

**PEMROGRAMAN 9 AXIS MOTION SHIELD SENSOR
MENGUNAKAN ARDUINO**

PRAKTIK KERJA LAPANGAN



**UNIVERSITAS
MA CHUNG**

**MUHAMMAD ALIF IRFAN AL-IKHSAN
NIM : 311810023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN DESAIN
UNIVERSITAS MA CHUNG
MALANG
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN
PRAKTIK KERJA LAPANGAN**

**PEMROGRAMAN ARDUINO UNTUK MENGOPERASIKAN
9 AXIS MOTION SHIELD SENSOR**

Oleh:

**MUHAMMAD ALIF IRFAN AL-IKHSAN
NIM. 311810023**

dari:

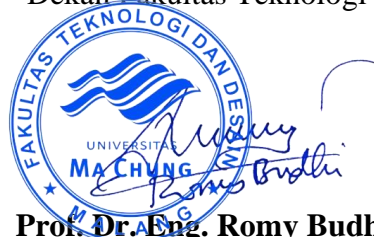
**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN DESAIN
UNIVERSITAS MA CHUNG**

Dosen Pembimbing,



Prof. Dr. Eng. Romy Budhi, ST., MT.
NIP. 20070035

Dekan Fakultas Teknologi dan Desain



Prof. Dr. Eng. Romy Budhi, ST., MT.
NIP. 20070035

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik, Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan PKL (Praktik Kerja Lapangan) bagi Mahasiswa dari Prodi Teknik Informatika Universitas Ma Chung Malang.

Atas dukungan moral dan materi yang telah diberikah dalam penyusunan laporan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terutama kepada:

1. Orang tua yang telah mendukung dalam pelaksanaa praktik kerja lapangan ini.
2. Bapak Dr. Eng. Romy Budhi, ST., MT. Dosen prodi Teknik Informatika selaku pembimbing praktik kerja lapangan.
3. Pusat Studi HMI Universitas Ma Chung Malang yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan praktik kerja lapangan.
4. Universitas Ma Chung Malang yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan praktik kerja lapangan.
5. Saudara dan teman-teman yang telah memberikan dukungan moral.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan YME membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan Praktik Kerja Lapangan ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pembaca.

Malang, 26 Agustus 2024

Muhammad Alif Irfan Al-Ikhsan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Rumusan Masalah	2
1.5 Tujuan	2
1.6 Manfaat	2
Bab II	3
GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	3
2.1 Universitas Ma Chung	3
2.2 Teknik Informatika	4
2.3 Ma Chung Human Machine Interaction Research Center	5
Bab III	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
3.1 Arduino Uno Rev3	9
3.2 Arduino IDE	10
3.3 Arduino 9 Axes Motion Shield	12
3.4 Motor Servo.....	14
3.5 IMU Sensor	15
3.6 Komunikasi Serial	16
BAB IV	20
DESKRIPSI DATA DAN HASIL PRAKTIK KERJA LAPANGAN	20

4.1 Rincian Penelitian	20
4.2 Proses Pengerjaan.....	20
4.3 Analisis Kebutuhan	20
4.4 Pembuatan Rangkaian	21
4.4.1 Pembuatan Rangkaian Digital Read	21
4.4.2 Pembuatan Rangkaian Digital Write	21
4.4.3 Pembuatan Rangkaian Gabungan Digital Read dan Digital Write.....	22
4.4.4 Rangkaian Arduino 9 Axis Motion Shield	23
4.5 Pembuatan Program	23
4.5.1 Pembuatan program Digital Read dan Digital Write.....	24
4.5.2 Pembuatan Program Arduino 9 Axis Motion Shield.....	25
BAB V	29
PENUTUP.....	29
5.1 Simpulan.....	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Lokasi Universitas Ma Chung.....	3
Gambar 2.2 Health monitoring (Sumber: (Mugi, 2022)).....	5
Gambar 2.3 Sistem Human Computer Interaction (Sumber: medium.com).....	6
Gambar 2.4 Robot Perawat (Sumber: mnctrijaya.com).....	6
Gambar 2.5 Struktur Organisasi Ma Chung Human Machine Interaction Research Center.....	8
Gambar 3.1 Board Arduino Uno Rev3	9
Gambar 3.2 Logo ArduinoIDE (Sumber: icon-icons.com).....	10
Gambar 3.3 Editor Teks ArduinoIDE	11
Gambar 3.4 Toolbar pada ArduinoIDE.....	11
Gambar 3.5 Serial Monitor pada ArduinoIDE.....	12
Gambar 3.6 Arduino 9 Axes Motion Shield	14
Gambar 3.7 Motor Servo	15
Gambar 3.8 (A) IMU gimbaled (sumber: https://scholarworks.utep.edu).....	16
(B) IMU strap-down	16
Gambar 3.9 Konfigurasi Komunikasi I2C	17
Gambar 3.10 Sinyal SDA dan SCL	17
Gambar 3.11 Start dan Stop Sinyal I2C	18
Gambar 3.12 Transfer Data I2C.....	18
Gambar 3.13 Pin yang Digunakan Untuk Melakukan Komunikasi Serial	19
Gambar 4.1 Rangkaian Digital Read	21
Gambar 4.2 Rangkaian Digital Write	22
Gambar 4.3 Rangkaian Gabungan Digital Read dan Digital Write	22
Gambar 4.4 Rangkaian Arduino 9 Axis Motion Shield	23
Gambar 4.5 Kode Digital Read dan Write	24
Gambar 4.6 Kode Rangkaian Arduino 9 Axis Motion Shield	26
Gambar 4.7 Hasil Output Kode	28

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Deskripsi port.....	13
-------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan dan kemajuan teknologi modern pada saat ini yang begitu pesat membuat semua orang selalu ingin mencari tahu mempelajari serta membuat alat-alat yang bisa di implementasikan dalam kehidupan sehari-hari dan bermanfaat bagi individu maupun orang banyak. Pemanfaatan teknologi dapat membantu kegiatan manusia di berbagai bidang kehidupan. Sekarang banyak sekali *smartphone* atau perangkat *gadget* lain yang menggunakan sebuah sensor yang dapat mengukur keadaan perangkat sehingga mampu merespon secara otomatis. Beberapa alat sensor tersebut adalah accelerometer, Gyroscope, Proximity, Ambient light, dan Digital compass.

Dalam Project ini hanya menggunakan accelerometer untuk mengukur percepatan dinamis dan juga statis. Pengukuran dinamis adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran statis adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi. Untuk pengukuran accelerometer akan menggunakan alat yang dinamakan Arduino 9 Axes Motion Shield yang dipasangkan di board Arduino.

Pengetahuan penggunaan Arduino sebagai bahan pembelajaran Ma Chung Human Machine Research Center dapat bermanfaat bagi mahasiswa yang mempelajari penggunaan Arduino untuk pengukuran atau mendeteksi pemutaran/pergerakan pada Arduino board yang bisa disambungkan pada perangkat lain untuk menggerakkan perangkat tersebut dengan Arduino board, Untuk pemrograman dalam Arduino UNO membutuhkan ArduinoIDE bahasa yang digunakan adalah C++. C++ merupakan bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk membuat bermacam aplikasi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, diperlukannya memahami bahasa pemrograman C++ dan membuat program pada rangkaian menggunakan ArduinoIDE sehingga pada PKL ini dipelajari hal tersebut di Ma Chung Human Machine Research Center. Yang diaplikasikan pada Arduino 9 Axes Motion Shield.

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

- a) Menggunakan 2 buah servo motor
- b) arduino 9 axis motion shield

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, dapat diambil rumusan masalah yaitu diperlukannya pemahaman bahasa pemrograman C++ yang diterapkan pada Arduino 9 Axes Motion Shield menggunakan ArduinoIDE. Dimana untuk membuktikan keberhasilannya digunakan gerakan putar dari Shield yang dikonversi menjadi putaran servo.

1.5 Tujuan

Tujuan dari PKL ini adalah mempelajari penggunaan C++ dan ArduinoIDE dan membuat program pada rangkaian untuk menggerakkan servo sesuai putaran motion Shield. Hasil PKL ini digunakan untuk melandasi penelitian selanjutnya di Ma Chung Human Machine Interaction Research Center.

1.6 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut:

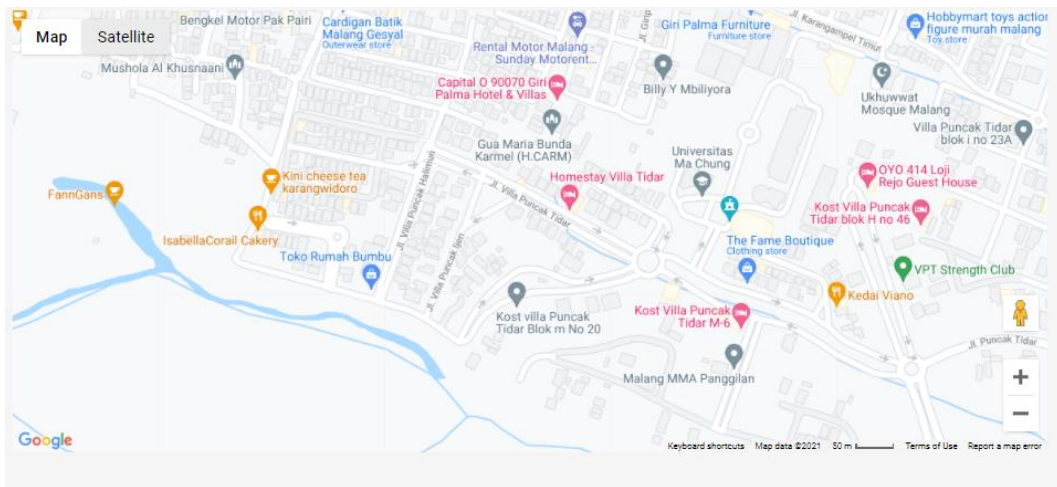
- a. Bagi Ma Chung Human Machine Interaction Research Center
Dengan dibuatnya modul ini, diharapkan dapat menambah bahan bacaan mahasiswa yang melakukan penelitian di Ma Chung Human Machine Interaction Research Center.
- b. Bagi Mahasiswa
Menambah wawasan dan pengalaman dalam penggunaan Arduino serta membantu penulisnya dalam menambah informasi dan referensi dalam pembuatan laporan.
- c. Bagi Universitas Ma Chung
Dapat menambah bahan belajar bagi mahasiswa Program Studi Teknik Informatika.

Bab II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Universitas Ma Chung

Universitas Ma Chung merupakan salah satu universitas swasta di kota Malang yang berdiri tahun 2007 tepatnya pada tanggal 7 Juli, Ma Chung sendiri sebelum menjadi universitas merupakan sekolah bersejarah di kota Malang sejak tahun 1950an, Setelah dilakukan reuni para lulusan sekolah Ma Chung pada 2001 di kota Xiamen, Para alumni Ma Chung memutuskan untuk mendirikan Universitas Ma Chung dan pada tanggal 17 Juli 2005 dilakukan peletakan batu pertama pembangunan Universitas Ma Chung dan pembentukan Yayasan Harapan Bangsa Sejahtera, Universitas Ma Chung berlokasi di Villa Puncak Tidar Blok N No.1, Karangwidoro, Kecamatan Dau Kota Malang. Peta lokasi Universitas Ma Chung dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peta Lokasi Universitas Ma Chung

Berikut ini visi dan misi Universitas Ma Chung:

a) Visi

Memuliakan Tuhan melalui akhlak, pengetahuan, dan kontribusi nyata sebagai insan akademik yang berdaya cipta.

b) Misi:

1. Menyelenggarakan Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu pendidikan dan pengajaran tinggi, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat secara berkualitas, fokus, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat kini dan akan datang.
2. Membentuk dan mengembangkan angkatan-angkatan motivator dan pemimpin masyarakat yang memiliki potensi dan kapasitas moral yang luhur, berjiwa kepemimpinan dan kewirausahaan yang bertitik berat pada pembentukan akhlak dan kepribadian unggul, rendah hati, melayani, dan berkontribusi sebagai manusia yang utuh
3. Mendorong dan mengembangkan sikap serta pemikiran yang kritis-prinsipil dan kreatif-realistis berdasarkan kepekaan hati nurani yang luhur.
4. Menghasilkan lulusan siap pakai yang berkualitas tinggi yang mampu bersaing di pasar global.
5. Berperan aktif dalam meningkatkan peradaban dunia dengan menghasilkan lulusan yang berwawasan global, toleran, dan cinta damai, serta produktif dalam menghasilkan karya cipta yang mendukung peningkatan martabat manusia global
6. Melaksanakan pengelolaan perguruan tinggi berdasarkan prinsip ekonomis dan akuntabilitas.

2.2 Teknik Informatika

Teknik Informatika merupakan cabang ilmu yang mempelajari penggunaan teknologi komputer secara optimal untuk memecahkan masalah transformasi atau pemrosesan data menggunakan proses logis. Di program studi Teknik Informatika mahasiswa mempelajari berbagai prinsip yang berkaitan dengan ilmu komputer mulai dari proses desain, pengembangan, dan pengujian hingga evaluasi sistem operasi perangkat lunak. Universitas Ma Chung sendiri juga terdapat program studi Teknik Informatika yang memperoleh nilai akreditasi B berdasarkan Surat Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT) Nomor 0356/SK/BAN-PT/Akred/S/IV/2016, tanggal 28 April 2016. Pada Universitas Ma Chung program studi Teknik Informatika mempunyai 2 bidang konsentrasi keilmuan yaitu Sistem Cerdas (Artificial Intelligence / AI) yang mempelajari

tentang simulasi kecerdasan manusia dalam berbagai mesin dan Sistem Komputer (Networking/IoT) yang mempelajari perkembangan era digital dan daring membutuhkan tenaga ahli di bidang Internet of Things

2.3 Ma Chung Human Machine Interaction Research Center

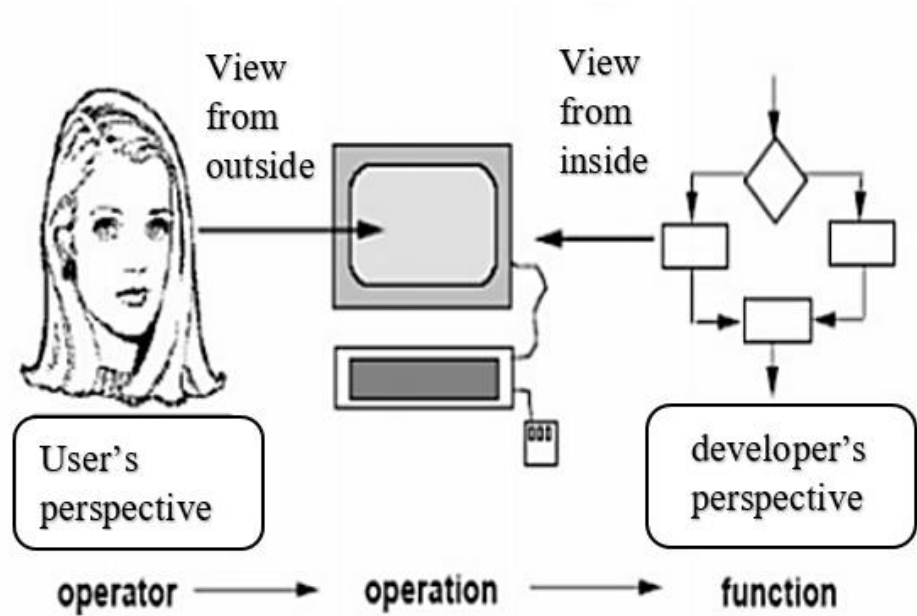
Ma Chung Human Machine Interaction Research Center dibentuk pada tanggal 11 September 2019 dan berada dibawah naungan Teknik Informatika Universitas Ma Chung sesuai Surat Keputusan 031/MACHUNG/FST/SK-DEK/IX/2019 yang bertujuan untuk menunjang pengembangan teknologi dan terapannya kepada human welfare dan aspek interaksinya. Pusat Studi Human Machine Interaction prodi Teknik Informatika berlokasi di gedung RnD lantai 6 ruang B Universitas Ma Chung. Bidang kajian Pusat Studi HMI sendiri meliputi:

- a) Teknologi *Machine vision for human welfare and human-natural interactions* yang bergerak pada penelitian ini berfokus kepada visual yang dapat menggunakan kamera atau video. Untuk ilustrasinya bisa dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Health monitoring (Sumber: (Mugi, 2022))

- b) *Human-computer interaction* yang bergerak pada penelitian untuk mendesain, mengimplementasikan, dan mengevaluasi user interface (UI) atau user experience (UX) supaya dapat menghasilkan sebuah sistem yang aman, efektif, efisien, dan dapat berfungsi untuk interaksi manusia dengan komputer. Untuk ilustrasinya bisa dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sistem Human Computer Interaction (Sumber: medium.com)

- c) *Robotics technology and mobile apps for human welfare* pada bidang kajian ini bergerak pada pembuatan robot yang mampu menjalankan tugas untuk membantu manusia. Untuk ilustrasinya bisa dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Robot Perawat (Sumber: mnctrijaya.com)

Ma Chung Human-Machine Interaction Research Center memiliki visi dan misi yang sama dengan Teknik Informatika Universitas Ma Chung pada setiap aspeknya, Karena didalam struktur Organisasi Ma Chung Human-Machine Interaction Research Center termasuk dibawah naungan prodi Teknik Informatika Universitas Ma Chung . Berikut merupakan visi dan misi tersebut:

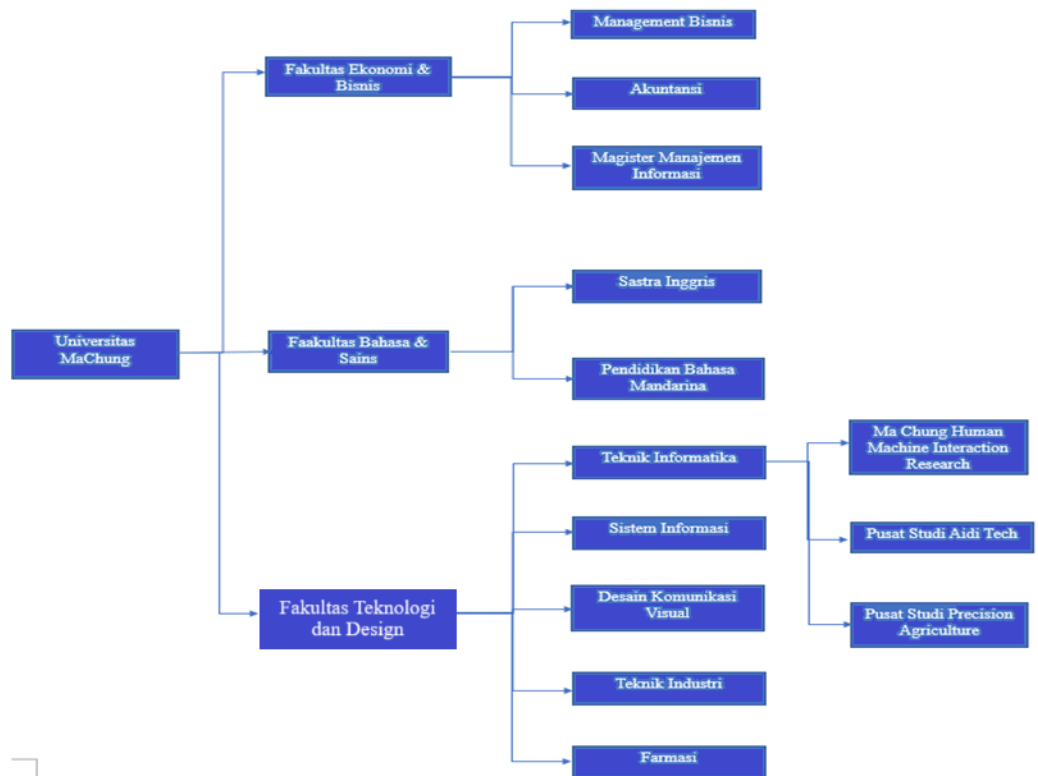
a) Visi

Pada tahun 2025 Menjadi Program Studi Teknik Informatika aras utama di Indonesia Timur yang mendukung eksplorasi sumber daya alam beserta pengelolaan bisnisnya sebagai perwujudan memuliakan Tuhan dan berkontribusi nyata bagi kesejahteraan masyarakat.

b) Misi

- 1) Menyelenggarakan pengajaran, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada pengembangan ilmu-ilmu teknik informatika untuk pengelolaan sumberdaya alam dan bisnis.
- 2) Membentuk dan mengembangkan angkatan-angkatan motivator yang mempunyai jiwa pemimpin dan wirausahawan dengan bertitik berat pada pembentukan akhlak, bersikap rendah hati, dan berjiwa melayani.
- 3) Membentuk lulusan siap pakai yang berkualitas tinggi dan mampu bersaing pada pasar teknologi informasi global.
- 4) Menyelenggarakan Program Studi dengan tata kelola yang baik.

Struktur Organisasi Ma Chung Human Machine Interaction Research Center untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.5.



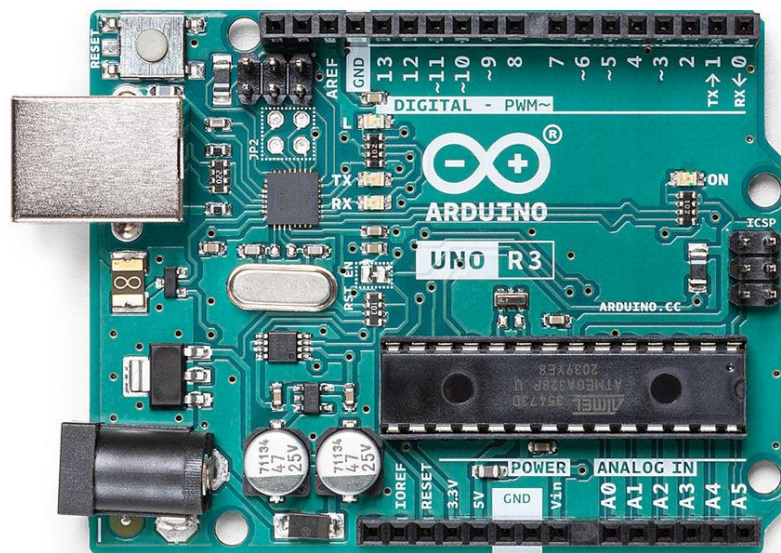
Gambar 2.5 Struktur Organisasi Ma Chung Human Machine Interaction Research Center

Bab III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Arduino Uno Rev3

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm.



Gambar 3.1 Board Arduino Uno Rev3

3.2 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan software open source yang dapat memudahkan untuk menulisserta mengupload program yang dapat digunakan pada semua jenis board Arduino. Pada Arduino IDE Bahasa pemrograman yang didukung adalah C dan C++ yang dapatditulis dalam kode utama yang disebut dengan sketch yang akan menghasilkan sebuah file Hexyang nantinya akan di transfer dan diupload kedalam board. Didalam board Arduino terdapat microcontroller yang telah diprogram agar dapat menerima informasi yang berupa file Hex yang telah diupload. Gambar 3.2 mengilustrasikan logo dari *software* ArduinoIDE.

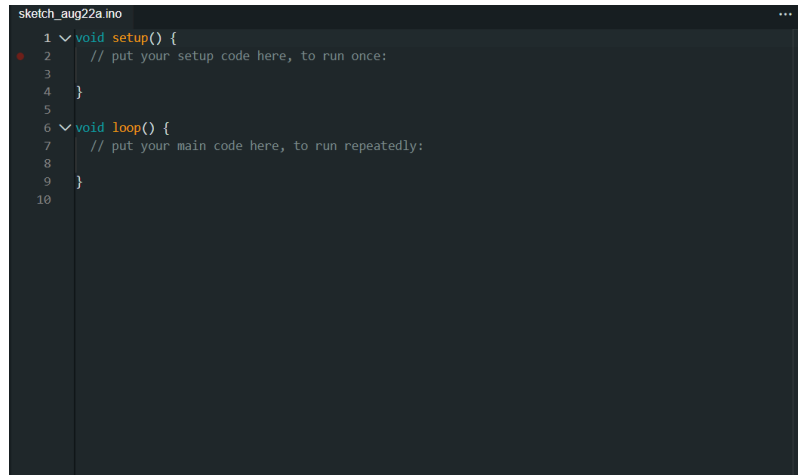


Gambar 3.2 Logo ArduinoIDE (Sumber: icon-icons.com)

ArduinoIDE memiliki *User Interface* yang mudah dipahami oleh berbagai user, terdapat 3 komponen utama yang dapat digunakan user untuk mengembangkan sebuah program, komponen tersebut terdiri atas:

- a. Editor Teks

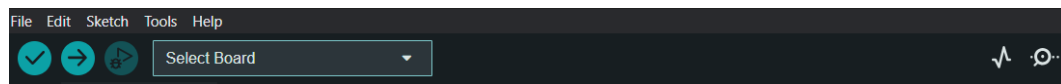
Editor teks adalah bagian utama dimana user dapat menulis kode. Editor ini mendukung pewarnaan sintaks untuk membantu dalam penulisan dan pembacaan kode. Gambar 3.3 mengilustrasikan tampilan Editor Teks pada ArduinoIDE.



Gambar 3.3 Editor Teks ArduinoIDE

b. Toolbar

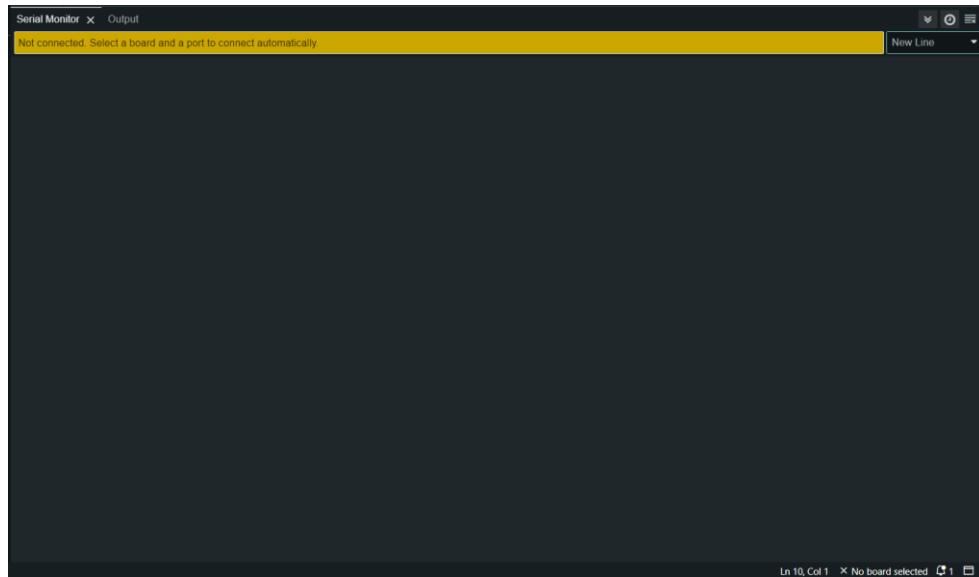
Toolbar berisikan tombol-tombol utama seperti Memilih Board yang akan digunakan, *Verify* (untuk memeriksa kesalahan dalam kode), *Upload* (untuk mengunggah kode ke papan Arduino), New, Open, Save, dan Serial Monitor. Gambar 3.4 mengilustrasikan tampilan Toolbar



Gambar 3.4 Toolbar pada ArduinoIDE

c. Serial Monitor

Serial monitor merupakan sebuah jendela yang memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi dengan papan Arduino melalui komunikasi serial. Serial monitor sangat berguna untuk debug dan memantau output dari sensor atau perangkat lain yang terhubung. Gambar 3.5 mengilustrasikan tampilan Serial Monitor



Gambar 3.5 Serial Monitor pada ArduinoIDE

3.3 Arduino 9 Axes Motion Shield

Arduino 9 Axes Motion Shield didasarkan pada sensor orientasi absolut BNO055 dari Bosch Sensortec GmbH. BNO055 adalah System in Package (SiP), mengintegrasikan accelerometer triaksial 14-bit, gyroscope triaksial 16-bit dengan kisaran ± 2000 derajat per detik, dan sensor geomagnetic triaksial, dan microcontroller 32-bit yang menjalankan BSX3.0 software FusionLib.

Sensor menampilkan akselerasi tiga dimensi, kecepatan yaw, dan data kekuatan medan magnet masing-masing dalam 3 sumbu tegak lurus.

Sembilan Axes Motion Shield juga menyediakan sinyal gabungan sensor seperti:

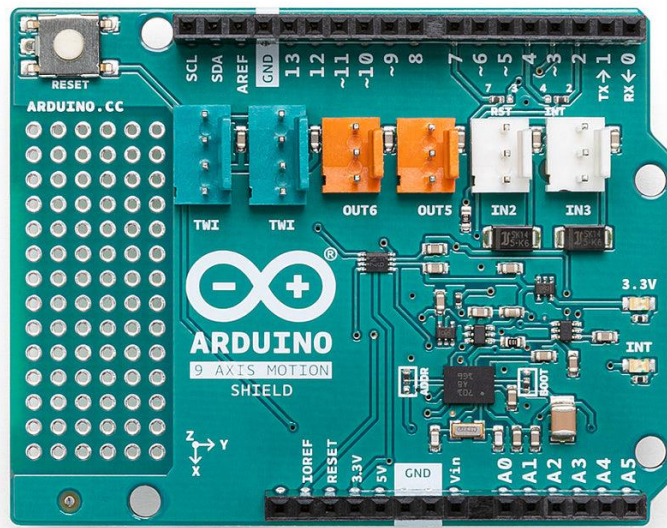
1. Quaternion
2. Euler angles
3. Rotation Vector
4. Linear acceleration
5. Gravity vector

Selain itu, 9 Axes Motion Shield menggabungkan mesin interupsi cerdas yang memungkinkan untuk memicu interupsi berdasarkan lambat atau tidak pengenalan Gerakan, setiap Gerakan (kemiringan) deteksi high-g-detection. Arduino 9 Axes Motion Shield berkomunikasi dengan papan Arduino menggunakan protocol I2C. Yang berarti data dari sensor dapat dengan mudah dibaca oleh Arduino melalui koneksi I2C yang sudah terintegrasi. Untuk deskripsi

port dari Arduino 9 Axes Motion Shield dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Deskripsi port

Nama Port	Pin	Fungsi	Deskripsi
Port I2C	SDA (Data)	Komunikasi Serial Data	Digunakan untuk komunikasi data serial antara shield dan Arduino melalui protocol I2C.
	SCL (Clock)	Komunikasi Serial Clock	Menyediakan sinyal clock yang sinkron antara Arduino dan sensor untuk memastikan data dikirim dan diterima tepat waktu.
Port Power	VCC (3,3V/5V)	Power Supply	Memberikan tegangan yang dibutuhkan oleh shield dan sensornya.
	GND (Ground)	Referensi Tegangan Nol	Pin ground yang memberikan referensi tegangan nol untuk semua sirkuit pada shield memastikan stabilitas operasi.
Port UART	TX (Transmit)	Transmisi Data Serial	Mentransmisikan data serial dari shield ke papan Arduino.
	RX (Receive)	Penerimaan Data Serial	Menerima data serial dari papan Arduino ke Shield.
Port Interrupt (INT)	INT	Sinyal Interrupt	Digunakan untuk memberitahu Arduino secara langsung jika terjadi perubahan signifikan dalam data sensor.
Port GND	GND	Referensi tegangan nol	Sama dengan port ground di bagian power, ini menyediakan referensi tegangan nol untuk stabilitas sirkuit.



Gambar 3.6 Arduino 9 Axes Motion Shield

3.4 Motor Servo

Motor Servo merupakan perangkat atau actuator putar (motor) yang dirancang dengan Sistem kontrol feedback loop tertutup, sehingga dapat memastikan dan menentukan posisi sudut dari poros output motor. Daya yang dimiliki motor servo bervariasi, mulai dari beberapa watt sampai ratusan watt. Motor servo digunakan untuk berbagai keperluan seperti sistem pelacakan, peralatan mesin dan lain sebagainya. Motor servo dibagi menjadi dua, motor servo AC dan DC.

Motor servo DC lebih cocok digunakan pada aplikasi yang lebih kecil, sedangkan motor servo AC lebih cocok digunakan untuk berbagai mesin industri. Hal ini dikarenakan motor servo AC bisa menangani arus yang lebih tinggi atau beban berat. Motor servo AC dibagi menjadi dua tipe, 2 phase (untuk aplikasi berdaya rendah) dan 3 phase (untuk aplikasi berdaya tinggi). Motor servo dibangun dengan presisi dan akurasi agar dapat memberikan pengguna kebebasan dalam mengaturnya sehingga membuat motor servo sangat terkontrol.

Motor servo dikendalikan dengan memberikan *Pulse Wide Modulation* (PWM) melalui kabel kontrol. Durasi pulse yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Porot motor servo akan bergerak dan bertahan di posisi yang telah diperintahkan Ketika durasi pulse-nya telah diberikan.

Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari:

1. Motor DC
2. Serangkaian gear (melekat pada poros motor DC) yang akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo.
3. Rangkaian kontrol
4. Potensiometer berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.



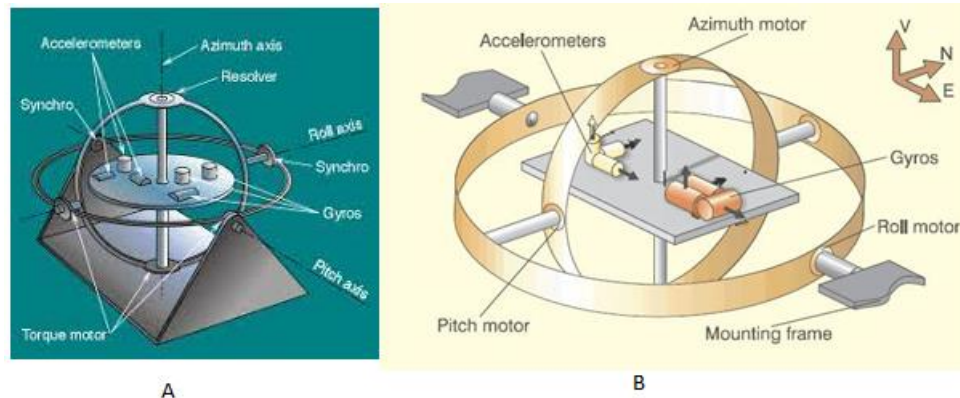
Gambar 3.7 Motor Servo

3.5 IMU Sensor

Inertial Measurement Unit (IMU) merupakan suatu sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan, orientasi dan gaya gravitasi dengan menggunakan sensor accelerometer dan gyroscope. IMU seringkali digunakan dalam suatu sistem pesawat terbang. Komponen penyusun IMU yang pertama adalah sensor accelerometer, sensor ini digunakan untuk mengukur percepatan dari suatu benda dengan cara melakukan integral percepatan benda tersebut terhadap waktu. Komponen selanjutnya yang menyusun IMU Sensor adalah sensor gyro, cara kerja sensor ini mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna.

Ada beberapa macam IMU yang biasa digunakan yaitu IMU gimbaled dan IMU strap-down. IMU strap-down lebih umum dipakai saat ini. IMU mempertahankan 6-degree-of-freedom (DOF) yang memperkirakan gerakan yaitu posisi (X Y Z) dan orientasi (roll, pitch, yaw). Sistem seperti IMU hanya

mempertahankan perhitungan terus menerus dari orientasi yang dikenal sebagai *Attitude and Heading Reference Sistem*(AHRS) dan dipergunakan dalam cara yang sama sebagai IMU tetapi mempertahankan representasi tidak menyeluruh. Sebagai tambahan untuk mempertahankan sikap motor 6-DOF, komersial IMU juga secara khas mempertahankan perkiraan dari kecepatan dan akselerasi.



Gambar 3.8 (A) IMU gimbaled (sumber: <https://scholarworks.utep.edu>)

(B) IMU strap-down

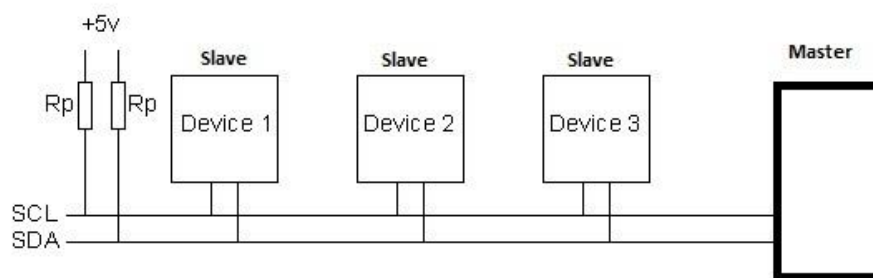
3.6 Komunikasi Serial

Dalam komunikasi data serial, data dikirim dengan bentuk pulsa listrik kontinyu yang disebut bit. Data dikirim satu bit demi satu bit secara berurutan melalui kanal komunikasi yang telah ditentukan. Penerima juga menerima data dalam bentuk bit - bit pulsa listrik yang kontinyu.

Ada tiga metode yang sering dijumpai pada komunikasi data serial yaitu Simpleks, half dupleks, dan full duplex. Pada transmisi data simpleks, data hanya dapat dikirim dalam satu arah saja. Pada half dupleks data dapat ditransmisikan dalam dua arah secara bergantian. Transmisi data secara full dupleks merupakan transmisi data dua arah dimana data dapat diterima oleh system dan sekaligus system tersebut dapat mengirimkan data secara bersamaan. Transmisi data full dupleks dapat dijumpai pada system telepon.

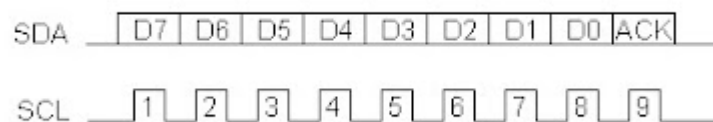
Dalam komunikasi data serial, ada dua metode dasar yang digunakan yaitu komunikasi serial asinkron dan komunikasi serial sinkron.

Berikut adalah penjelasan dari komunikasi serial I2C(*Inter-Integrated Circuit*). Komunikasi I2C merupakan koneksi dibuat untuk menyediakan komunikasi antara perangkat-perangkat terintegrasi, seperti sensor, RTC, dan juga EEPROM. Komunikasi I2C bersifat synchronous namun berbeda dengan SPI karena I2C menggunakan protocol dan hanya menggunakan dua kabel untuk melakukan komunikasi, yaitu *Synchronous clock* (SCL) dan *Synchronous data* (SDA). Secara berurutan data dikirim dari master ke slave kemudian (setelah komunikasi master ke slave selesai) dari slave ke master. Gambar 3.9 mengilustrasikan konfigurasi cara komunikasi I2C



Gambar 3.9 Konfigurasi Komunikasi I2C

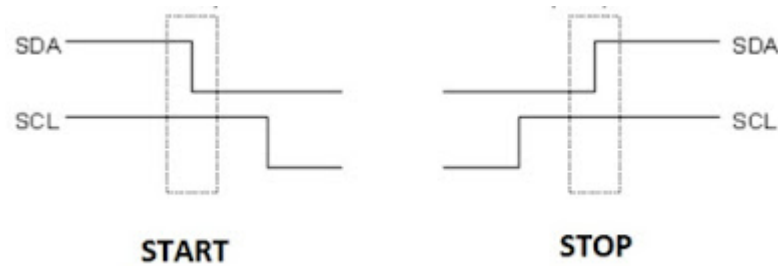
Gambar diatas merupakan konfigurasi dari komunikasi I2C, sinyal dasar I2C meliputi sinyal START, STOP dan ACK. SCK merupakan sinyal clock untuk ‘mendorong’ data di SDA, dalam keadaan tidak ada transfer data SDA dan SCK harus dalam keadaan ‘1’. Data di SDA boleh berubah hanya pada saat SCK=’0’ seperti digambarkan dalam diagram waktu gambar 3.10, isi SDA pada saat SCL = ‘1’, perubahan itu diartikan sebagai sinyal START atau STOP.



Gambar 3.10 Sinyal SDA dan SCL

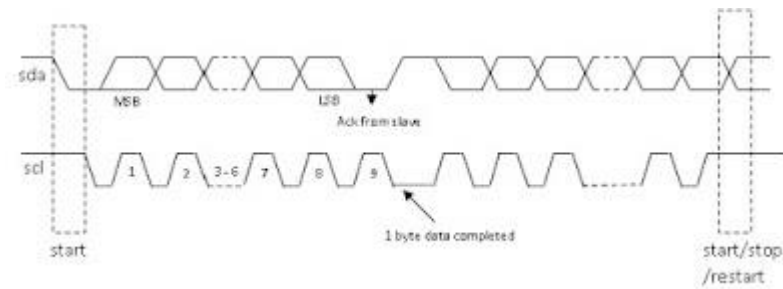
Sinyal START menandakan master akan mulai mengirim data, sinyal ini terlihat di bagian kiri gambar 3.11 berupa perubahan tegangan SDA dari ‘1’ menjadi ‘0’ pada saat SCK=’1’. Sinyal STOP menandakan master akan mengakhiri komunikasi data, sinyal ini terlihat di bagian kanan gambar 3.11 berupa perubahan

tegangan SDA dari '0' menjadi '1' pada saat SCK='1'.



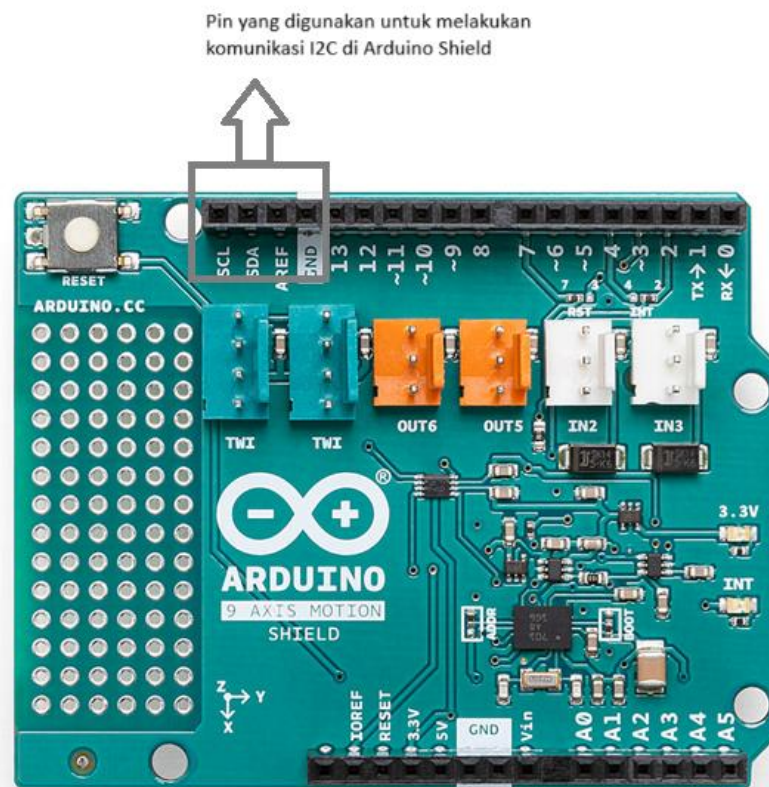
Gambar 3.11 Start dan Stop Sinyal I2C

Sinyal ACK merupakan sinyal balasan dari slave setelah menerima data 1 byte. Pada kondisi ini, slave “menarik” sda menjadi low selama satu sinyal clock. Sinyal ACK ini dapat dilihat pada gambar 3.12, dimana pengiriman sinyal ini menandakan bahwa slave telah menerima 1 byte data.



Gambar 3.12 Transfer Data I2C

Perangkat I2C menggunakan 2 buah pin open-drain dua arah dengan memberikan pull-up resistor untuk setiap garis bus sehingga berlaku seperti AND dan menggunakan kabel. AVR dapat menggunakan 120 jenis perangkat untuk berbagi pada bus I2C yang masing-masing disebut node. Setiap node beroperasi sebagai master atau slave. Master merupakan perangkat yang menghasilkan clock untuk sistem, menginisiasi, dan juga memutuskan sebuah transmisi. Slave merupakan node yang menerima clock dan dialamatkan oleh master. Baik master dan slave dapat menerima dan mentransmisikan data. Gambar 3.13 menunjukkan pin yang dapat digunakan untuk melakukan komunikasi serial I2C



Gambar 3.13 Pin yang Digunakan Untuk Melakukan Komunikasi Serial

BAB IV

DESKRIPSI DATA DAN HASIL PRAKTIK KERJA LAPANGAN

4.1 Rincian Penelitian

Praktik kerja lapangan yang dilakukan oleh penulis ini adalah penelitian yang bersifat project yang dilaksanakan sejak Maret 2022 yang dilaksanakan di pusat studi Ma Chung Human-Machine Interaction Research Center, Gedung RND lantai 6, Villa Puncak Tidar Blok N No.1, Doro, Karangwido, Kec. Dau, Malang, Jawa Timur 65151. Adapun penelitian ini guna mempelajari Arduino Uno Rev3 dan Arduino 9 Axis *Motion Shield*.

4.2 Proses Pengerjaan

Penelitian ini diawali dari penulis melakukan proses belajar dengan bimbingan Bapak Dr. Eng. Romy Budhi, ST., MT mengenai digital read, digital write, analog read, analog write Dan juga melakukan wawancara guna menentukan alat yang tersedia di Ma Chung Human-Machine Interaction Research Center.

Dari proses wawancara yang sudah dilakukan menyimpulkan sebagai berikut.

1. Alat yang digunakan adalah Arduino Rev3, Arduino 9 Axis *Motion Shield*, dan 2 buah servo motor.
2. Rangkaian yang akan dibuat meliputi digital read, digital write, analog read, analog write, dan rangkaian Arduino 9 Axis *Motion Shield*.
3. Program yang dikembangkan menggunakan Arduino IDE.

Dalam praktik kerja lapangan yang dilakukan penulis rangkaian dan program merupakan hasil yang dicapai, program yang dikembangkan diharapkan dapat memfungsikan rangkaian yang sudah dibuat. Berbagai tahapan sudah dilalui dalam pembuatan project tersebut.

4.3 Analisis Kebutuhan

Pada tahap awal dalam pembuatan project dalam praktik kerja lapangan ini adalah melakukan analisis kebutuhan alat dan komponen yang diperlukan dalam pembuatan rangkaian analog input, analog output, dan rangkaian Arduino 9 Axis *Motion Shield*. Komponen-komponen tersebut meliputi.

1. Breadboard digunakan sebagai tempat pembuatan sebagian rangkaian pada project ini.
2. LED diode 5mm digunakan sebagai contoh rangkaian sederhana digital

write.

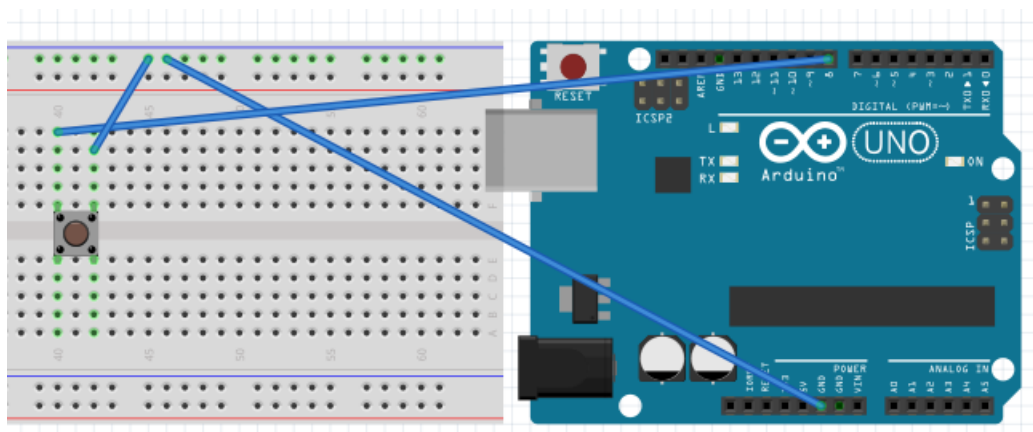
3. Push button digunakan sebagai contoh rangkaian sederhana digital read.
4. Servo Motor digunakan untuk demonstrasi rangkaian Arduino 9 Axis *Motion Shield*.

4.4 Pembuatan Rangkaian

Rangkaian yang dibuat merupakan contoh sederhana dari digital input dan digital output yang digunakan sebagai referensi dalam pembuatan rangkaian yang lebih kompleks. Pembuatan rangkaian tersebut digunakan untuk mempelajari mengenai daya yang mampu diterima dan dikirimkan oleh board Arduino Rev3.

4.4.1 Pembuatan Rangkaian Digital Read

Pembuatan rangkaian digital read menggunakan komponen push button sebagai komponen utama pada rangkaian yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal digital ke perangkat Arduino UNO Rev3. Push button dalam rangkaian disambungkan dengan port ground yang terdapat di board arduino yang selanjutnya dari port ground yang disambungkan dengan port input/output 8 pada board arduino. Maka saat push button ditekan sinyal digital akan di kirimkan ke board arduino. Gambar 4.1 mengilustrasikan rangkaian digital read.

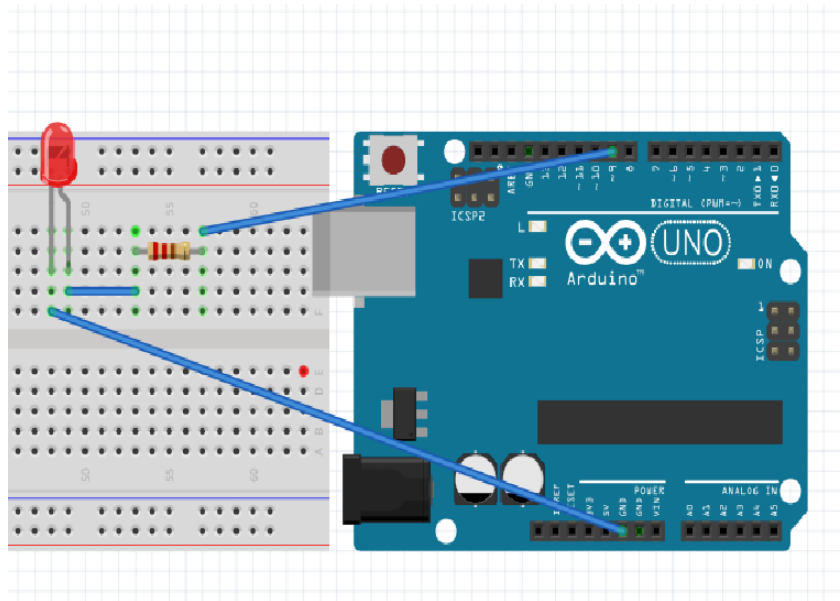


Gambar 4.1 Rangkaian Digital Read

4.4.2 Pembuatan Rangkaian Digital Write

Pembuatan rangkaian digital write menggunakan komponen LED diode 5mm sebagai komponen utama pada rangkaian yang berfungsi sebagai indikator sinyal digital dapat terkirim ke rangkaian. LED diode 5mm dalam rangkaian ini disambungkan ke port ground untuk kaki negarif selanjutnya untuk kaki arus positif

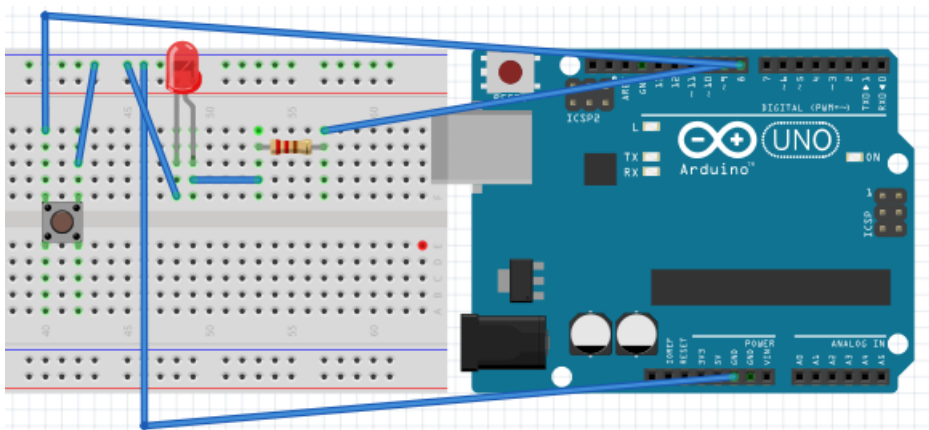
diberi hambatan resistor lalu disambungkan ke port digital input/output pin 9. Gambar 4.2 mengilustrasikan rangkaian digital write.



Gambar 4.2 Rangkaian Digital Write

4.4.3 Pembuatan Rangkaian Gabungan Digital Read dan Digital Write

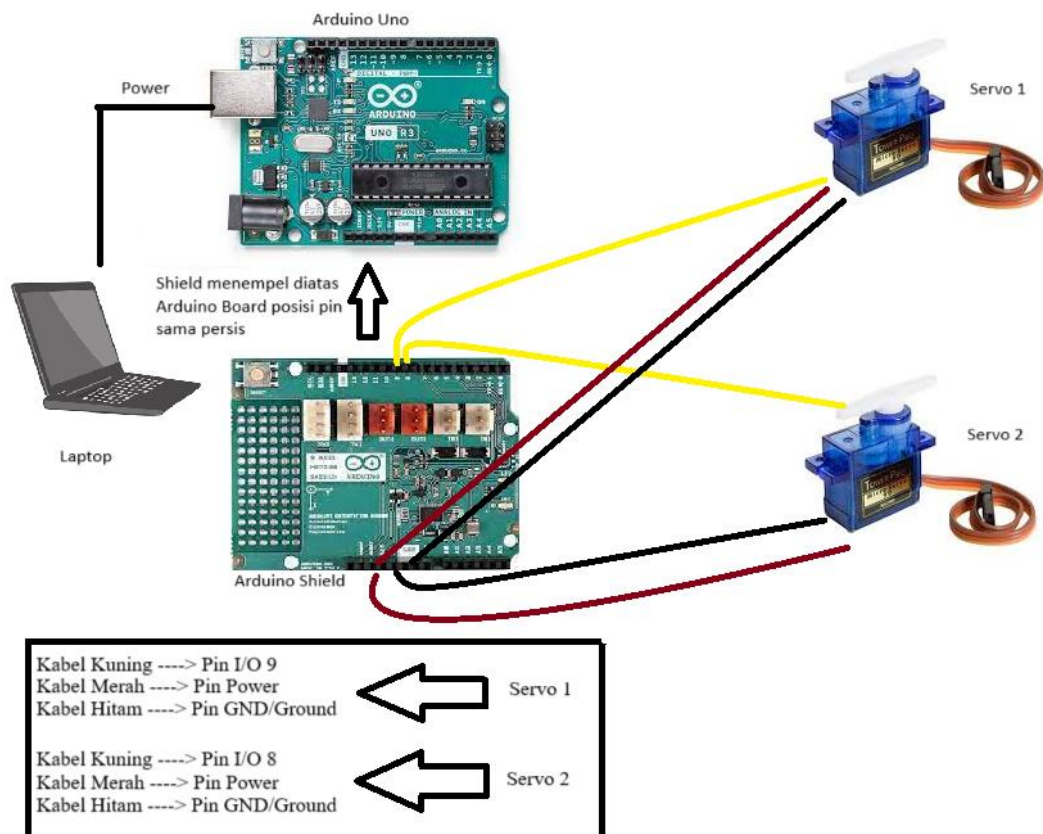
Pembuatan rangkaian digital read dan digital write menggunakan LED yang berfungsi untuk mengindikasikan apakah board arduino sudah menerima fungsi dari push button melalui digital read. Push button dalam rangkaian disambungkan dengan port ground dan port input/output 8. LED dalam rangkaian ini disambungkan ke port ground untuk kaki negatif dan untuk kaki arus positif diberi hambatan resistor lalu disambungkan ke port digital input/output 9. Gambar 4.3 mengilustrasikan rangkaian gabungan dari digital write dan digital read.



Gambar 4.3 Rangkaian Gabungan Digital Read dan Digital Write

4.4.4 Rangkaian Arduino 9 Axis Motion Shield

Pembuatan rangkaian Arduino 9 Axis Motion Shield membutuhkan 2 buah servo yang akan digunakan untuk mengindikasikan apakah pergerakan dari arduino shield sudah dapat mengirimkan parameter sudut supaya servo bergerak sama seperti sudut pergerakan arduino shield. Servo 1 pada rangkaian ini disambungkan dengan port ground, port 3.3V dan port input/output 9 pada arduino shield, dan untuk servo 2 disambungkan dengan port ground, port 5V dan port input/output 8. Gambar 4.4 mengilustrasikan rangkaian arduino 9 Axis motion shield.



Gambar 4.4 Rangkaian Arduino 9 Axis Motion Shield

4.5 Pembuatan Program

Rangkaian yang sudah dibuat membutuhkan program supaya rangkaian tersebut memiliki fungsi. Pada board arduino dapat diprogram menggunakan Bahasa pemrograman C++ yang dibuat menggunakan arduino IDE. Pembuatan program pada penelitian ini dilakukan secara langsung melalui Arduino IDE.

Langkah awal yang harus dilakukan adalah mengimport library yang dibutuhkan dalam penelitian. Library yang dibutuhkan adalah library Arduino Nine Axis Motion.h. library ini memungkinkan arduino board untuk membaca gerakan

dari Arduino 9 Axis *Motion Shield* yang akan dipasangkan ke arduino board.

4.5.1 Pembuatan program Digital Read dan Digital Write

Pada sub bab ini membahas kegunaan kode pada digital read dan digital write. Berikut adalah potongan source code untuk rangkaian gabungan digital read dan digital write.

```
1//inisiasi pin untuk button dan LED
2 const int buttonPin = 8;
3 const int ledPin = 9;
4
5
6 int buttonState = 0; //variable untuk membaca pushbutton status
7
8 void setup() {
10  pinMode(ledPin, OUTPUT); //inisiasi LED pin sebagai output
11
12  pinMode(buttonPin, INPUT); //inisiasi pushbutton pin sebagai
13input
14 }
15
16 void loop() {
17 //membaca state dari pushbutton value
18  buttonState = digitalRead(buttonPin);
19
20 //pengecekan apakah pushbutton di tekan. Jika ya buttonstate =
21 HIGH
22  if (buttonState == HIGH) {
23
24    digitalWrite(ledPin, HIGH); // menyalakan LED
25  } else {
26
27    digitalWrite(ledPin, LOW); // mematikan LED
28  }
29 }
```

Gambar 4.5 Kode Digital Read dan Write

Pada baris kode 2-3 merupakan pembuatan variable untuk push button dan lampu LED yang akan digunakan. Selanjutnya pada baris kode 6 merupakan pembuatan variable untuk state button apakah ditekan atau tidak ditekan jika tidak ditekan maka nilai-nya 0 dan jika ditekan nilai-nya menjadi 1.

Pada baris kode 8 merupakan fungsi untuk mengisi *setup* yang diperlukan supaya program dapat dijalankan. Pada baris ke-10 penulis menginisialisasi bahwa lampu LED digunakan sebagai output. Kode baris ke-12 menginisialisasi push button digunakan sebagai input program. Baris 16 adalah fungsi yang membuat program berjalan terus menerus dengan kata lain baris 16 adalah inti dari program

yang akan dijalankan. Kode baris 18 merupakan pembacaan push button apakah di tekan atau tidak jika ditekan nilainya 1 jika tidak maka nilainya 0, setelah itu nilai tersebut dijadikan nilai `buttonState`. Kode baris 22 - 27 adalah pengecekan logika jika `buttonState == HIGH` atau `buttonState` nilainya 1, Maka akan menjalankan fungsi `digitalWrite` dimana lampu LED akan menyala atau nilai value nya diganti menjadi HIGH begitu juga sebaliknya jika nilai `buttonState` itu LOW atau nilainya 0 maka fungsi `digitalWrite` juga diubah value dari lampu LED menjadi LOW atau mati.

4.5.2 Pembuatan Program Arduino 9 Axis Motion Shield

Pada sub bab ini membahas kegunaan kode pada program arduino shield disini penulis menggunakan library `Arduino_NineAxesMotion.h` untuk menjadi jembatan antara API dan lingkungan arduino. Library ini memungkinkan pembacaan pergerakan *roll*, *pitch*, *yaw* pada arduino board. Berikut adalah program lengkap arduino 9 axis motion shield.

```

1 #include "Arduino_NineAxesMotion.h"           //Contains the bridge
2 code between the API and the Arduino Environment
3 #include <Wire.h>
4 #include <Servo.h>
5
6 int servoPin1=9;
7 int servoPin2=8;
8 Servo myServo1;
9 Servo myServo2;
10 NineAxesMotion mySensor;
11 unsigned long lastStreamTime = 0;
12 const int streamPeriod = 20;
13
14
15 void setup() {
16 // put your setup code here, to run once:
17 Serial.begin(9600);
18 myServo1.attach(servoPin1);
19 myServo2.attach(servoPin2);
20 Wire.begin();
21 mySensor.initSensor();
22 mySensor.setOperationMode(OPERATION_MODE_NDOF);
23 mySensor.setUpdateMode(AUTO);
24
25 }
26
27 void loop() {
28 // put your main code here, to run repeatedly:
29 if ((millis() - lastStreamTime) >= streamPeriod)
30 {

```



```

31   lastStreamTime = millis();
32   mySensor.updateEuler();
33   mySensor.updateCalibStatus();
34
35   Serial.print(" Roll: ");
36   Serial.print(mySensor.readEulerRoll());
37   Serial.print("deg ");
38
39   Serial.print(" Pitch: ");
40   Serial.print(mySensor.readEulerPitch());
41   Serial.print("deg ");
42
43   Serial.println();
44
45   int value = mySensor.readEulerRoll();
46   value = map(value, -90, 90, 0, 180);
47   myServo1.write(value);
48   Serial.println(value);
49
50
51   int value1 = mySensor.readEulerPitch();
52   value1 = map(value1, -180, 180, 0, 180);
53   myServo2.write(value1);
54   Serial.println(value1);
55 }
56}

```

Gambar 4.6 Kode Rangkaian Arduino 9 Axis Motion Shield

Pada baris kode 1-4 bertujuan untuk mengimpor fungsi-fungsi yang sudah didefinisikan pada library yang sudah dibuat. Pada baris kode 6-12 merupakan pendefinisian variable dan objek seperti pada baris 6 dan 7 mendefinisikan bahwa servo1 terhubung dengan pin input/output 9 dan untuk servo2 terhubung dengan pin input/output 8. Untuk baris kode 8-9 mendeklarasikan objek servo yang digunakan untuk mengendalikan servo motor. Pada baris kode 16-23 merupakan setup yang diperlukan agar program dapat berjalan. Pada baris kode 17 merupakan inisialisasi komunikasi serial dengan baud rate 9600 untuk debugging. Selanjutnya pada baris kode 18-19 berfungsi untuk melampirkan objek servo ke pin yang sesuai. Pada baris kode 20 digunakan untuk memulai komunikasi I2C dengan Wire.begin(). Pada baris kode 21 merupakan inisialisasi sensor IMU dengan mySensor.initSensor(). Pada baris kode 22 berfungsi untuk mengatur mode operasi sensor IMU menjadi OPERATION_MODE_NDOF (*Nine Degrees of Freedom*) yang mencakup percepatan, kecepatan sudut dan magnetometer. Pada baris kode 23 berfungsi untuk mengatur mode pembaruan sensor IMU menjadi AUTO, artinya nilai dari sensor akan diperbarui secara otomatis.

Pada baris kode 28-54 berisi kode utama program. Pada baris kode 29 menggunakan pengecekan waktu untuk membatasi frekuensi pembaruan servo motor agar tidak terlalu cepat. Pada baris kode 31-33 berfungsi untuk mengupdate sensor IMU Ketika waktu yang ditentukan sudah tercapai. Pada baris kode 35-41 berfungsi untuk menampilkan data roll dan pitch dari sensor IMU melalui komunikasi serial untuk debugging. Pada baris kode 45-48 berfungsi untuk menggerakkan servo motor pertama, pada baris kode 46 penulis menggunakan fungsi map(), fungsi ini digunakan untuk melakukan mapping pada data yang dibaca dari sensor IMU sebelum menggunakan servo motor. Fungsi map berfungsi untuk mengubah nilai dari satu rentang angka ke rentang angka lain dengan proporsi yang sesuai. Dikarenakan nilai roll yang dibaca dari sensor IMU tidak sesuai dengan nilai derajat yang dibutuhkan oleh motor servo. Nilai rentang terkecil pada rentang nilai roll dari sensor IMU adalah -90 dan rentang terbesarnya adalah 90, maka nilai -90 itu diganti dengan nilai 0 agar dapat menggerakkan servo motor dan nilai 90 juga diubah jadi 180, contohnya jika nilai value adalah -45 maka hasil mapping adalah 90, karena 90 berada di tengah tengah rentang 0 hingga 180, Dengan begitu, servo motor akan bergerak sesuai dengan nilai yang sudah di mapping tersebut. Pada baris kode 51-54 berfungsi untuk menggerakkan servo motor kedua dengan menggunakan fungsi map(). Sama seperti baris kode 45-48 tetapi disini value pitch yang dikeluarkan rentangnya lebih tinggi, jadi akan disesuaikan agar servo motor ke-2 dapat bergerak dengan sesuai. Berikut adalah hasil dari kode diatas saat dilihat di dalam serial monitor.

```
COM3
13:09:47.359 -> 92
13:09:47.359 -> 88
13:09:47.359 -> Roll: 2.94deg Pitch: -4.75deg
13:09:47.406 -> 93
13:09:47.406 -> 88
13:09:47.406 -> Roll: 4.06deg Pitch: -4.94deg
13:09:47.453 -> 95
13:09:47.453 -> 87
13:09:47.453 -> Roll: 6.31deg Pitch: -4.94deg
13:09:47.500 -> 97
13:09:47.500 -> 88
13:09:47.500 -> Roll: 7.94deg Pitch: -5.00deg
13:09:47.547 -> 99
13:09:47.547 -> 87
13:09:47.547 -> Roll: 9.63deg Pitch: -5.25deg
13:09:47.547 -> 101
13:09:47.594 -> 87
13:09:47.594 -> Roll: 11.75deg Pitch: -5.38deg
13:09:47.640 -> 101
13:09:47.640 -> 87
13:09:47.640 -> Roll: 12.00deg Pitch: -5.50deg
13:09:47.640 -> 102
13:09:47.687 -> 87
13:09:47.687 -> Roll: 12.69deg Pitch: -5.63deg
13:09:47.687 -> 103
13:09:47.734 -> 87
13:09:47.734 -> Roll: 13.13deg Pitch: -5.63deg
13:09:47.734 -> 102
13:09:47.734 -> 87
13:09:47.781 -> Roll: 12.63deg Pitch: -5.31deg
13:09:47.781 -> 101
13:09:47.828 -> 87
13:09:47.828 -> Roll: 10.31deg Pitch: -4.63deg
13:09:47.828 -> 99
13:09:47.828 -> 88
13:09:47.875 -> Roll: 9.06deg Pitch: -3.94deg
13:09:47.875 -> 98
13:09:47.875 -> 88
13:09:47.875 -> Roll: 7.63deg Pitch: -3.25deg
13:09:47.922 -> 97
13:09:47.922 -> 88
13:09:47.922 -> Roll: 6.88deg Pitch: -2.94deg
13:09:47.968 -> 96
13:09:47.968 -> 89
13:09:47.968 -> Roll: 6.06deg Pitch: -2.56deg
☐ Autoscroll ☒ Show timestamp
```

Gambar 4.7 Hasil Output Kode

Dari gambar diatas bisa dilihat hasil dari roll dan pitch awal mula saat nilai diambil dari IMU, dan nilai tersebut sudah berhasil dikonversikan agar dapat menggerakkan servo dengan benar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil praktik kerja lapangan yang sudah dilakukan di Ma Chung Human Machine Interaction Research Center dapat disimpulkan bahwa proses untuk mempelajari penggunaan bahasa pemrograman C++ dalam membaca dan menggerakkan motor servo berhasil.. Hal ini dapat dibuktikan dari proses pengujian rangkaian arduino shield beserta program yang dibuat berhasil menjalankan fungsinya dengan baik dan tidak terdapat *error*.

5.2 Saran

Saran untuk pembuatan project menggunakan Arduino Shield 9 Axis Motion:

1. Pahami terlebih dahulu cara kerja arduino shield dan output yang dikeluarkan.
2. Saat pembuatan program pastikan pengkonversian unit benar mulai dari pembacaan awal yaitu arduino shield agar motor servo bergerak dengan benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah. (2019, September Monday). *Fungky Corp*. Retrieved from Komunikasi I2C (Inter-Integrated Circuit) / Two-wire (TWI): <https://funkynotes.blogspot.com/2019/09/komunikasi-i2c-inter-integrated-circuit.html>
- Arduino. (2019). *Fungsi Digital I/O Arduino*. Retrieved from <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalread/>
- Aris, P. E. (2022, Oktober). *Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo*. Retrieved from <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>
- Faudin, A. (2017, Agustus 31). *Cara mengakses Motor Servo menggunakan Arduino*. Retrieved from <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-motor-servo-menggunakan-arduino/>
- Fungsi Math Map() Arduino*. (2022). Retrieved from <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/math/map/>
- Haryanto, T. (2016, January 7). *Digital Input Output pada Arduino*. Retrieved from <https://codepolitan.com/blog/digital-input-output-pada-arduino>
- Khairi, M. H. (2024). Retrieved from Mengenal Fungsi map() pada Arduino: <https://www.mahirelektro.com/2020/12/mengenal-fungsi-map-pada-arduino.html>
- Mugi, W. (2022). *Medicalogy.com*. Retrieved from 3 Kegunaan Alat Patient Monitor: <https://www.medicalogy.com/blog/tiga-kegunaan-alat-patient-monitor/>
- Prasetyo, E. A. (2018). *Arduino UNO ATmega328P*. Retrieved from <https://www.arduinoindonesia.id/2022/08/pengertian-dan-penjelasan-arduino-uno.html>