

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tapak Suci Putera Muhammadiyah atau disingkat tapak suci adalah sebuah aliran perguruan seni beladiri yang merupakan gabungan dari tiga perguruan silat (Cikauman, Seranoman, dan Kasegu), dan organisasi pencak silat yang merupakan anggota Ikatan Pencak Silat Indonesia (IPSI). Tapak Suci termasuk dalam sepuluh perguruan historis yang menunjang tumbuh dan berkembangnya IPSI sebagai organisasi. Tapak suci berdiri pada tanggal 10 Rabiul Awal 1383 H, atau bertepatan dengan tanggal 31 Juli 1963 di Kauman Yogyakarta. Berasas Islam, bersumber pada Al Qur'an dan As-Sunnah, serta berjiwa persaudaraan. "Dengan Iman dan Akhlak saya menjadi kuat, tanpa Iman dan akhlak saya menjadi lemah", semboyan ini yang selalu ditanamkan pada setiap anggota tapak suci untuk memperkuat jati diri sebagai seni beladiri khas Indonesia yang Islami. Dalam tradisi latihan perguruan seni beladiri tapak suci, selalu memulai dengan membaca doa pembuka serta mengakhirinya dengan membaca doa penutup. Berdirinya tapak suci tidak terlepas dari spirit surat Al-Anfal ayat 60 sebagaimana tercantum dalam muqodimah, yang artinya: "Dan persiapkanlah dengan segala kemampuan untuk menghadapi mereka dengan kekuatan yang kamu miliki dan dari pasukan berkuda yang dapat menggentarkan musuh Allah, musuhmu dan orang-orang selain mereka yang kamu tidak mengetahuinya, tetapi Allah mengetahuinya". Sehingga tapak suci didirikan dalam rangka mempersiapkan

kader-kadernya dengan segala kemampuannya untuk menghadapi segala situasi yang akan terjadi terhadap diri sendiri, agama maupun bangsa. Sebagai, tapak suci berada di bawah naungan Persyarikatan Muhammadiyah. Sehingga tapak suci tidak sekadar menjadi perguruan bela diri, melainkan juga menjadi sarana dakwah, terutama bagi warga Muhammadiyah guna mencetak kader-kader persyarikatan yang siap melaksanakan dakwah amar ma'ruf nahi munkar guna menegakkan aqidah Islam yang bersumber pada Al qur'an dan Sunnah. Perguruan seni beladiri tapak suci terbuka untuk keanggotaan tidak hanya bagi umat Islam tetapi untuk siapa saja yang tertarik, baik di Indonesia maupun di luar negeri. Tepat pada tanggal 31 Juli 2023 Tapak suci menapaki usia yang ke-60 tahun, dengan mengangkat tema "dari Indonesia untuk Dunia". Kini tapak suci telah menyebar ke Singapura, Belanda, Jerman, Austria, dan Mesir serta menjadi bagian dari Pimpinan Cabang Istimewa Muhammadiyah (PCIM) di negara setempat. (Septa Candra. 2023)

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) merupakan proses berkelanjutan yang mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia. Ilmu pengetahuan adalah kumpulan pengetahuan yang diperoleh melalui metode ilmiah, sedangkan teknologi adalah penerapan ilmu pengetahuan dalam menciptakan alat dan sistem yang mempermudah kehidupan. Dalam konteks ini, pemahaman tentang iptek menjadi semakin penting seiring dengan kemajuan yang pesat dalam berbagai bidang, termasuk informasi, komunikasi, dan bioteknologi (Khan et al., 2020). Kemajuan dalam iptek juga memunculkan tantangan baru, termasuk isu etika, privasi, dan dampak lingkungan. Oleh karena itu, penting

untuk mengembangkan kerangka kerja yang memastikan bahwa teknologi digunakan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan, serta memberikan manfaat bagi seluruh lapisan masyarakat (Bennett et al., 2022). Dalam olahraga tapak suci juga dapat diterapkan pemanfaatan IPTEK untuk dapat membantu para atlet tapak suci dalam berlatih maupun meningkatkan kemampuan.

Dalam era teknologi saat ini, penggunaan perangkat berbasis teknologi, seperti Arduino Uno, menawarkan solusi inovatif untuk pengukuran yang lebih akurat dan efisien. Arduino Uno adalah platform mikrokontroler yang fleksibel dan mudah diakses, yang memungkinkan pengguna untuk merancang dan membangun alat ukur sesuai dengan kebutuhan spesifik. (Prabowo. 2021) menyatakan bahwa integrasi teknologi dalam olahraga tidak hanya meningkatkan akurasi pengukuran, tetapi juga memungkinkan atlet dan pelatih untuk memantau kemajuan secara real-time, meningkatkan kualitas latihan yang dilakukan.

Masih sedikitnya parameter ukur tendangan serta pukulan yang digunakan dan perlunya alat untuk mengukur kualitas tendangan serta pukulan. Sehingga terjadinya kesulitan dalam mengetahui peningkatan kecepatan maupun kekuatan dalam tendangan serta pukulan para anggota. Hal ini tentunya berdampak pada aktivitas latihan yang kurang optimal yang sedang dilakukan oleh pelatih kepada anggotanya. Selain itu hal ini juga berdampak pada proses seleksi atlet yang kurang objektif. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian serta perancangan mengenai alat pengukur kecepatan dan kekuatan tendangan serta pukulan pada beladiri tapak suci guna untuk membantu para pelatih dalam memberikan aktivitas latihan yang optimal serta membantu memilih bibit-bibit atlet yang bisa

dikembangkan maupun membantu meningkatkan kualitas tendangan serta kualitas pukulan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang alat yang mampu mengukur kecepatan tendangan dan pukulan dengan menggunakan monitoring berbasis Arduino Uno?
2. Bagaimana cara mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan serta tendangan?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk merancang alat yang mampu mengukur kecepatan tendangan dan pukulan dengan menggunakan monitoring berbasis Arduino Uno.
2. Untuk mengetahui cara mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan serta tendangan.

D. Batasan Masalah

1. Membangun sebuah sistem yang dapat mengukur tendangan dan pukulan berbasis Arduino Uno.
2. Sistem ini menggunakan Modul Bluetooth sebagai modul komunikasi via nirkabel dan Serial Bluetooth Terminal sebagai platform untuk monitoring.
3. Alat yang digunakan menggunakan sensor FSR (Force Sensitive Resistor) dan Proximity E18-D80NK
4. Pengujian dilakukan pada saat menendang dan memukul pada samsak.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah membantu para atlet beladiri tapak suci dalam mengukur kekuatan dan tendangan sehingga mudah mengukur kekuatan

pada saat latihan tanding. Perkembangan Teknologi pada penelitian ini agar dimasa depan dapat dikembangkan. Untuk menambah wawasan bagi pembaca dan menambah wawasan bagi peneliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu papan mikrokontroler yang paling populer dalam dunia elektronika dan pemrograman. Dikenalkan pertama kali pada tahun 2005, Arduino Uno menggunakan mikrokontroler ATmega328P dan menawarkan antarmuka yang sederhana serta mudah digunakan, sehingga cocok untuk pemula maupun pengembang berpengalaman. Arduino Uno memungkinkan pengguna untuk membuat berbagai proyek elektronik, mulai dari yang sederhana hingga kompleks, dengan menggunakan bahasa pemrograman C/C++ (Mason & Kearney, 2020).

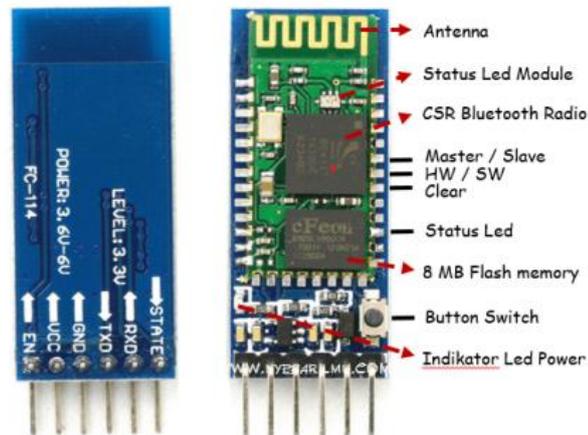
Keunggulan utama dari Arduino Uno adalah kemudahan dalam pemrograman dan kemampuannya untuk berinteraksi dengan berbagai sensor dan aktuator. Dengan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE, pengguna dapat dengan cepat menulis dan mengunggah kode ke papan mikrokontroler. Hal ini memungkinkan pengembangan prototipe yang cepat dan efisien, yang sangat berharga dalam pendidikan dan penelitian (Fang et al., 2021).

Arduino Uno diprogram menggunakan Arduino IDE, sebuah lingkungan pengembangan terintegrasi yang mempermudah proses pemrograman. Kode untuk Arduino umumnya ditulis dalam bahasa pemrograman C/C++, meskipun dengan beberapa ekstensi khusus untuk platform Arduino. Struktur program terdiri dari

Menurut Prianto (2019), Arduino Uno telah banyak digunakan dalam pengembangan alat-alat elektronik berbasis mikrokontroler karena memiliki fitur yang lengkap namun mudah dipelajari. Penggunaan Arduino dalam alat ukur memungkinkan pengolahan data secara real-time dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, Arduino Uno sering dijadikan platform utama dalam pembuatan alat ukur yang inovatif di berbagai bidang, termasuk olahraga.

2. Modul Bluetooth

Bluetooth merupakan nama yang diberikan kepada untuk teknologi baru dengan menggunakan short-range radio links untuk menggantikan koneksi kabel portable atau alat elektronik yang sudah pasti. Tujuannya adalah mengurangi kompleksitas, power serta biaya. Bluetooth diimplementasikan pada tempat-tempat yang tidak mendukung sistem wireless seperti di rumah atau di jalan untuk membentuk Personal Area Networking (PAN), yaitu peralatan yang digunakan secara bersama-sama. Bluetooth memiliki beberapa versi, masing-masing dengan peningkatan dalam hal kecepatan, jangkauan, dan efisiensi energi. Versi terbaru, Bluetooth 5.0, menawarkan kecepatan transfer data hingga 2 Mbps dan jangkauan hingga 240 meter dalam kondisi ideal. Peningkatan ini memungkinkan penggunaan Bluetooth dalam aplikasi yang lebih luas, seperti sistem otomasi rumah dan perangkat wearable (Kumar & Singh, 2020)..



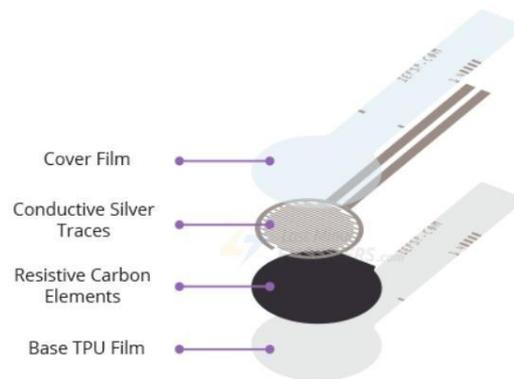
Gambar 2.2. Modul Bluetooth

(sumber: nyebarilmu.com)

Module bluetooth HC-05 adalah modul komunikasi nirkabel via bluetooth yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz dengan pilihan dua mode konektivitas. Mode 1 berperan sebagai slave atau receiver data 10 saja. Mode 2 berperan sebagai master atau dapat bertindak sebagai transceiver. pengaplikasian komponen ini sangat cocok pada project elektronika dengan komunikasi nirkabel atau wireless. Aplikasi yang dimaksud antara lain aplikasi sistem kendali, monitoring, maupun gabungan keduanya.

3. Force Sensing Resistor

Force Sensing Resistor dikenal sebagai Force Sensitive Resistor atau Force Sensor. FSR adalah sensor berbiaya rendah dan mudah digunakan yang dirancang khusus untuk mendeteksi tekanan fisik, tekanan, dan berat. Teknologi yang digunakan pada FSR telah dipatenkan oleh Interlink Electronics yang telah beroperasi sejak tahun 1985. FSR tidak lain adalah resistor variabel yang bervariasi dalam resistansi saat tekanan diterapkan ke area penginderaan. Susunan material pada sensor FSR ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.3. Force Sensing Resistor
(Sumber: google)

FSR terdiri dari beberapa lapisan fleksibel tipis. Semakin ditekan, semakin banyak elemen karbon resistif menyentuh jejak konduktif dan ini mengurangi resistensi. Ada berbagai opsi FSR di luar sana, dan beberapa fitur utama seperti ukuran, bentuk, dan rentang penginderaan yang membedakannya. Sebagian besar FSR memiliki area penginderaan melingkar atau persegi panjang. FSR persegi bagus untuk penginderaan area luas, sementara sensor melingkar kecil dapat memberikan akurasi yang lebih besar ke bidang penginderaan. Ketika tidak ada tekanan, sensor terlihat seperti resistor tak terbatas (sirkuit terbuka). Semakin keras sensor FSR ditekan semakin rendah resistansi antara kedua terminal, tetapi saat tekanan dihilangkan resistansi akan kembali ke nilai aslinya.

4. Proximity E18-D80NK

Proximity E18-D80NK adalah perangkat berbasis teknologi inframerah yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek tanpa kontak fisik. Sensor ini bekerja dengan memancarkan cahaya inframerah dari LED yang terintegrasi, dan mendeteksi pantulan cahaya tersebut dengan menggunakan fototransistor. Ketika

sebuah objek berada dalam jarak tertentu dari sensor, cahaya inframerah yang dipancarkan oleh LED akan dipantulkan kembali ke sensor, memicu fototransistor untuk menghasilkan sinyal output. Sensor ini memiliki jangkauan deteksi maksimal sekitar 80 cm, dan biasanya beroperasi pada tegangan DC 5V. Keuntungan utama dari sensor ini adalah kemampuannya untuk mendeteksi objek dengan cepat dan akurat tanpa memerlukan kontak fisik, sehingga mengurangi keausan mekanis dan meningkatkan keandalan dalam aplikasi otomasi industri, sistem keamanan, serta perangkat elektronik konsumen. Namun, kinerjanya dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti cahaya ambient atau debu, dan jangkauan deteksinya terbatas dibandingkan dengan beberapa jenis sensor lainnya. Sensor Proximity E18-D80NK sangat berguna dalam berbagai aplikasi yang memerlukan deteksi objek yang efisien dan tanpa sentuhan langsung.



Gambar 2.4. Proximity E18-D80NK

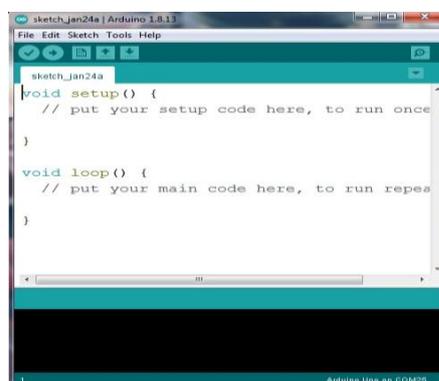
(Sumber: google.com)

5. Software Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan software untuk melakukan pembuatan program terintegrasi agar dalam melakukan pengembangan pada berbagai macam hardware. Pembuatan program, compile serta upload program ke board mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino

Uno. Bahasa yang digunakan untuk pemrograman yaitu bahasa C pada software untuk membuat logika input dan output. Salah satu fitur utama dari Arduino IDE adalah kemampuannya untuk mempermudah pemrograman bagi pemula. Dengan menyediakan berbagai pustaka (libraries) dan contoh kode, pengguna dapat dengan cepat memahami cara kerja berbagai sensor dan aktuator. Hal ini sangat berkontribusi terhadap pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan pengembangan keterampilan teknis di kalangan siswa dan penggemar elektronika (Khan et al., 2021).

Namun, meskipun Arduino IDE menawarkan banyak kemudahan, ada juga beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Misalnya, IDE ini mungkin tidak memiliki fitur pemrograman lanjutan yang terdapat dalam lingkungan pengembangan lainnya, seperti Visual Studio atau Eclipse, yang bisa menjadi kendala bagi pengguna yang lebih berpengalaman. Oleh karena itu, pemilihan IDE yang tepat harus disesuaikan dengan tingkat keterampilan dan kebutuhan proyek (Santos et al., 2022).

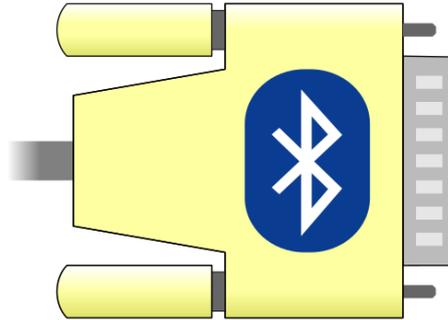


Gambar 2.5. *Arduino IDE (Integrated Development Environmet)*

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

6. *Serial Bluetooth Terminal*

Aplikasi Serial Bluetooth Terminal adalah alat yang memungkinkan komunikasi nirkabel antara perangkat seperti smartphone dan mikrokontroler melalui teknologi Bluetooth, yang menggunakan gelombang radio frekuensi rendah untuk mentransfer data dalam jarak dekat. Pada dasarnya, komunikasi ini dilakukan melalui protokol Serial Port Profile (SPP), yang mendukung pengiriman data dalam format serial. Modul Bluetooth, seperti HC-05 atau HC-06, sering digunakan untuk menambahkan kemampuan Bluetooth pada proyek mikrokontroler, dihubungkan melalui pin RX dan TX untuk pertukaran data. Aplikasi terminal ini menyediakan antarmuka sederhana bagi pengguna untuk mengirim perintah dan menerima respons dari perangkat yang terhubung, sehingga memudahkan pengujian dan debugging. Selain itu, aplikasi ini sangat berguna dalam proyek DIY, otomasi rumah, dan Internet of Things (IoT), memberikan cara yang intuitif bagi pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat. Meskipun Bluetooth menawarkan kemudahan, penting juga untuk mempertimbangkan aspek keamanan dan jarak efektif komunikasi, yang biasanya berkisar antara 10 hingga 100 meter. Dengan pemahaman dasar ini, pengguna dapat memanfaatkan aplikasi Serial Bluetooth Terminal untuk membangun sistem yang lebih interaktif dan fungsional dalam berbagai aplikasi elektronik.



Gambar 2.6. Logo Serial Bluetooth Terminal
(Sumber: serial-bluetooth-terminal.id.aptoide.com)

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan referensi guna untuk penelitian ini maka akan dicantumkan beberapa hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan:

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Nurkholis Yulianto, 2023). Tentang “Rancang Bangun Alat Pembaca Jumlah dan Tendangan Sabit pad Beladiri Pencak Silat”. Pada penelitian ini Penelitian ini didasarkan pengamatan bahwa pengukuran manual tendangan sabit pada atlet pencak silat kurang efektif karena memerlukan tingkat fokus yang tinggi dalam memperhatikan atlit berlatih tendangan. Sering kali pengukuran atlit tidak dapat mengukur kecepatan tendangan sabit. sehingga penelitian ini bertujuan merancang alat otomatis untuk mengukur jumlah dan kecepatan tendangan sabit pada atlet pencak silat. Alat ini menggunakan sensor Proximity E18-D80NK sebagai detektor sehingga gerakan tendangan sabit dapat tedeteksi otomatis oleh alat dan memiliki sistem countdown

timer yang dapat diatur melalui keypad sehingga membantu atlet untuk mengatur durasi tendangan.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Ulfa Lunnsia, Haerul Pathoni dan Yosi Riduas Hais 2022). Tentang “Perancangan Alat Pengukur Kecepatan dan Kekuatan Tendangan Serta Pukulan pada Beladiri dengan Sensor Force Sensing Resistor (FSR) Dan Nodemcu ESP32”. Pada Penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu: studi literatur, mempersiapkan alat dan bahan, perancangan serta pemodelan, pembuatan alat serta pengujian dan analisa data. Cara kerja alat ini responden melakukan tendangan atau pukulan ke foot boxing pad yang telah dipasang sensor FSR. Pada saat yang bersamaan waktu dimulai dengan menekan tombol start. Setelah melakukan tendangan atau pukulan maka waktu akan di hentikan dengan menekan tombol stop. Tekanan dan waktu tersebut akan dibaca oleh NodeMCU ESP32, data akan dikirim melalui bluetooth ke aplikasi Blynk dan di tampilkan dengan TM1637.

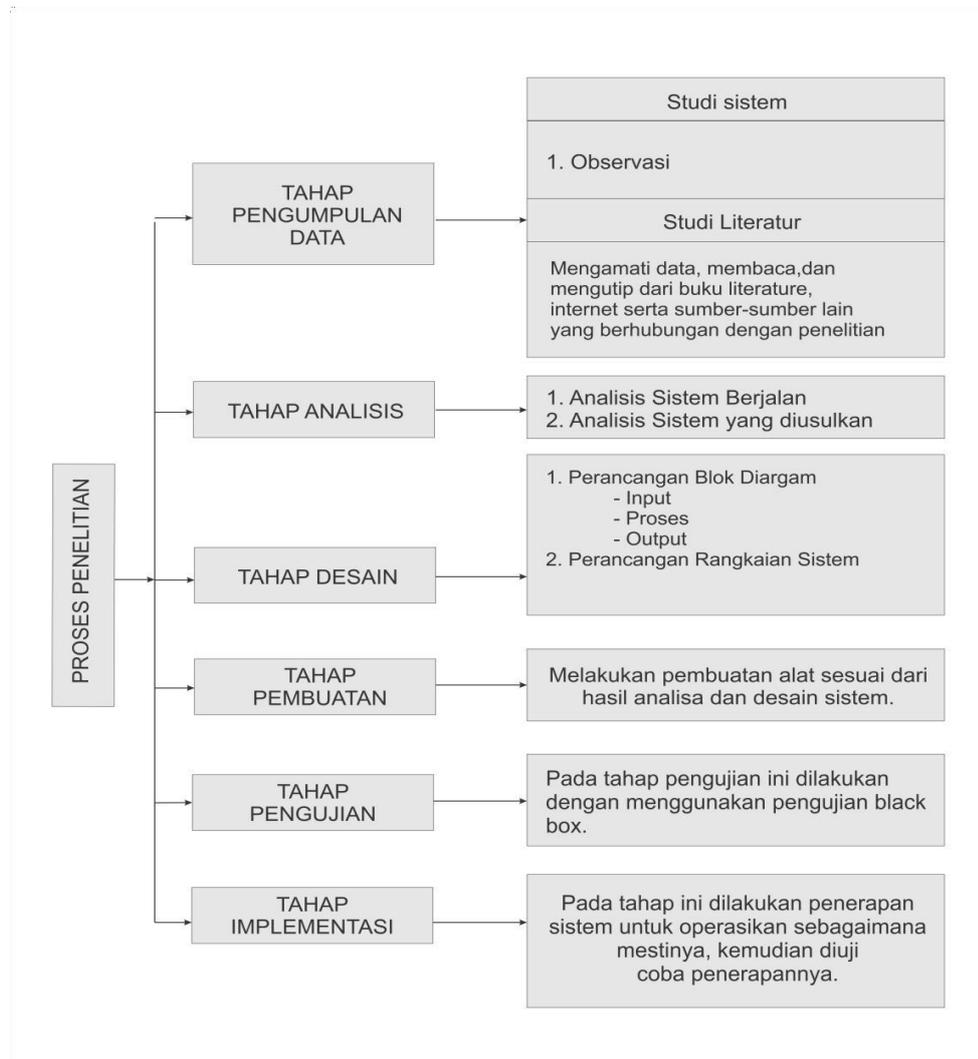
Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Mohammad Nurcholis, Ratna Mustika Yasi dan Charis Fathul Hadi 2020). Tentang “Rancang Bangun Alat Ukur Kekuatan Pukulan Atlet Beladiri Menggunakan Sensor Fsr (Force Sensitive Resistor) Berbasis Mikrokontroller Atmega328”. Pada penelitian ini Penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah, yakni: studi literatur, perancangan, pembuatan prototype, pengujian alat, hasil, analisis dan pembahasan, dan kesimpulan. Alat ukur kekuatan pukulan atlet beladiri terlebih dahulu dilakukan uji kelayakan prototype oleh ahli materi, ahli media dan ahli fisik serta dilakukan uji performa prototype oleh 5 orang atlet beladiri dengan 5 kali pukulan

menggunakan pukulan depan atau lurus. Subjek penelitian ini adalah pelatih dan atlet cabang olahraga beladiri pencak silat. Instrumen pengumpulan data yang digunakan penelitian ini adalah berupa angket dan tabel.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Tahap Penelitian

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Lokasi pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare.

2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu Kegiatan											
		Bulan Ke-1				Bulan Ke-2				Bulan Ke-3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■										
2	Perancangan Desain Alat		■	■	■								
3	Instalasi Komponen Utama					■							
4	Pembuatan Kerangka Alat						■	■					
5	Uji Lapangan								■				
6	Evaluasi Dan Analisis Hasil Uji									■			
7	Pembuatan Laporan Hasil Penelitian										■	■	■

C. Alat dan Bahan

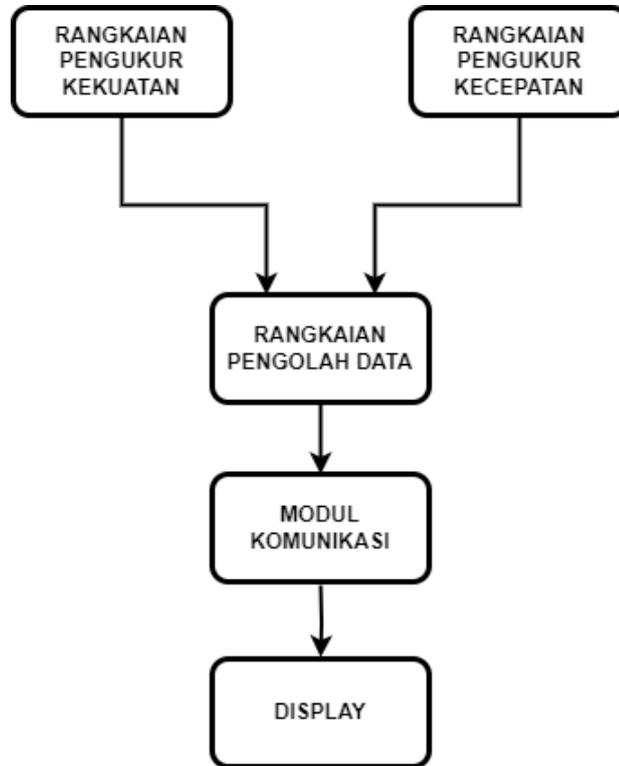
Berikut alat dan komponen yang digunakan pada perancangan ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Alat dan Bahan yang dibutuhkan

No.	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Arduino Uno	1 buah
2	Modul Bluetooth	1 buah
3	FSR (force sensitive resistor)	1 buah
4	Proximity E18-D80NK	2 buah
5	Samsak	1 buah
6	Serial Bluetooth Terminal	1 buah
7	Handphone	1 buah

D. Rancangan Penelitian

Adapun rancangan penelitian dalam bentuk blok diagram:



Gambar 3.2 Blok Diagram

Blok Diagram yang ditunjukkan sebagaimana pada gambar 3.2 dapat dijelaskan sebagai berikut:

Rangkaian yang telah terpasang pada alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan serta tendangan berbasis Arduino Uno dengan menanamkan FSR (Force Sensitive Resistor) pada Samsak kemudian di ukur menggunakan tendangan dan pukulan sehingga menampilkan kecepatan tendangan dan pukulan pada aplikasi Serial Bluetooth Terminal.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan.

a. Data Primer

Data primer yaitu data yang didapat langsung dilapangan. Data ini diperoleh melalui teknik observasi yang dilakukan untuk mengetahui secara langsung kegiatan Tapak Suci saat latihan.

b. Data Sekunder

Data Skunder yang di mana data di ambil dari buku jurnal atau penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini. Dan mengambil data dari berbagai sumber yang berkaitan tentang penelitian yang diperlukan untuk mendapatkan referensi yang tepat dan akurat sesuai dengan penelitian ini.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

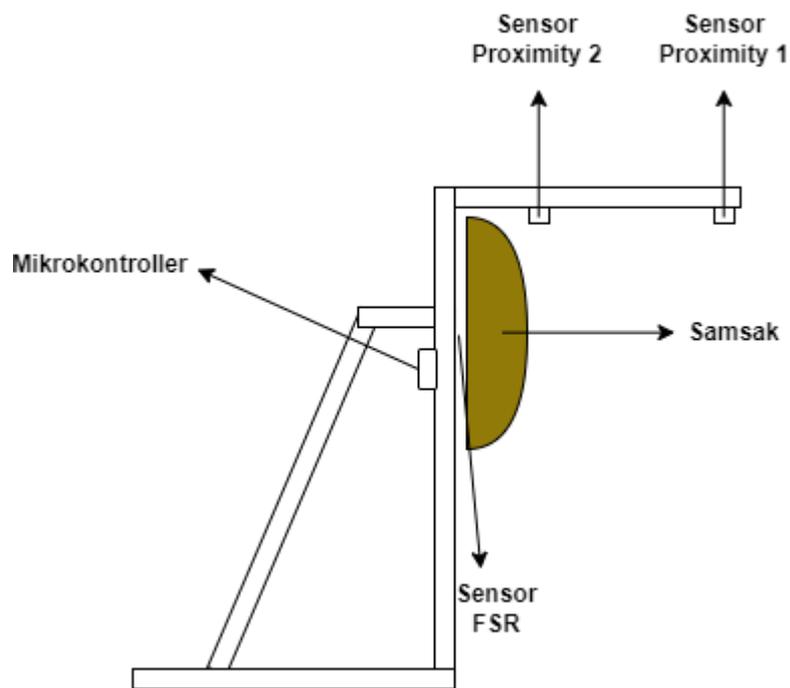
A. Perancangan Perangkat Keras

1. Kontruksi Alat

Dalam penelitian ini, alat yang dirancang untuk mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan serta tendangan berbasis Arduino Uno terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi. Konstruksi alat dimulai dengan pemilihan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama, yang berfungsi sebagai otak dari sistem. Arduino Uno dipilih karena kemudahan pemrograman dan kompatibilitasnya dengan berbagai sensor.

Alat ini dilengkapi dengan sensor FSR (Force Sensitive Resistor) yang berfungsi untuk mengukur kekuatan pukulan dan tendangan. Sensor FSR akan mendeteksi perubahan resistansi yang terjadi saat tekanan diberikan, sehingga menghasilkan nilai yang dapat diinterpretasikan sebagai kekuatan. Selain itu, dua sensor proximity digunakan untuk mengukur kecepatan gerakan pukulan dan tendangan. Sensor ini akan mendeteksi kedekatan objek (pukulan atau tendangan) dengan sensor, sehingga dapat menghitung waktu yang diperlukan untuk mencapai titik tertentu dan menghitung kecepatan berdasarkan jarak yang ditempuh.

Untuk komunikasi data, alat ini dilengkapi dengan modul Bluetooth yang memungkinkan pengiriman data secara nirkabel ke perangkat lain, seperti smartphone atau komputer. Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut akan ditampilkan melalui aplikasi Serial Bluetooth Terminal, sehingga pengguna dapat melihat hasil pengukuran secara real-time dan melakukan analisis lebih lanjut.

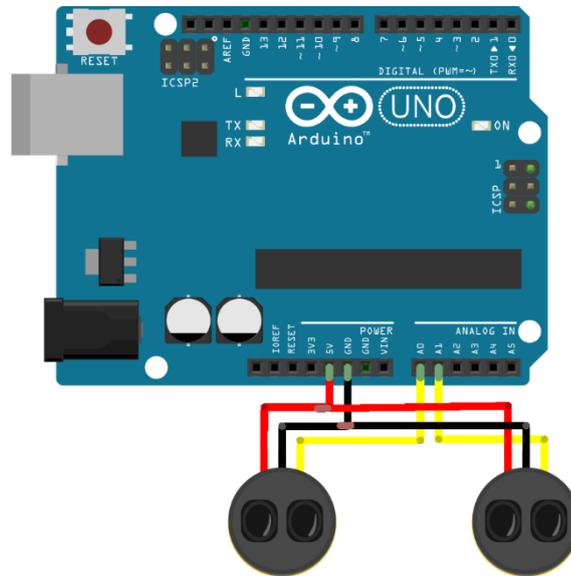


Gambar 4.1 Konstruksi Alat

2. Rangkaian Elektronika

Adapun rangkaian-rangkaian pada Alat Ukur Kekuatan dan Kecepatan Pukulan serta Tendangan berbasis Arduino Uno sebagai berikut:

a. Rangkaian Pengukur Kecepatan



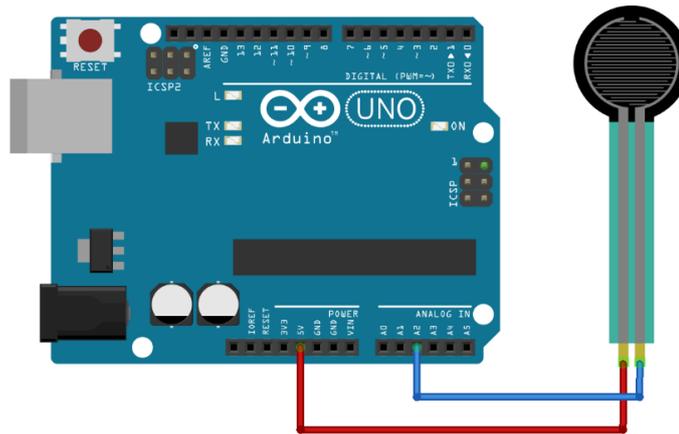
Gambar 4.2 Rangkaian Pengukur Kecepatan

Sensor Proximity 1 berfungsi sebagai titik awal dalam mengukur kecepatan, koneksi dilakukan dengan menyambungkan pin VCC (Power) ke pin 5V pada Arduino, yang berfungsi sebagai sumber daya untuk sensor. Selanjutnya, pin GND (Ground) dari Sensor Proximity 1 dihubungkan ke pin GND pada Arduino untuk menyelesaikan sirkuit ground. Terakhir, pin OUT (Signal) dari sensor ini dihubungkan ke pin A0 pada Arduino, yang akan digunakan untuk membaca sinyal yang dihasilkan oleh sensor.

Sementara itu Sensor Proximity 2 berfungsi sebagai titik akhir dalam mengukur kecepatan, konfigurasi untuk Sensor Proximity 2 mengikuti langkah yang sama. Pin VCC (Power) dari Sensor Proximity 2 juga disambungkan ke pin 5V pada Arduino untuk mendapatkan pasokan daya. Pin GND (Ground) dari sensor ini dihubungkan ke pin GND pada

Arduino untuk memastikan bahwa sirkuit ground berfungsi dengan baik. Terakhir, pin OUT (Signal) dari Sensor Proximity 2 dihubungkan ke pin A1 pada Arduino, sehingga sinyal yang diterima dapat diproses dan dianalisis lebih lanjut.

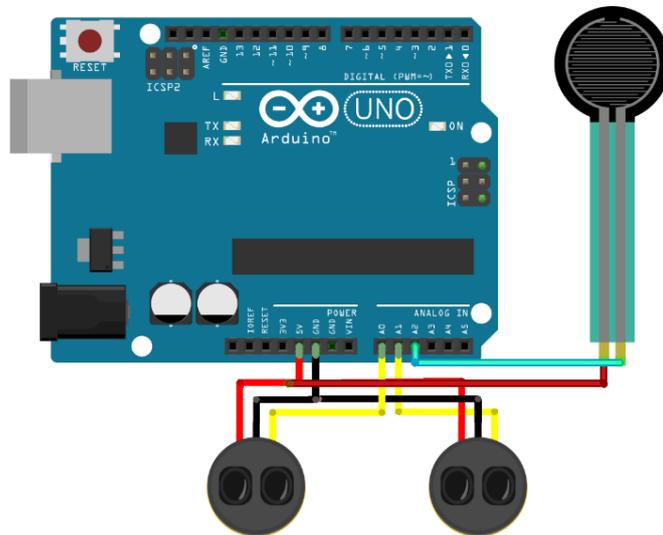
b. Rangkaian Pengukur Kekuatan



Gambar 4.3 Rangkaian Pengukur Kekuatan

Dalam pengaturan koneksi untuk sensor Force Sensitive Resistor (FSR), satu kaki dari FSR dihubungkan ke pin 5V pada Arduino. Hubungan ini berfungsi untuk memberikan pasokan daya yang diperlukan agar sensor dapat beroperasi dengan baik. Sementara itu, kaki lainnya dari FSR dihubungkan ke pin A2 pada Arduino. Koneksi ini memungkinkan Arduino untuk membaca perubahan resistansi yang terjadi pada FSR ketika diberikan tekanan. Dengan konfigurasi ini, Arduino dapat mengukur nilai resistansi dan mengkonversinya menjadi data yang berguna untuk berbagai aplikasi, seperti pengukuran tekanan atau interaksi pengguna.

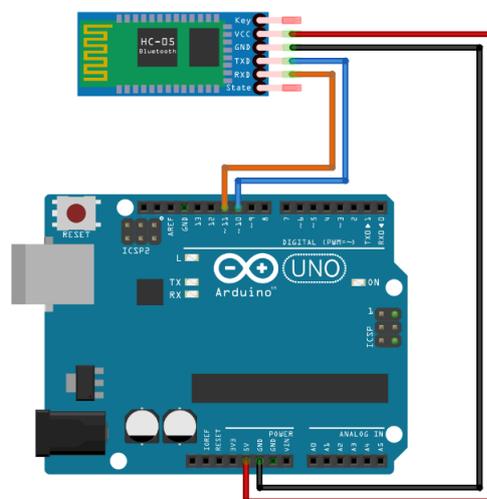
c. Rangkaian Pengolah Data



Gambar 4.4 Rangkaian Pengolah Data

Pada rangkaian pengolah data, Arduino Uno memiliki peran yang sangat penting dalam mengolah data dimana data yang diolah berasal dari Sensor Proximity E18-D80NK dan Sensor FSR yang membaca hasil dari pukulan serta tendangan dari pengguna.

d. Modul Komunikasi



Gambar 4.5 Modul Komunikasi

Dalam konfigurasi koneksi untuk modul komunikasi, pin VCC (Power) dari modul dihubungkan ke pin 5V pada Arduino, yang berfungsi sebagai sumber daya untuk memastikan modul beroperasi dengan baik. Selanjutnya, pin GND (Ground) dari modul dihubungkan ke pin GND pada Arduino untuk menyelesaikan sirkuit ground, yang penting untuk kestabilan sistem. Untuk komunikasi data, pin TX (Transmit) pada modul dihubungkan ke pin 10 pada Arduino, yang berfungsi sebagai pin RX (Receive) pada Arduino. Hal ini memungkinkan modul untuk mengirimkan data ke Arduino. Sebaliknya, pin RX (Receive) pada modul dihubungkan ke pin 11 pada Arduino, yang berfungsi sebagai pin TX (Transmit). Dengan konfigurasi ini, modul dapat melakukan komunikasi dua arah dengan Arduino, memungkinkan pertukaran data yang efisien antara keduanya.

e. Display

Dalam rancang bangun alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan serta tendangan berbasis Arduino Uno, salah satu komponen penting yang diperhatikan adalah sistem display. Display berfungsi sebagai antarmuka antara alat ukur dan pengguna, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah membaca dan memahami data yang dihasilkan.

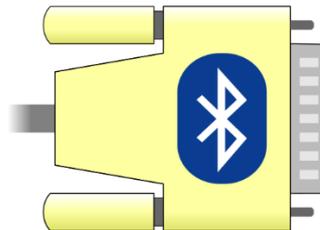
Pada alat ini, display yang digunakan adalah aplikasi pada *android* yang terintegrasi dengan sistem Arduino. Layar ini menampilkan nilai kecepatan dan kekuatan pukulan serta tendangan secara real-time,

sehingga atlet dan pelatih dapat langsung melihat hasil pengukuran tanpa perlu menunggu proses analisis yang lebih lama.

B. Perancangan Perangkat Lunak

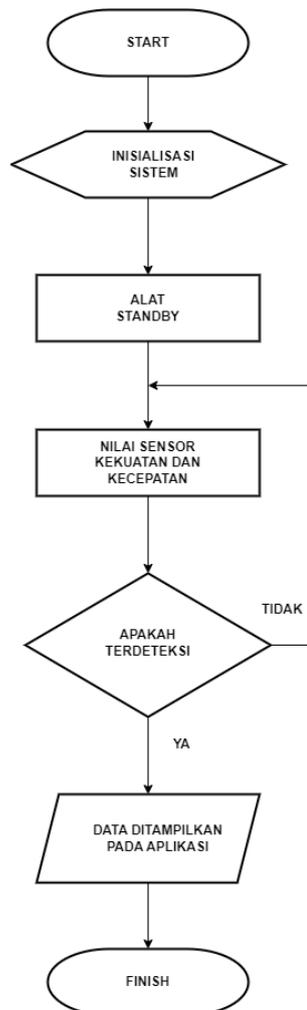
1. Aplikasi yang digunakan

Adapun aplikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah Serial Bluetooth Terminal, yang dimana aplikasi ini berperan penting dalam memproses dan menampilkan data hasil pengukuran. Data yang dikirimkan melalui modul Bluetooth dari alat akan diterima oleh aplikasi Serial Bluetooth Terminal, yang merupakan aplikasi sederhana namun efektif untuk menampilkan data serial secara real-time. Dengan aplikasi ini, pengguna dapat melihat nilai kekuatan yang diukur oleh sensor FSR dan kecepatan pukulan atau tendangan yang dihitung berdasarkan data dari sensor proximity.



Gambar 4.6 Serial Bluetooth Terminal

2. Algoritma Flowchart



Gambar 4.7 Flowchart

Adapun penjelasan mengenai algoritma flowchart pada alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan serta tendangan berbasis Arduino uno antara lain sebagai berikut:

a. Start

Start atau titik awal dari proses. Ini adalah tahap ketika sistem mulai aktif.

b. Inisialisasi Sistem

Mengatur dan menyiapkan semua komponen yang diperlukan dalam sistem, seperti sensor, tampilan, dan komunikasi antara Arduino dan aplikasi. Ini termasuk inisialisasi pin, konfigurasi sensor, dan pengaturan komunikasi.

c. Alat Standby

Sistem memasuki keadaan siaga, siap menerima input dari pengguna. Pada tahap ini, sistem menunggu tindakan dari pengguna seperti pukulan atau tendangan untuk diukur.

d. Nilai Sensor Kekuatan dan Kecepatan

Sensor yang terhubung dengan Arduino mulai mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan atau tendangan. Data dari sensor diambil dan diproses untuk mendapatkan nilai yang akurat.

e. Apakah Terdeteksi?

Memeriksa apakah sensor berhasil mendeteksi pukulan atau tendangan. Ini adalah keputusan kondisional dalam flowchart.

Jika Ya (terdeteksi) maka data dari sensor akan diproses dan kemudian ditampilkan pada aplikasi. Jika Tidak (tidak terdeteksi) maka sistem kembali ke tahap standby untuk menunggu input baru dari pengguna.

f. Data Ditampilkan pada Aplikasi

Data kekuatan dan kecepatan yang terukur ditransmisikan dan ditampilkan pada aplikasi yang terhubung dengan Arduino. Pengguna dapat melihat hasil pengukuran pada aplikasi ini.

g. Finish

Proses selesai. Sistem dapat kembali ke tahap standby atau dimatikan setelah menampilkan hasil.

3. Pemrograman Mikrokontroller

Adapun penjelasan *sketch* program pada pemrograman mikrokontroller dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

a. Library dan Inisialisasi

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

Library Software Serial digunakan untuk memungkinkan komunikasi serial pada pin digital lainnya, yang berguna untuk menghubungkan modul Bluetooth.

b. Deklarasi pin

```
int sensorPin1 = 2; // Pin untuk sensor pertama  
int sensorPin2 = 3; // Pin untuk sensor kedua  
int sensorValue1 = 0;  
int sensorValue2 = 0;
```

Potongan skrip program ini mendeklarasikan dua pin digital pada board Arduino untuk sensor, di mana sensorPin1 diatur ke pin 2 dan sensorPin2 ke pin 3. Selain itu, terdapat dua variabel integer, sensorValue1 dan sensorValue2, yang diinisialisasi dengan nilai 0. Variabel ini digunakan untuk menyimpan nilai yang dibaca dari masing-masing sensor saat program berjalan. Dengan demikian, skrip ini mempersiapkan infrastruktur dasar untuk membaca data dari dua sensor yang terhubung.

c. Variabel Deteksi Objek

Potongan skrip program ini mendeklarasikan beberapa variabel yang digunakan dalam sistem deteksi objek. Variabel timeStart dan timeEnd, keduanya bertipe unsigned long, digunakan untuk mencatat waktu saat objek melewati sensor pertama dan kedua, masing-masing dimulai dengan nilai 0. Dua variabel boolean, objectDetected1 dan objectDetected2, diinisialisasi dengan nilai false untuk menandakan bahwa tidak ada objek yang terdeteksi pada kedua sensor tersebut. Variabel objectPassedThroughSensor1 juga bertipe boolean, berfungsi untuk menunjukkan apakah objek telah melewati sensor pertama. Terakhir,

```
unsigned long timeStart = 0; // Waktu saat objek melewati sensor pertama
unsigned long timeEnd = 0; // Waktu saat objek melewati sensor kedua
bool objectDetected1 = false;
bool objectDetected2 = false;
bool objectPassedThroughSensor1 = false; // Menandakan objek sudah melewati sensor 1
int objectCount = 1; // Penghitung jumlah objek
```

variabel `objectCount` diatur ke 1 untuk menghitung jumlah objek yang terdeteksi, yang bisa digunakan dalam analisis lebih lanjut.

d. Inisialisasi Modul Bluetooth

```
// Inisialisasi modul Bluetooth (TX, RX)
SoftwareSerial bluetooth(10, 11); // RX, TX
```

Potongan skrip program ini melakukan inisialisasi untuk modul Bluetooth menggunakan pustaka `SoftwareSerial`. Dengan pernyataan `SoftwareSerial bluetooth(10, 11);`, pin 10 ditetapkan sebagai pin penerima (RX) dan pin 11 sebagai pin pengirim (TX) untuk komunikasi serial. Hal ini memungkinkan Arduino untuk berkomunikasi dengan perangkat Bluetooth melalui pin digital tersebut, sehingga data dapat dikirim dan diterima secara nirkabel.

e. Void Setup

```
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Serial monitor
  bluetooth.begin(9600); // Modul Bluetooth
  pinMode(sensorPin1, INPUT);
  pinMode(sensorPin2, INPUT);
}
```

Potongan skrip program ini merupakan fungsi `setup()` yang dijalankan sekali saat Arduino dinyalakan. Di dalam fungsi ini, `Serial.begin(9600);` menginisialisasi komunikasi serial dengan kecepatan 9600 bps untuk memantau data di Serial Monitor. Selanjutnya, `bluetooth.begin(9600);` mengatur modul Bluetooth agar beroperasi pada

kecepatan yang sama. Fungsi `pinMode(sensorPin1, INPUT);` dan `pinMode(sensorPin2, INPUT);` digunakan untuk mengatur kedua pin sensor sebagai input, sehingga Arduino dapat menerima data dari sensor yang terhubung. Dengan konfigurasi ini, program siap untuk berinteraksi dengan pengguna dan sensor.

4. Pemrograman Display

```
void loop() {  
  sensorValue1 = digitalRead(sensorPin1);  
  sensorValue2 = digitalRead(sensorPin2);  
  
  // Debugging: Cetak status sensor ke Serial Monitor  
  Serial.print("Sensor 1: ");  
  Serial.println(sensorValue1);  
  Serial.print("Sensor 2: ");  
  Serial.println(sensorValue2);  
}
```

Fungsi `void loop()` dalam program ini berfungsi untuk secara berulang membaca nilai dari dua sensor yang terhubung ke Arduino. Pertama, nilai dari `sensorPin1` dibaca menggunakan fungsi `digitalRead()` dan disimpan dalam variabel `sensorValue1`, sedangkan nilai dari `sensorPin2` juga dibaca dengan cara yang sama dan disimpan dalam variabel `sensorValue2`. Setelah kedua nilai sensor terbaca, program mencetak status dari masing-masing sensor ke Serial Monitor untuk tujuan debugging. Dengan menggunakan `Serial.print()` dan `Serial.println()`, program menampilkan informasi berupa "Sensor 1: " diikuti oleh nilai dari `sensorValue1`, serta "Sensor 2: " diikuti oleh nilai dari `sensorValue2`. Proses ini memungkinkan pengguna untuk memantau secara langsung

status sensor melalui Serial Monitor, sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah dalam sistem yang menggunakan sensor tersebut.

5. Pemrograman Komunikasi Data



Gambar 4.8 Tampilan interface aplikasi

Adapun langkah-langkah menghubungkan data yang telah diproses pada mikrokontroller ke aplikasi Serial Bluetooth Terminal:

- a. Hidupkan Bluetooth di smartphone Anda dan cari perangkat Bluetooth.
- b. Pilih modul Bluetooth Anda (HC-05 atau HC-06) dan pasangkan (biasanya kode PIN adalah 1234 atau 0000).
- c. Buka aplikasi Serial Bluetooth Terminal.
- d. Pilih perangkat Bluetooth yang terhubung.

- e. Setelah terhubung, Anda akan dapat mengirim dan menerima data dari Arduino.

C. Pengujian Alat

1. Menguji Kecepatan

Pada penelitian ini, pengujian kecepatan menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan. Alat ukur yang dirancang bertujuan untuk mengukur kecepatan pukulan dan tendangan secara akurat menggunakan teknologi berbasis Arduino Uno. Proses pengujian kecepatan dilakukan dengan cara meletakkan sensor kecepatan yang terintegrasi dalam sistem, yang akan mendeteksi gerakan pukulan dan tendangan yang dilakukan oleh subjek.

Setelah sensor mendeteksi gerakan, data kecepatan akan dikirimkan ke Arduino untuk diproses dan ditampilkan. Hasil pengujian kecepatan ini tidak hanya memberikan informasi tentang seberapa cepat pukulan atau tendangan yang dihasilkan, tetapi juga memberikan wawasan tentang performa fisik individu dalam olahraga. Dengan demikian, alat ukur ini diharapkan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam meningkatkan teknik dan kekuatan pukulan serta tendangan, serta memberikan data yang relevan untuk pelatihan lebih lanjut.

Berikut adalah hasil uji coba alat dengan menggunakan sensor Proximity E18-D80NK dalam mengukur kecepatan:

Tabel 4.1 Uji coba sensor kecepatan

No.	Nama Subjek	Jarak antara sensor 1 ke sensor 2	Kondisi Sensor 1	Kondisi Sensor 2	Nilai Kecepatan
1	Percobaan 1	10 cm	On	On	0,74 m/s
2	Percobaan 2	10 cm	On	On	0,92 m/s
3	Percobaan 3	10 cm	On	Off	1,23 m/s
4	Percobaan 4	10 cm	On	On	1,23 m/s
5	Percobaan 5	10 cm	On	On	1,85 m/s

Uji alat kecepatan menunjukkan bahwa nilai kecepatan bervariasi berdasarkan kondisi sensor. Pada percobaan dengan kedua sensor "On", nilai kecepatan tercatat 0,74 m/s, 0,92 m/s, dan 1,23 m/s. Sementara itu, percobaan terakhir menghasilkan kecepatan tertinggi, yaitu 1,85 m/s. Temuan ini menegaskan bahwa alat yang dirancang dapat memberikan pengukuran kecepatan yang konsisten dan dapat dipengaruhi oleh kondisi sensor yang digunakan.



Gambar 4.9 Pengujian Proximity E18-D80NK

Adapun pengambilan data untuk kecepatan yang dilakukan sebanyak 5 kali, dimana gerakan yang diuji adalah pukulan dan tendangan:

Tabel 4.2 Hasil pembacaan sensor kecepatan

No.	Nama	Jenis Pengujian	Nilai Kecepatan (m/s)	Waktu Interval (s)
1	Percobaan 1	Pukulan	23,53	0,018
		Tendangan	27,56	0,014
2	Percobaan 2	Pukulan	25,00	0,016
		Tendangan	27,39	0,014
3	Percobaan 3	Pukulan	26,67	0,015
		Tendangan	25,00	0,016
4	Percobaan 4	Pukulan	23,53	0,018
		Tendangan	26,67	0,015
5	Percobaan 5	Pukulan	25,00	0,016
		Tendangan	25,33	0,017

Adapun pengambilan data dengan menggunakan perhitungan matematis dari script pembacaan sensor dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Kecepatan = \frac{Jarak Tempuh}{Waktu Interval}$$

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Matematis

No.	Nama	Jenis Pengujian	Nilai Kecepatan (m/s)	Waktu Interval (s)	Jarak antar sensor (cm)
1	Percobaan 1	Pukulan	11,11	0,018	20
		Tendangan	14,28	0,014	20

2	Percobaan 2	Pukulan	12,5	0,016	20
		Tendangan	14,28	0,014	20
3	Percobaan 3	Pukulan	13,33	0,015	20
		Tendangan	12,5	0,016	20
4	Percobaan 4	Pukulan	11,11	0,018	20
		Tendangan	13,33	0,015	20
5	Percobaan 5	Pukulan	12,5	0,016	20
		Tendangan	11,76	0,017	20

Adapun persentase kesalahan antara hasil pembacaan sensor dan hasil perhitungan matematis, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Error} = \frac{\text{Nilai pembacaan sensor} - \text{Nilai Perhitungan Matematis}}{\text{Nilai Perhitungan Matematis}} \times 100\%$$

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Persentase Error

No.	Nama	Jenis Pengujian	Nilai Kecepatan Pembacaan Sensor (m/s)	Nilai Kecepatan Perhitungan Matematis (m/s)	Persentase error (%)
1	Percobaan 1	Pukulan	23,53	11,11	1,11
		Tendangan	27,56	14,28	0,92
2	Percobaan 2	Pukulan	25,00	12,5	1
		Tendangan	27,39	14,28	0,91
3	Percobaan 3	Pukulan	26,67	13,33	1,0007
		Tendangan	25,00	12,5	1
4	Percobaan 4	Pukulan	23,53	11,11	1,11
		Tendangan	26,67	13,33	1,0007
5	Percobaan 5	Pukulan	25,00	12,5	1,11
		Tendangan	25,33	11,76	1,15

2. Menguji Kekuatan

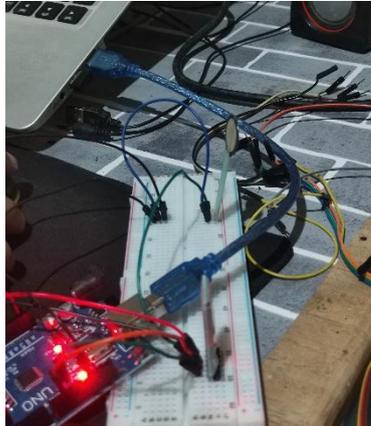
Pada penelitian ini, pengujian kekuatan menjadi salah satu komponen utama yang harus diperhatikan. Alat ukur yang dirancang bertujuan untuk mengukur kekuatan pukulan dan tendangan dengan memanfaatkan teknologi Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor beban. Proses pengujian kekuatan dilakukan dengan cara meminta subjek untuk melakukan pukulan dan tendangan pada alat ukur yang telah dipersiapkan. Sensor beban akan mendeteksi gaya yang diberikan oleh subjek saat melakukan aktivitas tersebut. Data yang diperoleh dari sensor akan diproses oleh Arduino dan ditampilkan dalam bentuk nilai kekuatan dalam satuan Kilogram (Kg).

Tabel 4.5 Uji coba sensor kekuatan

No.	Nama Subjek	Nilai Kekuatan (Kg)
1.	Percobaan 1	0,80
2.	Percobaan 2	1,00
3.	Percobaan 3	0,60
4.	Percobaan 4	0,80
5.	Percobaan 5	1,20

Uji alat kekuatan menunjukkan bahwa nilai kecepatan bervariasi berdasarkan kondisi sensor. Pada percobaan yang dilakukan nilai kekuatan tercatat 0,80Kg, 1,00 Kg, 0,60 Kg , dan 0,80 Kg. Sementara itu, percobaan terakhir menghasilkan kekuatan tertinggi, yaitu 1,20 Kg. Temuan ini menegaskan bahwa alat yang dirancang dapat memberikan pengukuran

kecepatan yang konsisten dan dapat dipengaruhi oleh kondisi sensor yang digunakan.



Gambar 4.10 Pengujian Sensor FSR

Adapun pengambilan data untuk kecepatan yang dilakukan sebanyak 5 kali, dimana gerakan yang diuji adalah pukulan dan tendangan:

Tabel 4.6 Pengambilan data ukur kekuatan

No.	Nama	Jenis Pengujian	Nilai Kekuatan (Kg)
1	Percobaan 1	Pukulan	3,30
		Tendangan	6,60
2	Percobaan 2	Pukulan	2,10
		Tendangan	3,40
3	Percobaan 3	Pukulan	2,24
		Tendangan	4,80
4	Percobaan 4	Pukulan	3,20
		Tendangan	3,80
5	Percobaan 5	Pukulan	3,23
		Tendangan	4,38

3. Pengujian alat secara keseluruhan

Pengujian alat keseluruhan pada rancang bangun alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan serta tendangan berbasis Arduino Uno dilakukan untuk memastikan kinerja dan akurasi sistem secara menyeluruh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu memberikan pengukuran yang konsisten dan dapat diandalkan, dengan analisis data yang mengindikasikan kesesuaian antara hasil pengukuran dan nilai referensi. Umpan balik dari pengguna juga digunakan untuk melakukan perbaikan, sehingga alat ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif bagi pelatih dan atlet dalam meningkatkan performa mereka di bidang olahraga.

Adapun hasil pengujian alat secara keseluruhan yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.7 Pengujian alat secara keseluruhan

No.	Nama	Jenis Pengujian	Nilai Kecepatan (m/s)	Nilai Kekuatan (Kg)
1	Percobaan 1	Pukulan	24,73	3,10
		Tendangan	27,56	4,07
2	Percobaan 2	Pukulan	25,00	3,30
		Tendangan	27,39	4,02
3	Percobaan 3	Pukulan	25,87	3,60
		Tendangan	25,00	3,30
4	Percobaan 4	Pukulan	23,53	3,00
		Tendangan	26,67	3,89
5	Percobaan 5	Pukulan	25,00	3.30
		Tendangan	25,33	3,40

Data pengujian menunjukkan hasil dari lima percobaan yang membandingkan kecepatan dan kekuatan antara pukulan dan tendangan.

Secara umum, tendangan memiliki kecepatan tertinggi pada percobaan pertama dengan 27,56 m/s dan kekuatan 4,07 Kg. Pukulan paling cepat dicatat pada percobaan ketiga dengan 25,87 m/s dan kekuatan 3,60 Kg. Meskipun ada variasi, tendangan umumnya menunjukkan nilai kecepatan dan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan pukulan di sebagian besar percobaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang alat ukur kecepatan yang memanfaatkan teknologi berbasis Arduino Uno untuk mendeteksi kecepatan pukulan dan tendangan secara akurat. Proses pengujian yang dilakukan dengan menggunakan sensor Proximity E18-D80NK menunjukkan bahwa alat ini efektif dalam mengukur kecepatan gerakan. Hasil pengujian menunjukkan variasi nilai kecepatan yang tergantung pada kondisi sensor, dengan nilai terendah 0,74 m/s dan tertinggi 1,85 m/s. Keberhasilan alat ukur ini tidak hanya memberikan data kuantitatif mengenai kecepatan, tetapi juga memberikan wawasan yang berguna tentang performa fisik individu dalam olahraga. Dengan demikian, alat ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam meningkatkan teknik dan kekuatan pukulan serta tendangan, serta menyediakan data yang relevan untuk pengembangan program pelatihan lebih lanjut.

B. SARAN

Dari hasil penelitian ini, disarankan untuk meningkatkan akurasi pengukuran dengan mengeksplorasi penggunaan sensor yang lebih canggih dan melakukan pengujian dalam berbagai kondisi serta teknik untuk mendapatkan data yang lebih komprehensif. Selain itu, pengembangan sistem analisis data yang lebih mendalam dan peningkatan antarmuka pengguna akan membantu dalam

interpretasi hasil. Melakukan uji coba pada populasi yang lebih luas dan menyediakan pelatihan bagi pengguna alat juga sangat penting untuk memaksimalkan manfaat alat ukur ini dalam meningkatkan teknik dan performa atlet.

DAFTAR PUSTAKA

- Khan, M. A., Khan, M. N., & Khan, A. (2020). The impact of technology on academic performance: A study of higher education in Pakistan. *Journal of Education and Practice*, 11(12), 1-8.
- Bennett, C. J., & Raab, C. D. (2022). The Governance of Privacy: Policy Instruments in Global Perspective. *The Information Society*, 38(1), 1-14.
- Fang, Z., Wang, Y., & Zhang, L. (2021). An Overview of Arduino and Its Applications in Engineering Education. *IEEE Access*, 9, 123456-123467. doi:10.1109/ACCESS.2021.3112345.
- Ulfa Lunnisa, Haerul Pathon dan Yosi Riduas Hais, 2022. Perancangan Alat Pengukur Kecepatan dan Kekuatan Tendangan Serta Pukulan pada Beladiri dengan Sensor Force Sensing Resistor (FSR) Dan Nodemcu ESP32. *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 5(1), Juni 2022, 11-16
- Nurkholis Yulianto, 2024. Rancang Bangun Alat Pembaca Jumlah dan Tendangan Sabit pada Beladiri Pencak Silat. Universitas Jambi, 14 February 2023
- Septa Candra , 2023. *Tapak Suci dan Gerakan Dakwah Muhammadiyah*. Diperoleh dari: <https://umj.ac.id/opini/tapak-suci-dan-gerakan-dakwah-muhammadiyah/>. (Diakses 26 Agustus 2024).
- Mohammad Nurcholis, Ratna Mustika Yasi dan Charis Fathul Hadi 2020. Rancang Bangun Alat Ukur Kekuatan Pukulan Atlet Beladiri Menggunakan Sensor Fsr (Force Sensitive Resistor) Berbasis Mikrokontroler Atmega328. *Zetroem Vol 02. No 02 Tahun 2020*.
- Saha, S., Samanta, P., & Mukherjee, S. (2020). IoT Based Smart Home Automation System Using Arduino. *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887.
- Kumar, R., & Singh, A. (2020). Bluetooth Technology: A Review of Its Applications and Future Trends. *Journal of Computer Networks and Communications*, 2020, 1-10. doi:10.1155/2020/8888888.
- Khan, M. A., Khan, M. N., & Khan, A. (2021). The Role of Arduino IDE in Developing Programming Skills Among Students. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 24-35. doi:10.1177/0047239520954446.
- Santos, M. F., & Almeida, J. (2022). Limitations of Arduino IDE for Advanced Programming Projects: A Comparative Study. *Journal of Computer Science and Technology*, 37(2), 345-358. doi:10.1007/s11390-022-00393-1.