Implementasi Komunikasi BLE pada Arduino Nano 33 BLE (peripheral) dengan Dongle ESP32 (central) Dalam Sistem Pendeteksian Gerakan Lansia Saat Jatuh Dan Kecenderungan Jatuh

1st I Putu Yoga Ady Pratama
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
yogaadypratama@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Husneni Mukhtar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
husnenimukhtar@telkomuniversity.ac.id

3rd Istiqomah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
istiqomah@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Menurut hasil riset (Vera, 2021), pasien salah satu rumah sakit di Bandung mengalami persentase jatuh yang cukup tinggi yaitu tujuh puluh sembilan persen dan juga hampir semua kejadian tersebut didominasi oleh lansia yang mencoba berkegiatan tanpa adanya pendampingan oleh orang terdekat [1]. Terjatuhnya lansia di luar ruangan tanpa adanya pendamping, sangat sulit untuk diketahui oleh pihak keluarga. Hal tersebut dikarenakan oleh mayoritas lansia yang kurang menguasai teknologi dalam penggunaan telepon genggam yang dapat mengurangi efektifitas pemberian informasi dari lansia jika lansia terjatuh dan lokasi terjatuh dari lansia. Saat ini, untuk mengetahui informasi lansia saat di luar ruangan hanya melalui informasi yang didapat dari lingkungan tempat tinggal lansia, rutinitas lansia dan orang yang sering berinteraksi dengan lansia. Sebelumnya pernah ada penelitian yang menangani permaslahan ini namun ukuran alat dari penelitia tersebut sangat besar untuk sebuah alat sensing. Oleh karena itu dengan menggunakan Arduino Nano 33 BLE yang dilengkapi sensor akselarasi yaitu LSM9SD1 sebagai alat pendeteksi lansia jatuh dan dikomunikasikan dengan ESP32 menggunakan komunikasi BLE diharapkan akan memperingan alat utama dan memberikan kenyamanan pada lansia (wearable).**

***Kata kunci*— Lansia Jatuh, Komunikasi BLE, ESP32,Sensor IMU LSM9SD1, Wearable.**

I. PENDAHULUAN

Lanjut usia atau manula adalah seseorang yang sudah memasuki umur enampuluh tahun keatas. Manusia yang telah memiliki umur diatas 60 dapat dengan mudah mengalami beberapa penurunan di dirinya, salah satunya adalah penurunan kemampuan tubuh untuk tetap berdiri tegak. Seseorang berumur diatas 60 sangat sulit untuk mempertahankan keseimbangannya sehingga dengan mudah terjatuh.

Menurut World Health Organization (WHO), tingkat jatuh pada orang berusia 65 tahun ke atas meningkat sekitar 2,835%, dan tingkat jatuh pada orang berusia di atas 70 tahun meningkat sebesar 3,242% [2]. Indonesia diperkirakan akan memasuki fase lanjut antara tahun 2010 dan 2035, dengan perkiraan populasi lanjut usia sebesar 48,2 juta pada tahun 2035. Peningkatan usia lanjut ini disebabkan oleh meningkatnya usia harapan hidup di Indonesia. Angka harapan hidup di Indonesia mencapai 70,8 tahun pada tahun 2015. Angka jatuh pada orang dewasa yang memasuki usia lanjut meningkat sekitar 30% per tahun dan pada usia 65 tahun ke atas meningkat sebesar 50% pada usia 80 tahun ke atas. di seluruh dunia. Bertambahnya usia berdampak pada disfungsi organ tubuh yang berisiko terkena osteoporosis. Insiden Resiko tinggi fraktur [3].

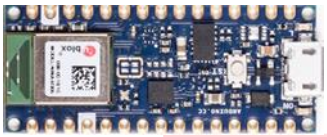
Hal tersebut diakibatkan karena faktor *muskuloskeletal* dimana masa otot pada lansia mengalami penurunan kekuatan. Namun, tidak hanya karena faktor tersebut penyakit juga dapat menjadi salah satu pemicu lansia untuk jatuh. Salah satu contohnya adalah lansia yang memiliki penyakit darah tinggi yang dapat merasakan pusing secara mendadak hingga kehilangan kesadaran dan keseimbangan sehingga terjatuh ketika berjalan. Penyakit kolesterol juga dapat memicu kondisi kehilangan keseimbangan dan kesadaran yang dapat berdampak pada kegiatan jatuh, ketika kadar gula yang dimiliki seseorang sedang diatas batas normal. Potensi terjatuhnya lansia merupakan salah satu dampak terburuk dan dapat mengakibatkan resiko terkena patah tulang hingga kematian setelah terjatuh [4].

Maka dari itu, dari yang sudah dijelaskan sebelumnya, diharapkan adanya suatu solusi yang dapat membantu memonitoring aktivitas lansia di luar ruangan agar keluarga terdekat lansia dapat selalu mengetahui aktivitas serta lokasi dari lansia. Pada solusi tersebut, terdapat klasifikasi gerakan agar dapat memudahkan sistem untuk mendeskripsikan gerakan dari lansia tersebut. Klasifikasi gerakan tersebut adalah jatuh, kecenderungan jatuh, duduk, berdiri dan jalan.

II. KAJIAN TEORI

A. Arduino Nano 33 BLE

Dalam perkembangan zaman, teknologi semakin berkembang dimana banyak dicipotakannya suatu alat yang sangat kecil dan memiliki fitur yang banyak. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya banyak papan pengembang mikrokontroller yang memiliki fitur kompleks dan bisa dipakai oleh siapa saja. Hal ini sejalan dengan teknologi papan pengembang yang akan penulis bahas yaitu Arduino Nano 33 BLE.



GAMBAR 1
Arduino Nano 33 BLE

Arduino Nano 33 BLE adalah papan mikrokontroler yang cocok untuk pemula, pembuat, dan profesional untuk memulai proyek yang mendukung Bluetooth Low Energy (BLE). Mikrokontroler ARM Cortex-M4F 32-bit berjalan pada 64 MHz dengan 1 MB *Framework Memory* 256KB dan *Smash Memory*. Regulator kecil ini memberikan daya yang cukup untuk menggunakan model Tiny ML. Papan ini kompatibel dengan 3,3V dan dilengkapi dengan sensor inersia 9 sumbu yang terintegrasi, sehingga ideal untuk perangkat wearable dan berbagai eksperimen ilmiah yang membutuhkan komunikasi nirkabel jarak pendek [5]. Untuk fitur lebih lengkapnya yaitu :

Pada kontroler ini memiliki beberapa sensor yang sudah built-in dengan perangkat, termasuk akselerometer, giroskop, dan magnetometer. Dengan sensor ini, Arduino Nano 33 BLE dapat mengumpulkan data dari lingkungannya dan mengaktifkan aplikasi seperti deteksi gerakan, pelacakan arah, dan pemantauan suhu lingkungan.

Arduino Nano 33 BLE mempunyai empat belas port input atau output digital serta enam port input analog yang memberikan fleksibilitas untuk menghubungkan dan mengendalikan sensor eksternal

Konektivitas BLE memungkinkan perangkat untuk dapat berkomunikasi nirkabel dengan perangkat lain yang kompatibel dengan BLE seperti smartphone, tablet, dan komputer. Ini membuka kemungkinan besar untuk kendali jarak jauh [6].

B. ESP32

Mikrokontroler ESP32 diproduksi oleh sebuah perusahaan bernama Espressif Systems, sebuah perusahaan yang berbasis di Shanghai, China. Salah satu keunggulan Esp32 adalah sudah memiliki WiFi dan Bluetooth, sehingga akan sangat mudah ketika kita mempelajari cara membuat sistem IoT yang membutuhkan koneksi nirkabel [7].

GAMBAR 2
ESP32

ESP 32 diperkenalkan oleh Espressif System yang merupakan produk penerus mikrokontroler ESP8266. Keunggulan mikrokontroler ESP32 adalah sistem berdaya rendah, biaya rendah dengan modul WiFi yang terpasang di dalam chip mikrokontroler dan memiliki Bluetooth dengan mode ganda dan fungsi volume hemat energi, sehingga lebih fleksibel [8]. Beberapa fitur utama ESP32 yang terkait dengan Bluetooth adalah:

1. Kemampuan Bluetooth Hemat Energi.
2. Dapat digunakan untuk berbagai aplikasi otomasi rumah dan IoT.
3. Dapat diprogram dengan Arduino IDE, MicroPython dan beberapa bahasa pemrograman lainnya.

C. BLE (Bluetooth Low Energy)

Bluetooth Low Energy (BLE) dirancang untuk mengonsumsi daya jauh lebih sedikit daripada Bluetooth tradisional. Keunggulan BLE dibanding teknologi lainnya antara lain komunikasi yang relatif cepat, jangkauan sinyal yang luas, komunikasi tidak terpengaruh oleh benda padat, dan penghematan energi [9] BLE dapat menghemat energi dengan menjaga objek dalam mode tidur hingga sambungan komunikasi dimulai. Parameter yang termasuk dalam beacon/transmitter BLE antara lain [10]:

1) Universally Unique Identifier (UUID) UUID merupakan standar identifikasi berupa 32 digit heksadesimal yang dibagi menjadi 5 kelompok dan dipisahkan dengan tanda strip. UUID digunakan untuk mengidentifikasi organisasi yang memiliki kartu tersebut. Contoh UUID adalah f7826da6-4fa2-4e98-8024-bc5b71e0893e.

2) Indikator Kekuatan Sinyal yang Diterima (RSSI) RSSI adalah indikator kekuatan sinyal yang diterima untuk menerima sinyal pada titik referensi tertentu. RSSI yang dipancarkan oleh suar berkisar antara -0 hingga -100, semakin dekat RSSI ke 0, semakin kuat sinyal yang diterima.

GAMBAR 3
Protokol BLE

Berikut adalah beberapa manfaat BLE:

Konsumsi daya rendah: Konsumsi daya rendah adalah fitur paling penting dari BLE. Protokol ini, seperti namanya, dirancang untuk bekerja dengan daya yang efisien. Perangkat yang menggunakan teknologi BLE biasanya dapat beroperasi dalam waktu yang cukup lama, dari berbulan-bulan hingga bertahun-tahun, karena konsumsi dayanya yang rendah.

Murah: Implementasi BLE membutuhkan biaya yang cukup murah dan sederhana. Oleh karena itu, teknologi BLE banyak digunakan di industri IoT.

Kompatibilitas: Teknologi BLE ini kompatibel dengan banyak perangkat Bluetooth. Integrasi lintas perangkat mudah dan dapat digunakan pada berbagai jenis perangkat.

Jangkauan luas: Teknologi BLE ini dapat bekerja dalam jarak hingga 100 meter bahkan dengan konsumsi daya yang rendah. Dengan cara ini, perangkat yang membutuhkan komunikasi nirkabel dapat digunakan dalam suatu proyek di area yang cukup luas.

`

Pengembangan BLE dengan keunggulannya sangat ideal untuk proyek Internet of Things (IoT) di berbagai bidang. Kebutuhan akan konsumsi energi yang rendah berarti ukuran baterai yang digunakan bisa kecil, sehingga sangat membantu dalam pengembangan perangkat mobile [11].

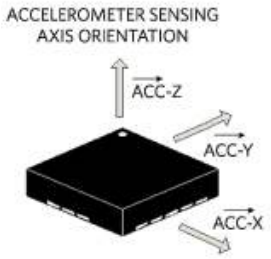
D. Sensor Akselerometer.

Akselerometer adalah sensor yang dapat mengukur kecepatan sebagai fungsi waktu [12]. Peningkatan kecepatan dalam kondisi selang waktu adalah percepatan (percepatan). Namun jika kecepatannya berkurang dibandingkan dengan kecepatan sebelumnya, itu bisa dipahami sebagai perlambatan. Percepatan juga dapat bergantung pada arah, karena perlambatan adalah besaran vektor. Mengubah arah gerak benda juga menyebabkan percepatan. Untuk mendapatkan informasi jarak dari akselerometer, diperlukan proses integrasi multi langkah untuk hasil output sensor [13]. Konsep yang lain juga menjelaskan bahwa, percepatan diartikan suatu laju sesaat perubahan kecepatan, yang bisa dinyatakan dengan persamaan dsdt , selanjutnya rumus ini dapat juga dimaknai sebagai kemiringan dari kurva kecepatan – waktu. Dimana ds/dt = v , dan dv/dt = a, sehingga diperoleh bentuk ketiga yang kemudian dapat diturunkan untuk persamaan percepatan yaitu[3] :

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d\left(\frac{ds}{dt}\right)}{dt} = \frac{d^2v}{dt^2}$$

Keterangan:

a : Percepatan
dv : Perubahan kecepatan
dt : Selang waktu

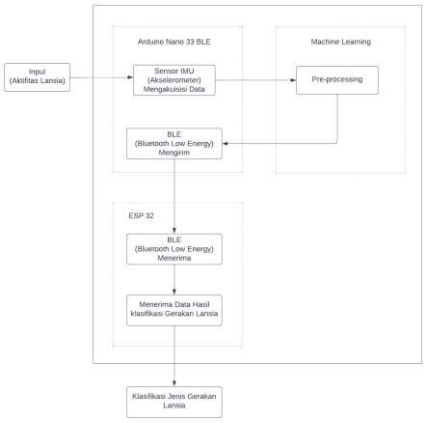


GAMBAR 1
Orientasi gerak sumbu pada sensor percepatan

Besaran yang dihasilkan oleh sensor ini adalah percepatan sudut dan kecepatan sudut. Kecepatan sudut adalah besaran vektor yang mencirikan frekuensi sudut suatu benda terhadap sumbu rotasinya. Satuan kecepatan sudut adalah radian per detik. Kuantitas ini dapat diperoleh dengan mengacu pada inersia. Nilai inersia diperoleh dengan gerak rolling, pitch dan defleksi [14]. Data yang diperoleh dari accelerometer pada sumbu (x,y,z) didefinisikan sebagai percepatan sumbu (x,y,z).

III. METODE

A. Diagram Blok

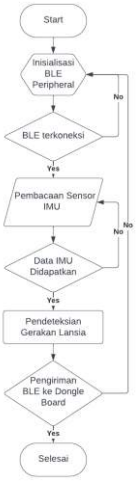


GAMBAR 2
Diagram Blok Sistem

Gambar diatas dijelaskan bahwa mula-mula lansia akan bergerak seperti biasa. Selanjutnya gerakan-gerakan dari lansia tersebut akan terakuisisi melalui sensor LSM9DS1 yang sudah tetrtanam langsung pada papan Arduino Nano 33 BLE. Setelah terakuisisi makan data yang didapat akan diproses dalam pengolahan Machine learning di dalam papan tersebut guna mengklasifikasikan gerakan apa saja yang dilakukan oleh lansia. Sesudah klasifikasi data selesai maka tahap selanjutnya adalah mengirimkan data tersebut ke dongle board yaitu ESP32 dengan komunikasi BLE guna selanjutnya data tersebut diteruskan oleh dongle board ke platform IoT.

B. Flow Chart Sistem

Pada flowchart, dijelaskan mengenai alur kerja sistem alat pendeteksi dan klasifikasi lansia jatuh dengan metode machine learning. Alat ini memiliki dua alur kerja sistem yaitu bagian sensor board (*transceiver*) dan dongle board (*receiver*).



Gambar 3
Flowchart Sensor Board

Gambar 6 merupakan flowchat dari sensor board atau pengirim yang akan mengirimkan data hasil klasifikasi kepada dongle board melalui komunikasi BLE. Mula-mula Arduino nano akan memulai konektovitas BLE dan

`

menunggu perngkat ESP32 pairing. Setelah terkoneksi maka Arduino Nano 33 BLE akan membaca gerakan lansia melalui sensor LSM9DS1. Setelah didapatkan maka selajutnya akan diklasifikasikan dan dideteksi gerakan apa yang sedang dilakukan lansia tersebut. Setelah itu maka data yang didapatkan akan dikirimkan ke dongle board melalui BLE.

Gambar 4
Flowchart Dongle Board

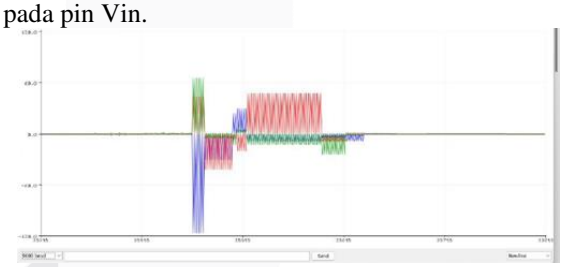
Gambar 5 merupakan flowchart dari dongle board yang akan menerima data dari sensor board. Mula-mula ESP32 akan memulai mencari device dari sensor board. Setelah didapatkan makan ESP32 akan menghubungkan ke sensor board. Selanjutnya ketika data sudah dikirimkan oleh sensor board, ESP32 atau dongle board akan menerima dan menampillkan data tersebut.

C. Akuisisi data

Arduino Nano 33 BLE yang terdapat sensor LSM9SD1 (sensor akselerometer) untuk mendeteksi gerakan pada lansia yang memakainya nanti. Sub-sistem 1, memiliki input gerak aktivitas lansia ketika berjalan, duduk, kecenderungan jatuh, dan saat jatuh yang akan di diproses dengan metode *Machine Learning* untuk diklasifikasikan. Dalam sistem ini Arduino Nano 33 BLE mengambil data gerakan percepat sumbu X, Y dan Z pada arduino nano 33 BLE yang akan diklasifikasi. Berikut program akselerometer LSM9DS1 untuk mengambil data :

```
#include <Arduino_LSM9DS1.h>
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);
  Serial.println("Started");
  if (!IMU.begin()) {
    Serial.println("Failed to initialize IMU!");
    while (1);
  }
  Serial.print("Accelerometer sample rate = ");
Serial.print(IMU.accelerationSampleRate());
  Serial.println(" Hz");
  Serial.println();
  Serial.println("Acceleration in g's");
  Serial.println("X\tY\tZ");
}
void loop() {
  float x, y, z;
  if (IMU.accelerationAvailable()) {
    IMU.readAcceleration(x, y, z);
    Serial.print(x);
    Serial.print('\t');
    Serial.print(y);
    Serial.print('\t');
    Serial.println(z);
  }
}
```

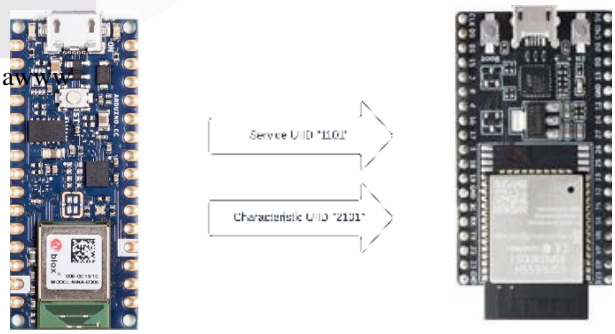
Dari *source code* diatas, akan mengeluarkan data sumbu X,Y,Z dari sensor IMU yang akan diklasifikasikan menggunakan metode *Machine Learning*. Arduino Nano 33 BLE, akan disambungkan dengan daya dari baterai sebesar 5V pada pin Vin.



GAMBAR 5
Hasil Serial Plot Dari Sensor LSM9DS1

C. IMPLEMENTASI KOMUNIKASI DATA

awwww



GAMBAR 6
Komunikasi Sensor Board Dan Dongle Board

Dalam implementasi pengkomunikasian data antara Sensor board dan juga Dongle board perlu dialkukannnya

`

pengecekan semua device bluetooth terdekat dari dongle board. Fungsi dari kegiatan ini bermaksud untuk mencari device yang sesuai dengan UIID yang akan kita pairing. Berikut adalah source code untuk pengecekan device bluetooth pada dongle board :

```
#include "BLEDevice.h"
static BLEUUID serviceUUID("1101");
static BLEUUID    charUUID("2101");
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Starting    Arduino    BLE    Client
application...");
  BLEDevice::init("");
  BLEScan* pBLEScan = BLEDevice::getScan();
  pBLEScan->setAdvertisedDeviceCallbacks(new
MyAdvertisedDeviceCallbacks());
  pBLEScan->setInterval(1349);
  pBLEScan->setWindow(449);
  pBLEScan->setActiveScan(true);
  pBLEScan->start(5, false);
}
void loop() {
  if (doConnect == true) {
    if (connectToServer()) {
      Serial.println("We are now connected to the BLE
Server.");
    } else {
      Serial.println("We have failed to connect to the
server; there is nothing more we will do.");
    }
    doConnect = false;
  }
```

Dan ber ikut sourcode untuk inisialisasi BLE pada sensor board agar terbaca oleh dongle board :

```
#include <ArduinoBLE.h>
#include <Arduino_LSM9DS1.h>
#include <Statistical.h>
#include "micromlgen.h"
BLEService IMUService("1101");
BLEUnsignedCharCharacteristicIMULevelChar("2101",
BLERead | BLENotify);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);
pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
   if (!IMU.begin()) {
       Serial.println("Failed to initialize IMU!");
       while (1);
   }
  if (!BLE.begin()) {
    Serial.println("starting BLE failed!");
    while (1);
  }
  BLE.setLocalName("IMUMonitor");
  BLE.setAdvertisedService(IMUService);
  IMUService.addCharacteristic(IMULevelChar);
  BLE.addService(IMUService);
  BLE.advertise();
  Serial.println("Bluetooth® device active, waiting for
connections...");
}
```

GAMBAR 7
Sensor Board Dan Dongle Board Telah Terhubung

Setelah device terhubung maka sensor board akan mulai mengirimkan data hasil klasifikasi dan mulai diterima oleh dongle board. Berikut bagian code sensor board un tuk mengirimkan data klasifikasi gerakan.

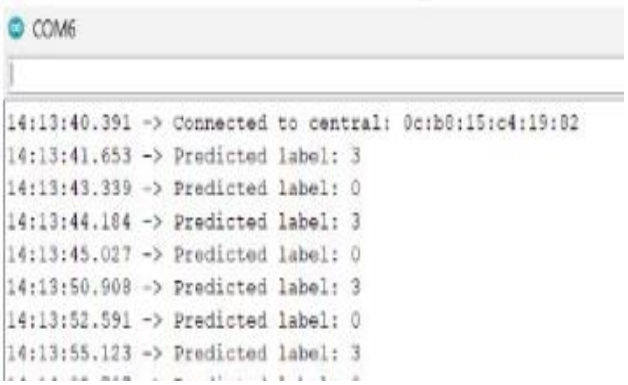
```
void loop() {
  BLEDevice central = BLE.central();
  if (central) {
    Serial.print("Connected to central: ");
    Serial.println(central.address());
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);

    while (central.connected()) {
     long currentMillis = millis();
    if (currentMillis - previousMillis >= 200) {
       previousMillis = currentMillis;
       preprocessData();
       IMULevelChar.writeValue(predictedLabel);
     }
    }
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    Serial.print("Disconnected from central: ");
    Serial.println(central.address());
```

Selanjutnya dongle board diinisiasikan sebagai penerima data pada pengkomunikasian menggunakan protokol BLE.

```
static void notifyCallback(
  BLERemoteCharacteristic*
pBLERemoteCharacteristic,
  uint8_t* pData,
  size_t length,
  bool isNotify) {
    Serial.print("Notify callback for characteristic ");
    Serial.print(pBLERemoteCharacteristic-
>getUUID().toString().c_str());
    Serial.print(" of data length ");
    Serial.println(length);
    Serial.print("data: ");
    for (int i = 0; i < length; i++) {
      Serial.print(pData[i]);
      Serial.print(" ");
      Serial.write(pData[i]);
    }
    Serial.println();
}
```

Selanjutnya masing masing *source* code diunggah ke mikrokontroller sesuai dengan role masing-masing. Output penintegrasian dari komunikasi Arduino Nano 33 BLE dengan ESP32 adalah sebagai berikut.

`



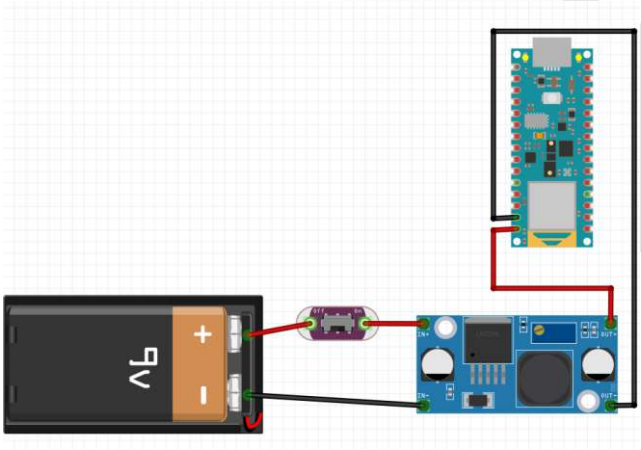
GAMBAR 8
Serial Monitor Pengiriman Data

GAMBAR 9
Serial Monitor Penerimaan Data

Dari gambar diatas dapat dianalisis bahwa sensor board telah berhasil mengirimkan hasil klasifikasi gerakan lansia menggunakan protokol BLE dan diterima oleh dongle board.

E. Desain Schematik alat

Dalam implementasi alat ini, diperlukan suatu komponen penunjang yang bisa memberikan daya penuh pada papan Arduino Nano 33 BLE namun dengan catatan komponen tersebut dapat dibuat sekecil mungkin untuk mencegah ketidaknyamanan lansia menggunakan alat ini. Berikut wiring schematik dari sensor board :



GAMBAR 10
Schematic Sensor Board

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa desain sensor board menggunakan komponen seminimal mungkin yaitu sebanyak 4 komponen. Komponen-komponen tersebut yaitu 1. Arduino nano 33 BLE, 2. Bateri rechargeable 1000Mah, 3. Power switch, dan 4. Modul stepdown to 5V.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komunikasi Data

Pengujian ini dilakukan untuk melihat alat dapat mengirimkan data yang didapat dari sensor board yang selanjutkan dikomunikasikan ke dongle board melalui komunikasi BLE.

Langkah Pengujian

1. BLE pada sensor board aktif dan siap menerima permintaan pairing dari dongle board.
2. BLE pada dongle board diaktifkan dan akan mulai mencari device BLE sensor board dan apabila terdeteksi BLE dongle board akan menghubungkan ke BLE sensor board.
3. Setelah berhasil terhubung, sensor board akan mulai mendeteksi gerakan yang dihasilkan oleh kegiatan yang dilakukan.
4. Setelah terdeteksi gerakan yang kita ingin deteksi, selanjutnya sensor board akan mengirimkan nilai gerakan ke dongle board.
5. Selanjutnya dongle board akan menerima data dari sensor board dan akan diteruskan ke komunikasi dari dongle board ke platform IoT.

Hasil Pengujian :

TABEL 1
Hasil Pengujian Komunikasi BLE

No	Waktu pengiriman	Nilai	Waktu Penerimaan	Nilai
1	14:13:41	3	14:13:43	3
2	14:13:43	0	14:13:44	0
3	14:13:44	3	14:13:45	3
4	14:13:45	0	14:13:46	0
5	14:13:50	3	14:13:52	3
6	14:13:52	0	14:13:54	0
7	14:13:55	3	14:13:56	3
8	14:13:57	2	14:13:59	2
9	14:14:01	1	14:14:02	1
10	14: 14:03	0	14: 14:05	0

Hasil pengujian menunjukan bahwa BLE dari sensor board telah berhasil mengirimkan nilai klasifikasi gerakan ke dongle board. dengan delay sebesar 1-2 detik dikarenakan proses pembacaan data yang dikirimkan dari sensor board.

B. Ukuran Alat

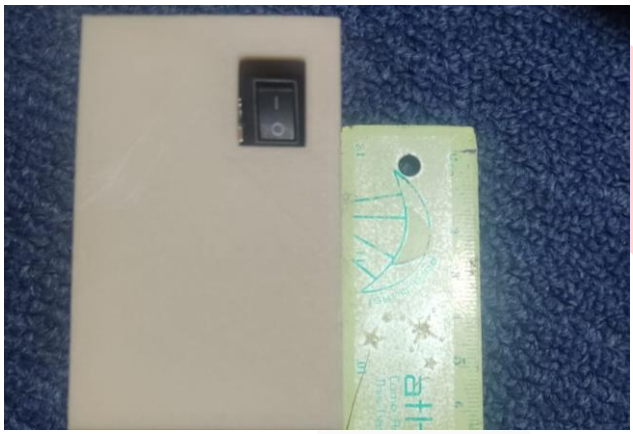
Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan ukuran akhir dari sensor board yang dirancang. Dimana sensor board kami diranccang dengan menggunakan 4 buah komponen yaitu 1. Arduino nano 33 BLE, 2. Bateri rechargeable 1000Mah, 3. Power switch, dan 4. Modul stepdown to 5V.

`

Langkah pengujian :

1. Sambungkan semua komponen yang akan dipasang dalam satu sistem pada satu buah PCB.
2. Ambil penggaris dan jangka sorong untuk mengukur dimensi alat dan komponen pada bagian board sensor dan baterai.
3. Catat ukuran komponen-komponen yang akan dibuat pada desain casing tersebut.
4. Saat dilakukan desain casing pada software, juga ditambahkan ukuran toleransinya.
5. Jika desain sudah selesai di buat, maka siap untuk cetak 3D printing.

Hasil Pengujian :



GAMBAR 11
Ukuran Panjang Alat

GAMBAR 12
Ukuran Lebar Alat

Gambar 13
Ukuran Tinggi Alat

Dari gambar diatas dapat dianalisa bahwa ukuran akhir dari alat kami untuk sensor board yaitu panjang : 6,5 centimeter, lebar : 3,5 centimeter, dan tinggi : 3,5 centimeter.

V. KESIMPULAN

Dalam sistem ini, komunikasi antara Arduino Nano 33 BLE sebagai peripheral dan ESP32 sebagai central menggunakan aturan komunikasi BLE sudah berhasil. BLE adalah sistem komunikasi yang efisien dalam konsumsi daya dan dirancang untuk aplikasi Internet of Things (IoT) dan perangkat seluler. Dimana Arduino Nano 33 BLE bertindak sebagai peripheral yang mengirimkan data ke ESP32 sebagai central. Peripheral adalah perangkat yang menyediakan data atau layanan, sedangkan central adalah perangkat yang mengumpulkan atau mengakses data dari peripheral. Untuk hasil pengiriman memiliki delay sebesar 1-2 detik pada hasil pengiriman data dari Arduino Nano 33 BLE ke ESP32. Delay ini mungkin terjadi karena berbagai faktor seperti jarak, interferensi, atau pengaturan komunikasi pada kedua perangkat. Dan terakhir untuk realisasi perancangan perangkat keras dimana alat sensor board yang terdiri dari Arduino Nano 33 BLE, baterai rechargeable 1000mAh, power switch, dan modul stepdown to 5V memiliki dimensi panjang : 6,5 centimeter, lebar : 3,5 centimeter, dan tinggi : 3,5 centimeter.. Dimensi yang relatif kecil memungkinkan alat ini digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan ukuran yang ringkas.

REFERENSI

[1] Vera, “Analisis Laporan Kejadian Jatuh pada Pasien Lansia Saat Rawat Inap di Rumah Sakit Immanuel Bandung Periode 2014-2016”, Vol. 3 No.2 Agustus 2021, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha: Bandung (2021).

[2] I. G. A. P. Armayanthi, A. A. N. T. N. D. P. A. S. Saraswati, and I. M. Muliarta, “PENAMBAHAN CAWTHORNE COOKSEY EXERCISE PADA SENAM LANSIA MENURUNKAN RISIKO JATUH LANSIA DI KARANG LANSIA MELATI PUTIH JEMBRANA,” *Maj. Ilm. Fisioter. Indones.*, vol. 9 No 2, pp. 106–110, 2021, [Online]. Available: https://ojs.unud.ac.id/index.php/mifi/index.

[3] S. R. Dewi, “STATUS NUTRISI LANSIA DAN RISIKO JATUH PADA LANSIA,” *Indones. J. Heal. Sci.*, vol. 11, no. 1, 2019.

[4] Esri Rusminingsih, Marwanti, Endang Sawitri, dan Apriliani Dwi Cahyani, “*The Effect of Balance Exercise (Forward Stepping)* on The Risk of Falling in the Elderly”, Vol. 1 No 1 (2021) pp. 24-29, Konsorsium LPPM PTMA: Klaten (2021).

[5] Viswanatha, Ramachandra A.C, Raghavendra Prasanna R, Prem Chowdary Kakarla, Viveka Simha PJ, dan Nishant Mohan, "IMPLEMENTATION OF TINY MACHINE LEARNING MODELS ON ARDUINO 33 – BLE FOR GESTURE AND SPEECH RECOGNITION”, Volume XIV, Issue 7, 2022, Xi'an University of Architecture & Technology.

[6] H. Almimi et al., “A Study on New Arduino NANO Board for WSN and IoT Applications Lung Sounds analysis View project WHITE MATTER FIBER

`

TRACKING USING CUCKOO SEARCH ALGORITHM WITH ORIENTATION DISTRIBUTION FUNCTION TO IMPROVE DIFFUSION SPECTRUM IMAGING View project A Study on New Arduino NANO Board for WSN and IoT Applications," Article in International Journal of Advanced Science and Technology, vol. 29, no. 4, pp. 10223–10230, 2020.

[7] I. Suharjo, "Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 Dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IoT)," Journal Of Information System And Artificial Intelligence, vol. 1, no. 1, hlm. 17–24, 2020.

[8] S. R. Simaklando, "Perancangan Visualisasi Air Terjun Mini Dengan Menggunakan Instrumen Dan Cahaya Rgb Led Untuk Aquascape Dengan Sistem Kontrol Berbasis Android," p. 10115277, 2020, [Online].

[9] A. S. Indrayana, R. Primananda and K. Amron, "Rancang Bangun Sistem Komunikasi Bluetooth Low Energy (BLE) pada Sistem Pengamatan Tekanan Darah," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 2, no. 8, hal. 2462-2472, 2018.

[10] N. Allurwar, B. Nawale and S. Patel, "Beacon for Proximity Target Marketing," International Journal of Engineering and Computer Science, hal. 16359-16364, 2016.

[11] R. N. Sidik and A. Setia Budi, "Implementasi Discovery Protocol pada Smart Home Menggunakan Media Komunikasi Bluetooth Low Energy," 2021.

[12] Adlian Jefiza, "Sistem Pendeteksi Jatuh Berbasis Sensor Gyroscope dan Sensor Accelerometer Menggunakan Backpropagation", Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh November (2017).

[13] Riyadi Muhammad, Wahyudi , Iwan Setiawan, "Pendeteksi Posisi Menggunakan Sensor Accelerometer MMA7260Q Berbasis Mikrokontroler Atmega 32",TRANSMISI: Universitas Diponegoro, Semarang (2010).

[14] M. F. R. UTOMO, "RANCANG BANGUN SENSOR PEMINDAI GERAK TANGAN MANUSIA MENGGUNAKAN SENSOR AKSELEROMETER DAN SENSOR GIROSKOP UNTUK MENGENDALIKAN LENGAN ROBOT," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.

`