digitalWrite(PWMB, HIGH); digitalWrite(STBY, HIGH);

digitalWrite(AIN1, LOW); digitalWrite(AIN2, HIGH); digitalWrite(PWMA, HIGH); digitalWrite(STBY, HIGH); delay(500); // delay break; case 'x'://stop case 'X': //Stop digitalWrite(BIN1, LOW); digitalWrite(BIN2, LOW); digitalWrite(PWMB, HIGH); digitalWrite(STBY, HIGH); // standby digitalWrite(AIN1, LOW); digitalWrite(AIN2, LOW); digitalWrite(AIN2, LOW); digitalWrite(PWMA, HIGH); digitalWrite(STBY, HIGH); break;

```
default:
break;
}
```

}

Silahkan dicoba robot tersebut hingga berjalan dengan baik.

## Latihan:

- Buat program kendali motor dan servo menggunakan Arduino Nano, modul Bluetooth HC-05 dan HC-06 serta aplikasi yang dibangun menggunakan App Inventor.
- Rakitlah dan jalankan program demo robot line follower dan robot penghindar halangan (*obstacle avoidance*) pada robot edukasi Smartbot V1



Gambar 4.5 Robot edukasi **SmartBot V1** yang dapat mengikuti jalur, penghindar halangan dan dapat dikendalikan menggunakan remote dan HP jika ditambahkan bluetooth.

 Pelajari mengenai program computer vision untuk deteksi obyek menggunakan kamera berbasis OpenCV dan Bahasa pemrograman Python. Setelah itu, kembangkan sistem robot tempur dengan computer vision dan kontroler PID sebagai berikut:



Gambar 4.6 Robot tank tempur berbasis computer vision yang dikembangkan oleh penulis menggunakan OpenCV.

Berikut program OpenCV yang dapat digunakan;

#### **TempurComputerVision.py:**

//Demo Program Computer Vision dengan Python dan OpenCV 2020

import numpy as np import cv2 import sys import matplotlib.pyplot as plt #faceCascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade\_frontalface\_default.xml') faceCascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade\_upperbody.xml') eye\_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade\_eye.xml') font = cv2.FONT\_HERSHEY\_SIMPLEX video\_capture = cv2.VideoCapture(0) //pasang webcam

while True: # Capture frame-by-frame ret, frame = video\_capture.read() lineThickness = 2 cv2.line(frame, (0,240), (640, 240), (0,255,0), lineThickness) cv2.line(frame, (320,0), (320, 480), (255,0,0), lineThickness) cv2.putText(frame, "Military Robot v1", (20,30), font, 1, (255,0, 0), 1, cv2.LINE\_AA)

gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR\_BGR2GRAY)

```
faces = faceCascade.detectMultiScale(
  gray,
  scaleFactor=1.1,
  minNeighbors=5,
  minSize=(30, 30),
  flags=cv2.CASCADE_SCALE_IMAGE
)
# gambar kotak di wajah
for (x, y, w, h) in faces:
  cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (0, 255, 0), 2)
  cv2.circle(frame,(x+int(w*0.5),y+int(h*0.5)), 3, (0,0,255), -1)
  cv2.putText(frame, "TARGET LOCKED", (320,30), font, 1, (0, 0, 255), 1, cv2.LINE_AA)
# Tampilkan
cv2.imshow('Video', frame)
if cv2.waitKey(1) \& 0xFF == ord('q'):
  break
```

# Release the capture
video\_capture.release()
cv2.destroyAllWindows()

## Bab 5. Kursi Roda Listrik dengan Joystick

**Tujuan Instruksional Umum:** Setelah mempelajari bab ini, pembaca mampu mengembangkan desain kursi roda listrik yang dikendalikan dengan joystick handal.

#### **Tujuan instruksional Khusus:**

- Pembaca mengenal teknologi joystick pada kursi roda
- Pembaca dapat menjelaskan konsep pemrograman joystick pada kursi roda
- Pembaca dapat mengembangan arsitektur dan memrogram kursi roda listrik

#### 5.1 Pendahuluan

Kebutuhan akan kursi roda di Indonesia sangat besar dan selalu meingkat, hal ini seiring dengan semakin banyaknya kejadian kecelakaan dan penanganan pasien di rumah sakit dan rumah yang membutuhkan kursi roda. Kursi roda manual adalah kursi roda yang digerakkan dengan cara didorong atau menggunakan tangan. Jika pengguna kursi roda sudah Lelah atau tidak mampu dalam menggerakan kursi roda atau butuh privacy, tentu kursi roda manual ini tidak sesuai digunakan. Selain itu, penderita **Paraplegia** atau kelumpuhan tubuh bagian bawah juga tidak dapat menggerakkan tangan dan kakinya sehingga butuh kursi roda khusus. Perlu ditekankan bahwa penderita paraplegia benar-benar tidak bisa menggerakkan lengan dan kedua kakinya karena adanya kerusakan di tulang belakang maupun sistem saraf. Kursi roda listrik menjadi solusi karena kuat dan tidak melelahkan serta memberikan privacy pada pengguna.

#### 5.2 Kursi Roda Listrik

Kursi roda listrik membutuhkan sumber daya dan motor penggerak serta unit pengendali berupa joystick atau EEG untuk menggerakkannya. Pada proyek eksperimen di bab ini kita mengembangkan kursi roda listrik menggunakan joystick yang handal, kuat, driver motor 10A, aki kering 12V dan motor DC dengan gearbox yang kuat yang ditempelkan pada roda kursi roda manual. Sensor jarak ultrasonik PING digunakan untuk pengaman agar tidak menabrak penghalang di depan kursi roda. Arsitektur kursi roda listrik ditampilkan pada gambar 5.1:



Gambar 5.1 Arsitektur kursi roda listrik ekonomis Ratanggalih V8

Gambar 5.2 menampilkan kursi roda listrik bernama Ratanggalih V8 yang sudah jadi.



Gambar 5.2 Kursi roda listrik buatan penulis bernama Ratanggalih V8 menggunakan joystick yang mudah di dalam pengunaan dan mampu menanjak.

Video: https://www.youtube.com/watch?v=rzvZxBy2r5Q

## 5.3 Pemrograman Kursi Roda

Anda perlu memelajari datasheet dari joystick ini, dimana telah kita sediakan modul utama controller terdiri dari:

- Arduino UNO
- Joystick.
- Saklar on off
- Driver motor DC 10A (dapat disesuaikan kebutuhan)
- Motor DC Gearbox dan roda.

Paket demo controller kursi roda ini (di luar motor dc gearbox dan roda) disediakan oleh penulis bernama Joystick Controller for Electric Wheelchair. Gambar 5.3 menampilkan bentuk controller tersebut:



Gambar 5.3 Bentuk kotak joystick dan controller pada kursi roda, terlibat button untuk power.

Jika controller sudah jalan, pasangkan motor dan roda motor tersebut menempel dengan kuat pada kursi roda, dibutuhkan las logam agar dapat diatur tingkat penekanannya seperti ditunjukkan pada gambar 5.4



Gambar 5.4 Penempelan roda pada kursi roda

Berikut kode demo yang dapat digunakan:

#### **Ratanggalih.ino:**

//Program Kursi Roda dengan Joystick handal Ratanggalih V8 2020.

// By Prof. Widodo Budiharto. Asisten: Heri Ngarianto 2020

// Dapat ditambahkan kode penghindar halangan menggunakan sensor Jarak PING

int xPin = A2;//konfigurasi joystick

int yPin = A3;

int buttonPin = 2;

int xPosition = 0;

int yPosition = 0;

int buttonState = 0;

int inA[2]={7, 8};//konfigurasi driver motor 10A

int inB[2]={6, 9};

int pwm[2]={5, 10};

int btn = 3;//reset button untuk tambahan.

```
void setup() {
 Serial.begin(9600);
 pinMode(xPin, INPUT);
 pinMode(yPin, INPUT);
 pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP); //stop kursi roda
 pinMode(btn, INPUT_PULLUP);//reset Kursi roda
 for(int i=0; i<2; i++){
  pinMode(inA[i], OUTPUT);
  pinMode(inB[i], OUTPUT);
  pinMode(pwm[i], OUTPUT);
 }
}
void motorStop(){
for(int i=0; i<2; i++){
  digitalWrite(inA[i], LOW);
  digitalWrite(inB[i], LOW);
 }
}
void stopL(){
 digitalWrite(inA[0], LOW);
 digitalWrite(inB[0], LOW);
}
void stopR(){
 digitalWrite(inA[1], LOW);
 digitalWrite(inB[1], LOW);
}
void goL(int pwmVal){
 digitalWrite(inA[0], HIGH);
 digitalWrite(inB[0], LOW);
```

```
analogWrite(pwm[0], pwmVal);
```

```
}
```

```
void goR(int pwmVal){
```

digitalWrite(inA[1], HIGH);

```
digitalWrite(inB[1], LOW);
```

```
analogWrite(pwm[1], pwmVal);
```

```
}
```

```
void backL(int pwmVal){
  digitalWrite(inA[0], LOW);
  digitalWrite(inB[0], HIGH);
  analogWrite(pwm[0], pwmVal);
```

```
}
```

```
void backR(int pwmVal){
  digitalWrite(inA[1], LOW);
  digitalWrite(inB[1], HIGH);
  analogWrite(pwm[1], pwmVal);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
//baca joystick
xPosition = analogRead(xPin);
yPosition = analogRead(yPin);
buttonState = digitalRead(buttonPin);
Serial.print("X: ");
Serial.print(xPosition);
Serial.print((" | Y: ");
Serial.print(yPosition);
Serial.print(" | Button: ");
Serial.println(buttonState);
```

if(xPosition>400 && yPosition>400){//standby

{

}

```
motorStop();
 }
 if(xPosition>800 && yPosition>300){//maju
   goL(245);
   goR(254);
 }
  if(xPosition>300 && yPosition==0){//belok kanan cepat
   goL(250);
   backR(250);
 }
  if(yPosition>800 && xPosition>300){//belok kiri cepat
    goR(250);
   backL(250);
 }
   if(xPosition==0 && yPosition>300){//mundur
   backR(250);
   backL(250);
 }
 if(buttonState==0){//stop
      motorStop();
 }
if(!digitalRead(btn))//reset
 motorStop();
if(Serial.available()>0){
 char command = Serial.read();
 switch(command){
  case 'w'://maju
   //motorStop();
```

goL(254);

goR(254);

break;

case 's'://stop

motorStop();

break;

case 'd'://belok kanan cepat

goL(238);

backR(238);

break;

case 'a'://belok kiri cepat

//motorStop();

goR(238);

backL(238);

break;

case 'e':

//motorStop();

stopL();

goR(228);

break;

case 'q':

//motorStop();

stopR();

goL(228);

break;

} }

}

## Latihan:

- 1. Jelaskan mengenai PWM (Pulse Width Modulation)
- 2. Buatlah sistem pengukur jarak menggunakan sensor jarak ultrasonik dan penampil LCD 4x20, seperti ditunjukkan pada gambar 5.5:



Gambar 5.5 Sensor jarak PING dan LCD serial 4x20

#### SensorJarakPing.ino:

```
// Demo pengukur jarak dengan Sensor PING 2020
```

const int pingPin = 7;

void setup() {

// Konfigurasi baud serial

Serial.begin(9600);

```
}
```

void loop() {

// establish variables for duration of the ping, and the distance result

// in inches and centimeters:

long duration, cm;

pinMode(pingPin, OUTPUT);

digitalWrite(pingPin, LOW);

delayMicroseconds(2);

digitalWrite(pingPin, HIGH);

delayMicroseconds(5);

digitalWrite(pingPin, LOW);

pinMode(pingPin, INPUT);

duration = pulseIn(pingPin, HIGH); // Mengubah waktu ke bentuk jarak cm = microsecondsToCentimeters(duration); Serial.print(cm); Serial.print("cm"); Serial.println(); delay(100); } long microsecondsToCentimeters(long microseconds) {

// The speed of sound is 340 m/s or 29 microseconds per centimeter.

// The ping travels out and back, so to find the distance of the object we

// take half of the distance travelled.

return microseconds / 29 / 2;

}

# Bab 6. Robot Berbicara

**Tujuan Instruksional Umum:** Setelah mempelajari bab ini, pembaca mampu mengembangkan dan mendesain robot yang mampu mengenal ucapan dan berbicara.

#### **Tujuan instruksional Khusus:**

- Pembaca mengenal teknologi speech recognition systems dan text to speech.
- Pembaca dapat menjelaskan konsep pengenalan ucapan pada robot
- Pembaca dapat mengembangan arsitektur dan memrogram robot yang mampu meresponse dan berbicara dalam Bahasa Indonesia.

### 6.1 Sistem Pengenalan ucapan

Agar robot dapat mendengarkan perintah dan ucapan kita, maka dibutuhkan sistem pengenalan suara (*Speech Recognition Systems*). Modul yang dapat dikembangkan dengan baik untuk dapat membangun robot cerdas dan robot humanoid yang mampu meresponse ucapan berbasis Arduino adalah **Modul Smart Speech Recognition** V2 dari Grove dengan 22 recognition entry dan 2Mbytes Flash, atay EasyVR 3 Plus yang lebih handal sebagai berikut:



Gambar 6.1 Modul Smart Speech Recognition V2 dari Grove.

Untuk dapat berbicara, maka robot membutuhkan modul bernama **Smart Talking V2** dimana terdiri dari modul Arduino dan kit EMIC 2 Text To Speech dari Parallax yang membutuhkan 2 data Serial Input dan Serial output seperti contoh gambar 6.2:



Gambar 6.2 Modul Smart Talking V2 berbasiskan EMIC 2 Text to Speech

Sebagai contoh, program Arduino berikut akan membuat robot humanoid dapat berbicara dan bernyanyi:

#### HumanoidTalk.ino:

// Demo Program Smart Humanoid Robot V2 menggunakan Smart Talking // Hak Cipta Dr. Widodo Budiharto 2020 //Robot Berbicara dan Bernyanyi dalam bahasa Inggris, menggunakan Text to Speech module #include <SoftwareSerial.h> #define rxPin 7 // Serial input (connects to Emic 2's SOUT pin) #define txPin 8 // Serial output (connects to Emic 2's SIN pin) #define ledPin 13 // Most Arduino boards have an on-board LED on this pin // set up a new serial port SoftwareSerial emicSerial = SoftwareSerial(rxPin, txPin); void setup() // Set up code called once on start-up { // define pin modes pinMode(ledPin, OUTPUT); pinMode(rxPin, INPUT); pinMode(txPin, OUTPUT); // set the data rate for the SoftwareSerial port emicSerial.begin(9600); digitalWrite(ledPin, LOW); // turn LED off // Send a CR in case the system is already up emicSerial.print('\n'); while (emicSerial.read() != ':'); // When the Emic 2 has initialized and is ready, it will send a single ':' character, so wait here until we receive it delay(10);// Short delay emicSerial.flush(); // Flush the receive buffer void loop() // Main code, to run repeatedly

#### {

```
// Berbicara
 emicSerial.print('S');
 emicSerial.print("Hello. My name is Bee Smart Robot from Professor Widodo");
 emicSerial.print('\n');
 digitalWrite(ledPin, HIGH);
                                  // Turn on LED while Emic is outputting audio
 while (emicSerial.read() != ':'); // Wait here until the Emic 2 responds with a ":" indicating it's ready to
accept the next command
 digitalWrite(ledPin, LOW);
 delay(500); // 1/2 second delay
 // Bernyanyi
 emicSerial.print("D1\n");
 digitalWrite(ledPin, HIGH);
                                  // Turn on LED while Emic is outputting audio
 while (emicSerial.read() != ':'); // Wait here until the Emic 2 responds with a ":" indicating it's ready to
accept the next command
 digitalWrite(ledPin, LOW);
             // Demonstration complete!
 while(1)
 {
  delay(500);
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
 }
}
```

Agar dapat memutarkan musik atau lagu, dapat diigunakan ic perekam suara 10 detik seperti modul ISD 1820 atau dapat menggunakan seri ISD1700 yang memiliki mikrofon perekam dan dapat menyimpan memori hingga 8 menit seperti gambar 6.3. Keluaran dari port Arduino digunakan untuk mengaktfikan saklar play pada modul perekam suara.



Gambar 6.3 Modul perekam suara 10 detik ISD 1820 yang sangat ekonomis dan ISD 1700 starter series

Penerapan dari robot berbicara yang penulis kembangkan adalah Robot Marketing untuk promosi Universitas. Berikut arsitektur dari robot tersebut:



Gambar 6.4 Arsitektur Robot Marketing

Berikut hasil robot marketing dimana body utama diambil dari robot mainan yang beredar luas di pasaran.



Gambar 6.5 Robot marketing yang penulis kembangkan untuk Promosi universitas

#### www.widodo.com

Pada tahap selanjutnya, dapat dikembangkan Humanoid robot dengan speech recognition dan filter ICA (Independent Component Analysis) berbasis Python. Konsep separasi pada audio merupakan topik riset yang penting pada pengembangan robot vision seperti ditunjukkan pada gambar 6.6:



Gambar 6.6 Model robot humanoid dengan fitur speech dan face recognition systems, bernama BI-MAX dari Lab Kecerdasan Buatan, BINUS University.

## Latihan:

 Pelajari sistem Speech Recognition Systems dan Text to speech berbasis Bahasa Python. Anda membutuhkan paket tambahan agar robot dapat mengenal ucapan dan berbicara dalam bahasa Indonesia yang baik, seperti menggunakan modul Speech\_Recognition, pyGame, gTTS dan pyttsx sebagai berikut:

#### SpeechRecog.py:

#Program robot berbahasa Indonesia
# by Prof. Widodo Budiharto 2020

import speech\_recognition as sr

# input dari microphone
r = sr.Recognizer()
with sr.Microphone() as source:
 print("Ucapkan sesuatu!")
 audio = r.listen(source)

```
# Pengenalan menggunakan Google Speech Recognition
try:
    print("Anda mengucapkan " + r.recognize_google(audio))
except sr.UnknownValueError:
    print("Google Speech Recognition could not understand audio")
except sr.RequestError as e:
```

print("Could not request results from Google; {0}".format(e))

#### TextToSpeechPyGame.py:

# Demo Berbicara bahasa Indonesia# Hak Cipta Widodo Budiharto 2020

import pygame
file = 'hello.mp3'
pygame.init()
pygame.mixer.init()
pygame.mixer.music.load(file)
pygame.mixer.music.play()

#### TextToSpeechPyttsx.py:

#demo program text to speech by Mr. Widodo 2020
import pyttsx
engine = pyttsx.init()
engine.setProperty('rate', 70)
voices = engine.getProperty('voices')
for voice in voices:
 print "Using voice:", repr(voice)
 engine.setProperty('voice', voice.id)
 engine.say("Hi there, how's you ?")
 engine.say("0 1 2 3 4 5 6 7 8 9")
 engine.say("Sunday Monday Tuesday Wednesday Thursday Friday Saturday")
engine.runAndWait()

# Bab 7. Robot Kamera Dikendalikan dengan Wi-Fi

**Tujuan Instruksional Umum:** Setelah mempelajari bab ini, pembaca mampu mengembangkan system robot yang menggunakan kamera dan dikendalikan jarak jauh menggunakan Wi-Fi.

#### **Tujuan instruksional Khusus:**

- Pembaca dapat menjelaskan teknologi Wi-Fi pada Robot.
- Pembaca dapat menjelaskan konsep akses kamera dan pemrograman dan kendali robot menggunakan Wi-Fi.
- Pembaca dapat mengembangan arsitektur dan memrogram robot cerdas dikendalikan Wi-Fi.

## 7.1 Pendahuluan

Robot saat ini banyak digunakan untuk inspeksi dan pengawasan. Misalnya robot untuk melihat bencana pada bangunan yang runtuh, tentu membutuhkan perangkat kamera dan Wi-Fi untuk mengirimkan data video tersebut secara real-time. Pada eksperimen kita di bab ini, akan kita kembangkan robot berbasis kamera yang dapat dikendalikan jarak jauh melalui server komputer menggunakan Wi-Fi. Robot yang digunakan adalah robot trainer **SmartBov V3 Wi-Fi** yang diproduksi oleh SunFounder seperti ditunjukkan pada gambar 7.1:



Gambar 7.1 Robot kamera SmartBot V3 Wi-Fi yang dikendalikan melalui Wi-Fi.

Susuan rangkaian pada robot ini yang memiliki kamera yang bergerak 2 sumbu menggunakan servo intinya sebagai berikut:



Gambar 7.2 Sususan rangkaian robot Wi-Fi dengan kamera dan servo

### 7.2 Mengenal Servo Motor

Servo motor banyak digunakan sebagai aktuator pada mobile robot atau lengan robot. Servo motor umunya terdiri dari servo continuous dan servo standar. Servo motor continuous dapat berputar sebesar 360 derajat.. Sedangkan servo motor tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat. Servo motor yang umum digunakan ialah TowerPro dan Continuous Parallax. Namun jika Anda ingin servo motor yang berkekuatan besar dan cepat, idealnya Anda milliki servo HS-311 (continuous) dan servo HS-322HD (standar). Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai delay yang kita berikan. Untuk
membuat servo pada posisi center, berikan pulsa 1.5ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa <=1.3ms, dan pulsa >=1.7ms untuk berputar ke kiri dengan delay 20ms, seperti ilustrasi berikut:



Gambar 7.3 Nilai pusal untuk menggerakkan motor servo

Spesifikasi dari servo continuous parallax ialah:

- Power 6V max
- Average Speed 60 rpm Note: with 5vdc and no torque
- Weight 45.0 grams/1.59oz
- Torque 3.40 kg-cm/47oz-in
- Size mm (L x W x H) 40.5x20.0x38.0
- Size in (L x W x H) 1.60x.79x1.50
- Manual adjustment port

Berikut contoh kode demo pengendalian motor servo:

#### DemoServo.ino:

#include <Servo.h>

Servo myservo; // Membuat obyek servo

int pos = 0; // variable untuk menyimpan posisi servo.

void setup() {

```
myservo.attach(9); /
}
void loop() {
 for (pos = 0; pos \leq 180; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
  // in steps of 1 degree
                                // tell servo to go to position in variable 'pos'
  myservo.write(pos);
  delay(15);
                           // waits 15ms for the servo to reach the position
 }
 for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
  myservo.write(pos);
                                // tell servo to go to position in variable 'pos'
  delay(15);
                           // waits 15ms for the servo to reach the position
 }
}
```

### 7.3 Pemrograman Robot dengan Raspberry Pi

Agar dapat menjalankan sistem Operasi Linux Raspbian dan OpenCV yang membutuhkan sumber daya hardware yang tinggi, maka digunakan kontroler Raspberry Pi, karena Arduino UNO kemampuannya terbatas. Berikut langkah langkah untuk menjalankan robot ini yang membutuhkan program Python 2.7 di sistem operasi Raspbian pada Raspberry Pi 3:

- 1. Persiapkan tool untuk image burning seperti Win32DiskImager.
- 2. Unduh image yang lengkap untuk Raspbian yang akan digunakan oleh Raspberry, setelah diunzip maka akan muncul file bernama **xxxx-xx-raspbian-stretch.img**.
- Jalankan Win32DiskImager dan masukkan SD card ke komputer dengan menggunakan card reader. Klik write untuk menuliskan sistem ke SD card hingga selesai lalu klik OK.
- 4. Buat konfigurasi Wifi pada file wpa\_supplicant.conf di bawah /boot sesuai yang Anda inginkan. Jalankan program NMAP dan koneksikan laptop/PC Anda ke HP Anda yang berlaku sebagai server, Scan IP Raspberry Anda dalam hal ini terdeteksi sebagai raspberrypi dengan IP 192.168.43.151.

👁 Zenmap – 🗆 🗙				
Sc <u>a</u> n <u>T</u> ools <u>P</u> rofile <u>H</u> elp				
Target:         192.168.43.0/24         Y         Profile:         Y         Scan         Cancel				
Command: nmap -sn 192.168.43.0/24				
Hosts Services Nmap Output Ports / Hosts Topology Host Details Scans				
OS 4 Host	nmap -sn 192.168.43.0/24 🗸 🖉 Details			
💷 🛛 raspberrypi (192	<pre>Starting Nmap 7.80 ( https://nmap.org ) at 2020-01-05 21:57 SE Asia Standard Time Nmap scan report for raspberrypi (192.168.43.142) Host is up (0.0060s latency). MAC Address: B8:27:EB:70:D3:7D (Raspberry Pi Foundation) Nmap scan report for raspberrypi (192.168.43.151) Host is up (0.043s latency). MAC Address: 00:0F:00:90:6E:E5 (Legra Systems) Nmap scan report for 192.168.43.243 Host is up (0.0880s latency). MAC Address: 18:02:AE:74:3E:A3 (Unknown) Nmap scan report for LAPTOP-6RVPJI97 (192.168.43.238) Host is up.</pre>			
💷 🛛 raspberrypi (192				
LAPTOP-6RVPJI				
192.168.43.243				
192.168.100.1				
192.168.100.4				
M 192.168.100.5				
₩ 192.168.100.6				
₩ 192.168.100.9	Nmap done: 256 IP addresses (4 hosts up) scanned in 4.87			
seconds				
Filter Hosts				

Gambar 7.4 Scanning IP Raspberry yang terdeteksi menggunakan NMAP

5. Unduh dan jalankan software PuTTY, serta set IP address misal 192.168.43.151.

🕵 PuTTY Configuration	? ×	
Category:		
Session Logging Terminal Keyboard Bell Features Window Appearance Behaviour Translation Selection Colours Connection Data Proxy Telnet Rlogin SSH Serial	Basic options for your PuTTY session         Specify the destination you want to connect to         Host Name (or IP address)       Port         192.168.43.151       22         Connection type:       SSH         Raw       I elnet         Ray       I elnet         Ray       I elnet         Basic options for your PuTTY session         Dada       Secial         Load, save or delete a stored session         Saved Sessions         Default Settings         Load         Save         Default Settings         Close window on exit         Always         Never         Only on clean exit	
<u>A</u> bout <u>H</u> elp	<u>O</u> pen <u>C</u> ancel	

Gambar 7.5 Menggunakan PuTTY untuk mengakses sistem operasi

6. Klik Open dan masukkan username Raspbian: pi dan password: raspberry.





7. Kopi kode demo dari web penulis. Untuk instalasi python dapat digunakan perintah berikut:

Sudo apt-get update

Sudo apt-get upgrade

Sudo apt-get install python-dev

#### Sudo apt-get install python -smbus

8. Untuk menjalankan aplikasi client agar bias menggerakan robot, maka berikan perintah berikut:

Pada bagian server jalankan perintah:

#### sudo python tcp\_server.py

Lalu jalankan aplikasi client dengan perintah:

#### sudo python cali\_client.py

🛞 🗢 💿 Raspberry Pi Smart Video Car Calibration						
	Motor	- K	1		Mount	
Left		Right	11	Pan:		
Reverse	Run	Reverse	Ш	<==	=== Fine ===	==>
			- 11	<==	== Coarse ==	==>
	Turning		11	Tilt:		
<==	=== Fine ===	==>	Ш	<==	=== Fine ===	==>
<==	== Coarse ==	==>	1	<==	== Coarse ==	==>
			-		Cancel	Confirm

Gambar 7.7 Aplikasi untuk kalibrasi menggunakan Python.

 Jalankan aplikasi video streaming, dan jika dikembangkan menggunakan program FLASK Python web framework serta menambahkan button untuk demo menembak (*fire*), maka tampilannya sebagai berikut (sesuaikan dengan IP server Anda):



Gambar 7.8 Kendali robot dengan kamera dan Wi-Fi berbasis Python

Berikut cuplikan program streaming web:

from flask import Response from flask import Flask from flask import render\_template from flask import request from socket import \* import cv2 app = Flask(\_\_\_name\_\_) ctrl\_cmd = ['forward', 'backward', 'left', 'right', 'stop', 'read cpu\_temp', 'home', 'distance', 'x+', 'x-', 'y+', 'y-', 'xy\_home'] HOST = '192.168.43.151' # Server(Raspberry Pi) IP address PORT = 21567 BUFSIZ = 1024 # buffer size ADDR = (HOST, PORT) tcpCliSock = socket(AF\_INET, SOCK\_STREAM) # Create a socket tcpCliSock.connect(ADDR) # Connect with the server

@app.route("/forward\_fun")
def forward\_fun():
 print ('forward')
 tcpCliSock.send('forward')
 return "nothing"

@app.route("/backward\_fun")
def backward\_fun():
 print ('backward')
 tcpCliSock.send('backward')
 return "nothing"

### Latihan:

- 1. Jelaskan konsep teknologi Wi-Fi pada robot dan perangkat Wi-Fi yang digunakan.
- 2. Pelajari dan buat program Wi-Fi di Arduino menggunakan modul Wi-Fi ESP 8266 seperti gambar berikut:



Gambar 7.9 Modul Serial Wi-FI Transceiver.

#### **ESPSerial.ino:**

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial ESPserial(2, 3); // RX | TX

void setup() {
 Serial.begin(9600);
 //while (!Serial) { ; }

```
// Memulai komunikasi ESP8266
ESPserial.begin(9600);
Serial.println("");
Serial.println("Remember to to set Both NL & CR in the serial monitor.");
Serial.println("Ready");
Serial.println("");
}
void loop() {
    // listen for communication from the ESP8266 and then write it to the serial monitor
    if ( ESPserial.available() ) { Serial.write( ESPserial.read() ); }
    // listen for user input and send it to the ESP8266
    if ( Serial.available() ) { ESPserial.write( Serial.read() ); }
}
```

# Bab 8. Pemrograman Drone

**Tujuan Instruksional Umum:** Setelah mempelajari bab ini, pembaca mampu mengembangkan dan mendesain drone yang bergerak secara autonomous menggunakan drone Merdeka.

#### **Tujuan instruksional Khusus:**

- Pembaca dapat menjelaskan fungsi dari drone Merdeka.
- Pembaca dapat menerbangkan drone Merdeka.
- Pembaca dapat menggunakan program Scratch.

#### 8.1 Mengenal Drone Merdeka

Pesawat Udara Tanpa Awak (PTA) atau istilah lainnya yaitu *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* adalah pesawat yang dapat terbang tanpa dikendalikan manusia. UAV sangat penting peranannya di bidang Pertahanan dan hiburan. Hal tersebut dikatakan penting karena banyak misi yang dapat dilakukan menggunakan UAV. Misi-misi tersebut antara lain membantu dalam melakukan serangan udara, menjaga perbatasan, melakukan pengintaian markas musuh, melakukan pengawalan, konservasi daerah hutan lindung, pengiriman obat-obatan atau mendeteksi sumber asap akibat kebakaran hutan. Pesawat UAV atau yang kemudian lebih dikenal sebagai drone juga ditujukan untuk misi perekaman foto dan video dari udara, pengawasan (surveilance). Drone juga memiliki kemampuan menjangkau area sempit/terbatas dimana pesawat lain tidak mampu menjangkaunya. Di masa depan, drone digunakan sebagai pengangkut penumpang dan pengirim barang pada bidang e-commerce.

Kelebihan drone:

- a. Tidak perlu tenaga ahli atau pilot untuk menerbangkannya.
- b. Harga lebih murah dibandingkan memakai pesawat umum berawak.
- c. Biaya perawatan lebih terjangkau.
- d. Bersifat portable sehingga bisa lebih mudah dibawa kemana saja.
- e. Sistem navigasi yang canggih.

f. kontrol jarak jauh terutama bila menggunakan teknologi GPS (Global Positioning System).

Drone Merdeka adalah drone cerdas edukasi yang dapat diprogram menggunakan Scratch berbasis drone Dji Tello. Kita dapat memrogram drone ini menggunakan Scratch dan Tello SDK (Software Development Kit). Drone terdiri dari propeller, motor, camera, baterai dan pelindung propeller seperti gambar 8.1



Gambar 8.1 Nama-nama bagian Drone Merdeka berbasis Dji Tello yang dapat diprogram

Spesifikasi:

- Ukuran: 3.86 x 3.64 x 1.61 inches (9.80 x 9.25 x 4.10 cm)
- Berat 80g termasuk baterai
- Fly time 13 menit
- Battery 3.8V 1100mAh
- Jarak menggunakan smartphone sekitar 100m
- Antennae Dual system for smart switching
- Camera 5MP

- Video 720p pada 30 fps dengan EIS
- FOV 82.6°

Meski imut-imut, drone ini sangat pintar. Intel membuatnya bisa terbang langsung dari telapak tangan. Jadi Anda cukup melemparnya dari tangan, dan seketika drone ini akan terbang. Drone ini sangat cocok untuk belajar di dalam kelas, atau diterbangkan di luar ruangan dengan kondisi terpaan angin yang tidak terlalu besar. Drone ini dapat melakukan atraksi menarik. Ada tombol untuk flip di interface controller. Ada beberapa mode terbang juga, termasuk merekam cepat video 360 derajat dan terbang naik ke atas dalam sekali jalan yang smooth.



Gambar 8.2 Menjalankan Aplikasi Drone Merdeka berbasis Dji Tello menggunakan smartphone

Untuk dapat mengontrol drone ini menggunakan smartphone, unduh program Tello di Google play.



Gambar 8.3 Nama Aplikasi Drone Merdeka berbasis Dji Tello di Google play

## 8.2 Persiapan instalasi

Untuk menggunakan Scratch, langkahnya adalah:

1. Download Software Scracth 2 Offline Editor, Adobe AIR, dan Node js, semua file ini juga sudah diberikan di dalam paket Drone Merdeka pada folder **Programs**.



Gambar 8.4. Software yang digunakan

 Jalankan aplikasi Adobe AIR di dalam folder Programs. Install aplikasi Scratch Ver 2 offline editor yang tersedia pada folder Programs dan install pada direktori yang Anda inginkan, misal d:\DroneMerdeka, lalu klik continue hingga selesai.

Application Ins	stall
	Scratch 2 Offline Editor Installation Preferences Install Adobe AIR 32.0 (required) Add shortcut icon to my desktop Start application after installation Installation Location:
	D:\DroneMerdeka
	Continue

Gambar 8.5. Instalasi Scratch 2 Offline Editor

3. Install dan Jalankan aplikasi NodeJS versi 32 bit atau 64 bit sesuai spesifikasi komputer Anda, tersedia pada folder **Programs**.



Gambar 8.6 Instalasi Node.js

# 8.3 Memrogram Drone

1. Jalankan File **Tello.js** yang ada di folder **Programs** melalui Command Prompt, lalu ketik node Tellos.js seperti berikut:



Gambar 8.7 Menjalankan file Tello.js

2. Nyalakan drone, kemudian koneksikan Wi-Fi drone ke komputer Anda. Setelah terkoneksi

Jalankan Aplikasi Scratch 2.



Gambar 8.8 Mengkoneksikan Wifi

3. Jalankan Scratch 2 Offline Editor. Pilih File sambil menekan tombol Shift keyboard, kemudian pilih **import experimental HTTP extension** seperti gambar di bawah:

巷 Scratch 2 Of	fline Editor		-		×
SCRATCH	⊕ File▼ Edit▼ Tips About	<b>⊥</b>			
	New 🍋	Scripts Costumes Sounds			
v461	Open	Motion Events		MA.	0
	Save	Looks Control		1 Alexandre	
	Save as	Sound Sensing		X: 0	
	Record Project Video	Data More Blocks		y, U .	
	Share to website				
	Check for updates	move to sreps			
	Quit	turn ( L9 degrees			
	Force help file update	turn 🖹 (15) degrees			
	Show version details	point in direction 90			
	Import experimental HTTP extension	point towards mouse-nointer x			
		point towards mouse pointe			
		go to x: O y: O			
		go to mouse-pointer -			
	X: -171 Y: 180	glide 1 secs to x: 0 y: 0			
	Sprites New sprite: 🔶 🖊 📫 🖬				
f	200 - C	change x by 10			
	×	set x to 0			
Stage 1 backdrop	Sprite1	change y by 10			
New backdrop:		set y to O			
₩ / <b>☆</b> @			9	( = Q	

Gambar 8.9 Memunculkan pilihan import experimental HTTP extension (Tahan Shift)

4. Setelah itu pilih File **Tello.s2e** pada folder **Programs** kemudian Open.



Gambar 8.10 Open File Tello.s2e

5. Pada bagian Scripts>>More Blocks>> Tello Control, letakkan beberapa alur blok yang Anda inginkan dengan cara click and drag ke sebelah kanan.



Gambar 8.11 Contoh blok di sebelah kiri yang dipindahkan ke kanan

6. Misal dimulai dengan take off, wait, fly up, fly down, rotate, land dan sebagainya. Untuk mengatur delay digunakan perintah wait yang berada di bagian script control dengan parameter detik yang Anda inginkan. Setelah itu Drone dapat Anda terbangkan/kontrol sesuai dengan keinginan Anda dengan menekan tombol enter di keyboard.



Gambar 8.12 Contoh blok untuk menerbangkan drone ke atas, memutar dan turun.



Gambar 8.13 Contoh hasil Pergerakan Drone

Anda dapat juga mengendalikannya menggunakan keyboard, seperti di program contoh **Tello\_Keyboard.sb2** dengan blok sebagai berikut:



Gambar 8.14 Contoh blok kendali dengan keyboard

### Latihan:

1. Buatlah program yang menerbangkan drone ke kanan ke kiri, ke atas dan ke bawah, memutar lalu turun.

- 2. Buat program drone akan takeoff, terbang ke atas, maju, mundur, flip forward dan turun namun kontrol menggunakan keyboard.
- 3. Buat program Python untuk menggerakkan drone Merdeka sebagai berikut:



Gambar 8.15 Contoh pemrograman python pada drone.

4. Kembangkan sistem drone berbasis Aduino bernama **SmartDrone V2** menggunakan gyroscope dan Bluetooth sebagai berikut:



Gambar 8.16 Drone quadcopter SmartDrone V2 berbasis Arduino yag dikembangkan penulis.

### **Daftar Pustaka**

- 1. Daiki Ito, Robot Vision, Nova Publisher, 2009.
- 2. Samarth Brahmbhatt, Practical OpenCV, Technology in Action Publisher, 2013.
- 3. Aurello Patrik, Gaudi Utama, Alexander Agung Santoso Gunawan, Andry Chowanda, Jarot S. Suroso, Rizatus Shofiyanti and Widodo Budiharto, GNSS-Based Navigation Systems of Autonomous Drone for Delivering Items, Journal of Big Data, vol 6(53), 2019.
- 4. Sasmoko, Widodo Budiharto and Harjanto Prabowo, Self-Diagnostic using Fuzzy Logic for Teaching Learning Quality Improvement in Universities, ICIC Express Letters, Vol. 13(3), 2019.
- 5. Widodo Budiharto and Alexander Agung Santoso Gunawan, Design and Algorithm for Electric Wheelchair using Voice Recognition and Joystick, ICIC Express Letters, Vol. 12(11), 2018, pp 1171-1174.
- 6. Widodo Budiharto, Modern Robotics with OpenCV, Science Publisher Group, USA, 2014.
- 7. Branislave dkk, Embedded Computer Vision, Springer Publisher, 2008.
- 8. Cuesta F, Intelligent Mobile Robot Navigation, Springer Verlag, Berlin, 2005.
- 9. Schuler, CA & McName, WL, Modern Industrial Electronics, McGraw Hill, New York, 1993.
- Widodo Budiharto, Djoko Purwanto, Achmad Jazidie, A Robust Obstacle Avoidance for Service Robot using Bayesian Approach. International Journal of Advanced Robotic Systems. Intech Publisher – Austria. 2011; Vol. 8(1): pp. 52-60.
- 11. Widodo Budiharto, Djoko Purwanto, Achmad Jazidie, A Novel Method for Static and Moving Obstacle Avoidance for Service robot using Bayesian Filtering. Proceeding of IEEE 2nd International conf. on Advances in Computing, Control and Telecommunications Technology.2010; pp. 156-160. DOI: 10.1109/ACT.2010.51.
- 12. Widodo Budiharto, Achmad Jazidie and Djoko Purwanto, Indoor Navigation using Adaptive Neuro Fuzzy Controller for Servant Robot, IEEE Int. Conf. ICCEA 2010.
- 13. Thomas Braunel, Embedded Robotics, Springer-Verlag berlin Heidelberg, 2007.
- 14. Widodo Budiharto, Elektronika Digital dan Sistem Embedded, Andi Publisher Yogyakarta, 2018.
- 15. Widodo Budiharto, Pemrograman Python ilmu Komputer dan Teknik, Andi Publisher Yogyakarta, 2018.
- 16. Widodo Budiharto, Machine Learning dan Computational Intelligence, Andi Offset Publisher, Yogyakarta, 2016.
- 17. Widodo Budiharto, Robotika Modern, Teori dan Implementasi, Andi Offset Yogyakarta, 2014.
- 18. Widodo Budiharto, Ari Santoso, Djoko Purwanto and Achmad Jazidie, "A New method of Obstacle avoidance for Service Robot in Indoor Environment", ITB Journal of Engineering Science, 2011.
- 19. P. Viola and M.J Jones, Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features,

Proceedings of the IEEE Transactions on CVPR 2001, vol.1, pp. 511-518.

- 20. Widodo Budiharto, Low Cost Prosthetic Hand Based on 3-Lead Muscle/Electromyography Sensor and 1 Channel EEG, ICIC Express Letters, Vol. 13(1), 2019.
- 21. Widodo Budiharto, Edy Irwansyah, and Jarot Sembodo Suroso, Development of Military Robot using Bluetooth Technogy, ICECT 2019, Nagoya-Japan, 2019.
- 22. Widodo Budiharto, Edy Irwansyah, Andry Chowanda, Alexander A.S Gunawan, Jarot Sembodo Suroso, Literatrure Reciew and Research Progress on Drone for Agriculture and Mapping, ICECT 2019, Nagoya-Japan, 2019.

- Widodo Budiharto, Edy Irwansyah, Vincent Adreas and Alexander A.S Gunawan, Jarot Sembodo Suroso, Development of Military Robot using Computer Vision, ACIRS 2019, Nagoya-Japan, 2019.
- 24. Widodo Budiharto, Desain dan Pemrograman Drone Cerdas, Andi Publisher Yogyakarta, 2020.
- 25. Widodo Budiharto and Djoko Purwanto, Robot Vision: Teknik Membangun Robot Cerdas Masa Depan (Ed. Revisi), Andi Offset Publisher, Yogyakarta, 2015.
- 26. Vincent Andreas, Alexander Agung and Widodo Budiharto, Anita: Intelligent Humanoid Robot with Self-Learning Capabilities, ACIRS 2019, Nagoya-Japan, 2019.
- 27. Alexander A S Gunawan, Pribadi R Mulyono and Widodo Budiharto, Indonesian Question Answering System for Solving Arithmetic Word Problems on Intelligent Humanoid Robot, 3rd International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCSCI 2018), Procedia Computer Science, Volume 135, 2018, Pp. 719-726.
- Widodo Budiharto, Alexander Agung Gunawan Santoso, Jarot Suroso, Andry chowanda, Gaudy and Rheo, Fast Object Detection using Deep Learning for Drone, IEEE International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS 2018), Nagoya-Japan, 27 - 30 April 2018. DOI: 10.1109/CCOMS.2018.8463284.
- Widodo Budiharto, Anggita Dian Cahyani, Pingkan C.B. Rumondor and Derwin Suhartono, EduRobot: Intelligent Humanoid Robot with Natural Interaction for Education and Entertainment, Procedia Computer Science, 2017. https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.10.064
- 30. Widodo Budiharto and Pingkan C.B Rumondor, Modeling of Natural Interaction and Algorithm of Intelligent Humanoid Robot for Education, IEEE ICMA, Takamatsu-Japan, 2017.
- 31. Shervin Emami et al, Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects, Packt Publishing 2014.
- 32. Widodo Budiharto, Anggita Dian Cahyani and Pingkan C.B Rumondor, EduRobot: Intelligent Humanoid Robot with Natural Interaction for Education and Entertainment, Procedia Computer Science, 2017. https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.10.064
- 33. Widodo Budiharto and Pingkan C.B Rumondor, Modeling of Natural Interaction and Algorithm of Intelligent Humanoid Robot for Education, IEEE ICMA, Takamatsu-Japan, 2017.
- 34. T.F Cootes, G.J Edwards and C.J Taylor, Active Appeareance Models, ECCV, 2:484-498, 1998.
- 35. Mendel, J., Advances In Type-2 Fuzzy Sets and Systems, Information Sciences, pp. 84-110, 2007
- 36. Pengenalan Arduino, diakses pada http://arduino.cc
- 37. www.toko-robot.com
- 38. www.parallax.com
- 39. Unduh tutorial dan kode program buku, diakses pada http://widodo.com.

### LAMPIRAN 1

### Kit-Kit Penunjang Praktikum Arduino dan Robot Silahkan order di www.toko-robot.com

Kit	Penjelasan		
Robot Trainer Tank V2	Robot trainer tank dapat dikendalikan melalui		
	HP dan bluetooth.		
Face Tracking System using	Sistem Face Detection & Tracking		
Stereo camera Minoru 3D	menggunakan Stereo Vision dengan Kamera		
	Stereo Minoru		
Online Face Recognition using	Sistem Pengenalan wajah secara online		
Camera	berbasis PCA dan camera standar serta		
	OpenCV		
Drone Merdeka	Paket belajar algoritma dan dasar		
	pemrograman drone dengan Scratch.		
Smart Arm Robot Ver. 5	Sistem lengan robot pintar hiqh quality		
Robot Berkaki KRCI	Demo Robot KRCI berkaki dengan 3 sensor		
	jarak dan 1sensor api		
Robot Beroda KRCI	Demo Robot KRCI beroda dengan 3 sensor		
	jarak dan 1sensor api		
Smart Hexapod Ver. 5	Sistem robot hexapod cerdas dengan sensor		
	jarak hiqh quality		
Smart Humanoid Bioloid	Paket kit robot Humaoid Bioloid berkaki		
CMUCam Ver .4	dengan kamera CMUcam ver 4.		
Telepresence Robot	Demo Telepresence Robot menggunakan		
	Laptop dan Camera jarak jauh.		
Robotindo Merdeka	Paket robot vision berbasis stereo camera		
	lengkap dengan berbagai sensor, cocok untuk		
	SMK dan Kampus.		
Smart Speech Recognition V2	Sistem Arduino dengan pengenalan Ucapan		
Smart Talking V2	Paket belajar robot berbicara		
SmartAVR ver 4.0	Kit mikro AVR Atmega8535 dan berbagai fitur		
	menarik untuk belajar		
Trainer SmartAVR Ver 4.			
SmartAVR Robotics ver 4.0	Kit mikro AVR Atmega16 dan berbagai litur		
Concernation 4 and	menarik untuk belajar robotika dasar		
Sensor garls 4 Set	Penjejak garis ik menggunakan 4 pasang ik		
SmartBot v I Arduno.	Kobol beroua dan ardunno dengan 1 sensor		
SmartPot V2 W: E:	Debot horoda dan kamera dengan kondali M <sup>r</sup>		
	Fi dan Pasnborry Di		
Storog Camora Minory 2d	Fi udii Kaspueri y Fi.		
Arduino Moga	Kamera Stereo IOW COSt Vit milrokontrolor horbasis AVD		
AI UUIIIO Mega	I KIU IIIKI UKUIIU UIEL DELDASIS AVK		

EMS Motor DC 2A	Driver motor DC 2A		
Kit Mikro AVR dan USB	Minimum system AVR 8535 dengan		
Programmer	programmer USB ISP		
Robot Berbicara	Demo robot bisa berbicara berbasis Text to		
	speech		
Arduino Uno ver 3	Kit mikrokontroler AVR Arduino		
KIT ROBOT PELENGKAP UTAMA			
Robot Tank			
Robot Avoider AVR 8535			
Robot Line Follower AVR 8535			
Robot Pemadam Api KRCI			
Robot Line follower Analog			
Smart ARM Robot with stereo vision ver 4.0			
SmartDrone V2			

### **Tentang Penulis**



**Prof. Dr. Ir. Widodo Budiharto** adalah Profesor bidang Kecerdasan Buatan di School of Computer Science dan Program Doctor of Computer Science (DCS), BINUS University Jakarta. Bidang riset beliau adalah Kecerdasan Buatan, Teknologi Drone untuk pertanian dan militer, Robot Vision dan Machine Learning, Beliau dapat dihubungi di <u>wbudiharto@binus.edu</u>.