



Pengembangan Smart Racket untuk Monitoring Percepatan Arah Pukulan Bulutangkis

Ayuni Zahra Auliah Akhmad¹, Satria Gunawan Zain²

Universitas Negeri Makassar
Email: yunizahra1500@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini menghasilkan "Smart Racket", sebuah inovasi berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memantau percepatan arah pukulan dalam olahraga bulutangkis. Alat ini menggunakan Arduino Nano 33 IoT dengan sensor Accelerometer dan Gyroscope yang sensitif. Keunggulan utama alat ini meliputi kemampuan pemantauan akurat dan real time, memberikan data obyektif untuk pemantauan dan pelatihan atlet, serta mendukung pembinaan atlet baru. Terkait batasan sensor Accelerometer dan sensor Gyroscope menunjukkan perlunya penyesuaian untuk penggunaan yang lebih luas.

Kata Kunci: Percepatan, Arduino Nano 33 IoT, Accelerometer, Gyroscope

PENDAHULUAN

Bulutangkis merupakan cabang olahraga yang cukup populer dikalangan masyarakat Indonesia dan bahkan cabang olahraga yang cukup banyak digemari di seluruh dunia. Permainan bulutangkis dimainkan oleh dua tim yang terdiri dari pemain tunggal, ganda putra atau putri, ganda campuran yang saling berlawanan dengan menggunakan racket dan shuttlecock sebagai objek pukulnya. Olahraga ini dapat dimainkan di setiap kategori kelompok umur dimulai dari kategori usia pra dini hingga kategori usia dewasa.

Sebagai olahraga yang cukup banyak digemari, terdapat banyak kejuaraan atau pertandingan yang diselenggarakan setiap tahunnya sebagai ajang penyaluran bakat prestasi atlet di setiap daerah. Penggunaan teknologi dalam bidang cabang olahraga bulutangkis di Indonesia dibandingkan dengan negara lain masih cukup tertinggal dimana negara lain sudah menggunakan teknologi tinggi untuk mendongkrak prestasi atletnya. Hal ini disebabkan karena masih kurangnya pemahaman tentang pentingnya dalam penggunaan teknologi pada proses latihan, yang bertujuan agar dapat memperoleh hasil latihan yang maksimal (Dimas Aziz Nugraha, 2022).

Pada saat ini, teknologi yang berkembang telah banyak mengalami kemajuan dalam di semua bidang termasuk olahraga. Salah satu teknologi yang sering digunakan untuk membantu manusia dalam beraktifitas yaitu internet of things atau yang biasa juga disebut dengan IoT. Internet of Things adalah suatu konsep yang objek atau suatu benda memiliki kemampuan dalam hal komunikasi via jaringan, contohnya proses pengiriman data tanpa adanya melewati proses komunikasi antara manusia dengan manusia ataupun antara manusia ke perangkat sistem. Dengan

meningkatnya perkembangan teknologi Internet of Things maka cara kerja pada sebuah sistem akan menjadi lebih luas sehingga jarak jangkauan akan semakin luas juga dan proses pengolahan data maupun analisis data yang ada di dalam sebuah sistem juga akan semakin lebih baik. Teknologi IoT sangat membantu dalam menentukan kerja pada suatu sistem yang meliputi komponen-komponen atau elemen agar dapat berjalan dengan lebih mudah pada proses aliran informasi data. (Abdullah, 2021).

Oleh karena itu teknologi IoT ini kita dapat memanfaatkannya di berbagai seluruh bidang salah satunya olahraga. Seiring perkembangan zaman dari waktu ke waktu, teknologi IoT telah banyak membantu para atlet dalam melakukan kegiatan latihan yang lebih maksimal. Salah satu penelitian yang berjudul *Smart Table Tennis Racket Using a Rubber Mounted Ultrathin Piezoelectric Sensor Array*, penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengevaluasi secara kuantitatif pada kinerja sensor suara di antara dayung dan karet raket tenis meja dengan menganalisis hasil getaran pada kecepatan ayunan pukulan dan kecepatan bola ping pong untuk mengukur titik pukulan dan cara memukul bola tersebut (Takahiro Yamashita, 2021). Konsep penelitian ini dapat diimplementasikan untuk cabang olahraga lain seperti permainan bulutangkis.

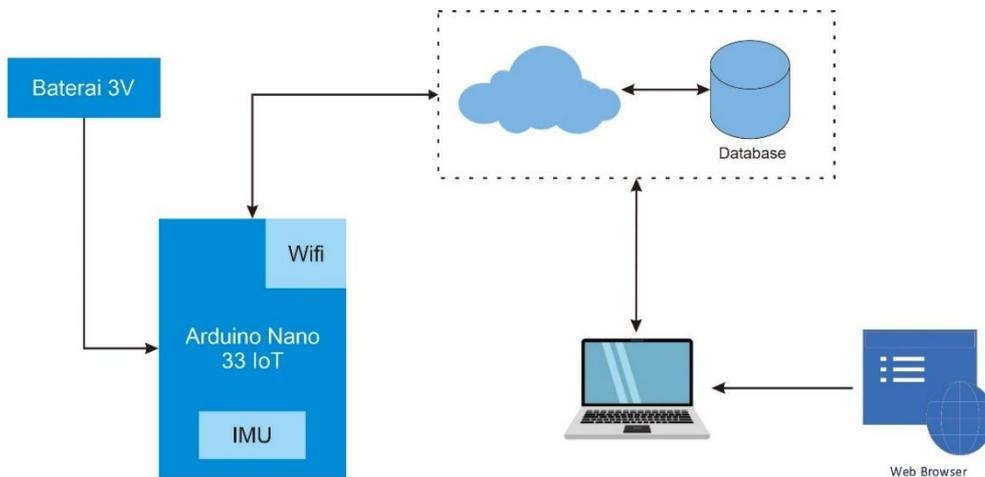
Beberapa tahun belakangan ini, prestasi bulutangkis di tingkat internasional mengalami kemunduran terutama di sektor tunggal putri dikarenakan masih belum menunjukkan prestasi yang diharapkan. Hal inilah yang menjadi tantangan tersendiri untuk mengupayakan berbagai cara untuk meningkatkan kualitas permainan dari atlet tersebut. Tingkat capaian percepatan arah pukulan dari proses pelatihan rutin saat ini masih belum terukur dengan jelas. Teknik yang digunakan saat ini masih sebatas visualisasi pelatih terhadap atlit yang dilatih. Pengamatan yang dilakukan pelatih sifatnya masih subjektif sehingga perkembangan pelatihan dari atlit sulit dilihat perkembangannya setiap masa. Disisi lain dalam proses perekrutan dan pembinaan atlit baru dibutuhkan sebuah indikator yang jelas terhadap bakal calon atlit yang akan diberikan pembinaan intensif. Dengan mengetahui secara pasti kemampuan dari seorang calon atlet maka dapat membantu dalam pembinaan.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya, saya mengusulkan judul penelitian tentang Pengembangan Smart Racket Untuk Monitoring Percepatan Arah Pukulan Atlit Bulutangkis sebagai solusi permasalahan diatas, yang dimana alat tersebut digunakan untuk mengukur percepatan arah pukulan dengan mengatur posisi raket yang benar secara pasti menggunakan Arduino Nano 33 IoT. Karena bulutangkis merupakan cabang olahraga dimana olahraga ini banyak diminati di Indonesia, maka alat ini sangat dibutuhkan untuk memudahkan pelatih dalam menjalankan program latihan dan memudahkan atlit untuk mengetahui kelemahannya.

METODE PENELITIAN

1. Diagram Blok Sistem

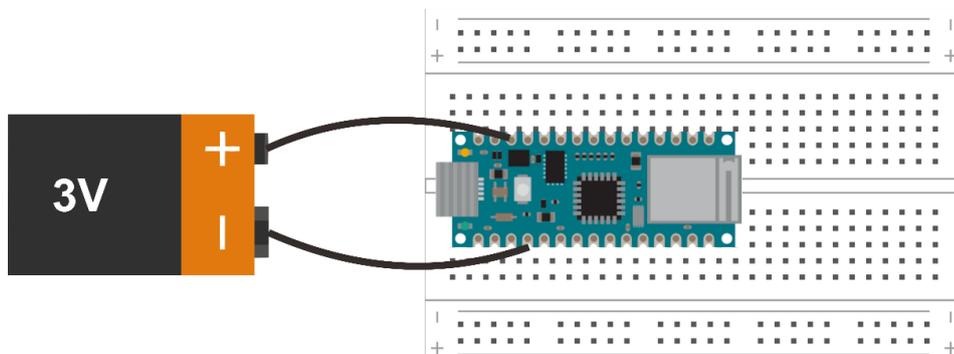
Pada blok diagram sistem menunjukkan baterai dengan kapasitas 3V sebagai sumber daya untuk Arduino Nano 33 IoT. Nantinya Arduino nano akan mengirim data berupa nilai dari hasil pukulan smash atlet, data tersebut akan dikirim ke database server untuk selanjutnya akan disajikan dalam bentuk grafik di web browser. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



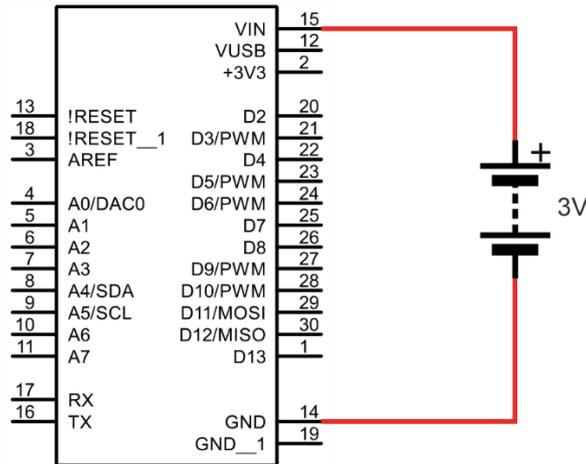
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

a. Skema Rangkaian

Pada gambar 2 menunjukkan secara singkat tentang rancangan skema rangkaian yang akan digunakan pada proses pembuatan sistem smart racket dengan menggunakan Arduino Nano 33 IoT. Skema rangkaian ini digunakan agar dapat memudahkan peneliti dalam proses mengidentifikasi masalah ataupun modifikasi pada blok-blok rangkaian sistem jika diperlukan.



Gambar 2. Rangkaian Alat Secara Keseluruhan



Gambar 3. Rangkaian Elektronik Alat Keseluruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini akan mengkaji terkait dengan pengembangan smart racket untuk monitoring percepatan arah pukulan atlit bulutangkis. Sistem ini akan mengukur percepatan arah pukulan atlit bulutangkis yang benar secara pasti menggunakan Arduino Nano 33 IoT. Dalam penelitian ini dibatasi pada pengujian percepatan arah pukulan menggunakan sensor IMU yang terdiri dari sensor Accelerometer dan Gyroscope.

1. Deskripsi Produk

Smart Racket merupakan inovasi teknologi yang drancang untuk memantau dan menganalisis aspek permainan secara real-time dengan kemampuannya untuk melakukan pemantauan dari aspek percepatan arah pukulan maka dapat membantu pemain dalam meningkatkan kemampuan dan strategi permainan mereka. Dengan bantuan sensor dan teknologi yang telah terintegrasi pada racket sehingga pemain dapat mengakses informasi yang diperlukan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan pada permainan mereka.

2. Hasil Uji Coba Perangkat Keras

Pada tahap ini pengujian untuk sensor IMU digunakan untuk mengukur percepatan atau perubahan kecepatan. Pengujian dilakukan dengan menggerakkan sensor IMU. Pada IMU Arduino Nano 33 IoT terdiri dari Accelerometer dan Gyroscope.

a. Sensor Accelerometer

Pada pengujian sensor accelerometer yang dilakukan, sensor ini digunakan untuk mendeteksi dan mengukur percepatan arah pukulan bulutangkis Dengan bantuan accelerometer maka data percepatan dapat diambil secara akurat untuk menganalisis intensitas pukulan dari atlit.

Data yang dihasilkan oleh sensor accelerometer diukur dalam satuan percepatan gravitasi yang disebut sebagai "g". 1g setara dengan 9,81 meter per detik kuadrat (m/s²). Nilai 1g pada accelerometer, itu berarti bahwa perangkat bergerak dengan percepatan yang sama dengan gravitasi. Jika data yang dihasilkan mencapai 4g maka kecepatan yang dihasilkan meter per second yaitu 39.24 m/s² yang apabila dikonversi menjadi kilometer per jam, sehingga:

$$39.24 \text{ m/s}^2 = 39.24 \times 0.001 \text{ km/s}^2 = 0.03924 \text{ km/s}^2$$

karena 1 meter sama dengan 0.001 kilometer dan 1 detik sama dengan 1/3600 jam. Lalu jika dikonversi dari kilometer per detik² ke kilometer per jam² maka akan dikalikan dengan 3600 detik

$$0.03924 \text{ km/s}^2 \times 3600 = 141.264 \text{ km/h}^2$$

Sehingga apabila nilai dari 4g dikonversikan ke km/jam maka kecepatan pada saat smash menggunakan Arduino Nano 33 IoT dari hasil pengujian dengan nilai yang tertinggi tersebut yaitu hanya sampai pada kecepatan 141.264 km/h².. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini sumbu X menghasilkan nilai positif yang artinya mengalami percepatan disebabkan orientasi atau gerakan umum pukulan sering terjadi dalam arah horizontal (sumbu X) sehingga memberikan informasi yang paling relevan tentang percepatan arah pukulan dan kebalikan apabila jika nilainya negatif maka mengalami perlambatan.o

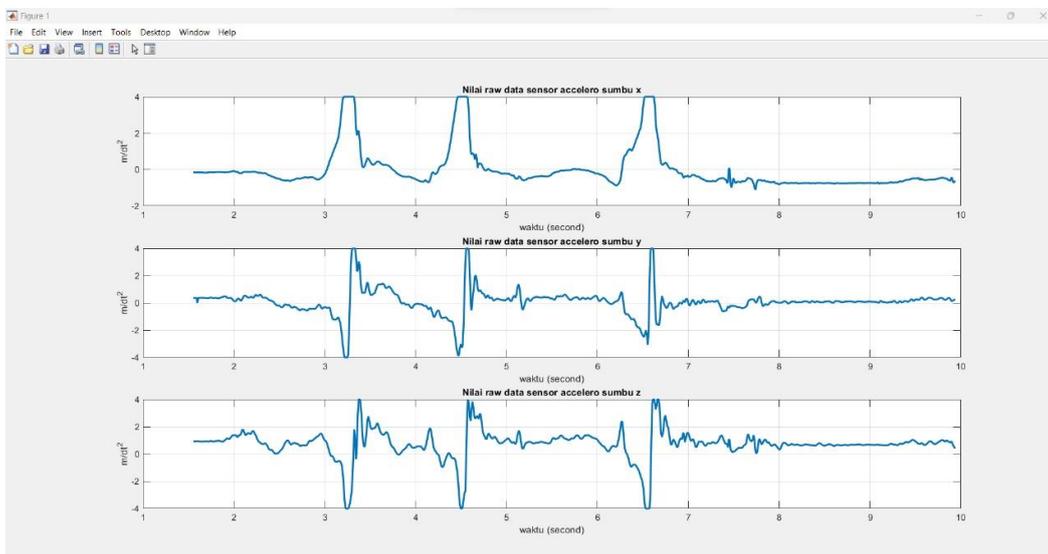
Tabel 1. Hasil Data dari Sensor Accelerometer

Data Sampling	Waktu (Millis Second)	Accelerometer		
		X (m/s ²)	Y (m/s ²)	Z (m/s ²)
161	3102	1.09	-1.22	-0.37
162	3112	1.21	-1.23	-0.53
163	3122	1.34	-1.18	-0.59
164	3131	1.47	-1.10	-0.58
165	3141	1.60	-1.08	-0.57
166	3151	1.80	-1.22	-0.52
167	3170	2.09	-1.47	-0.50



168	3180	2.49	-1.87	-0.55
169	3189	2.98	-2.43	-0.65
170	3199	3.49	-3.07	-0.88
171	3209	3.88	-3.70	-1.43
172	3219	4	-3.99	-2.36
173	3228	4	-4	-3.41
174	3238	4	-4	-3.96
175	3248	4	-4	-4
176	3257	4	3.79	-4
177	3267	4	4	-4
178	3277	4	4	-3.89
179	3287	4	4	-3.62
180	3296	4	-3.84	-3.25
181	3306	4	-2.36	-2.73
182	3316	4	0.25	-1.67
183	3325	4	2.56	0.20
184	3335	3.97	3.79	1.80
185	3345	3.32	4	1.06
186	3354	2.27	4	-0.39

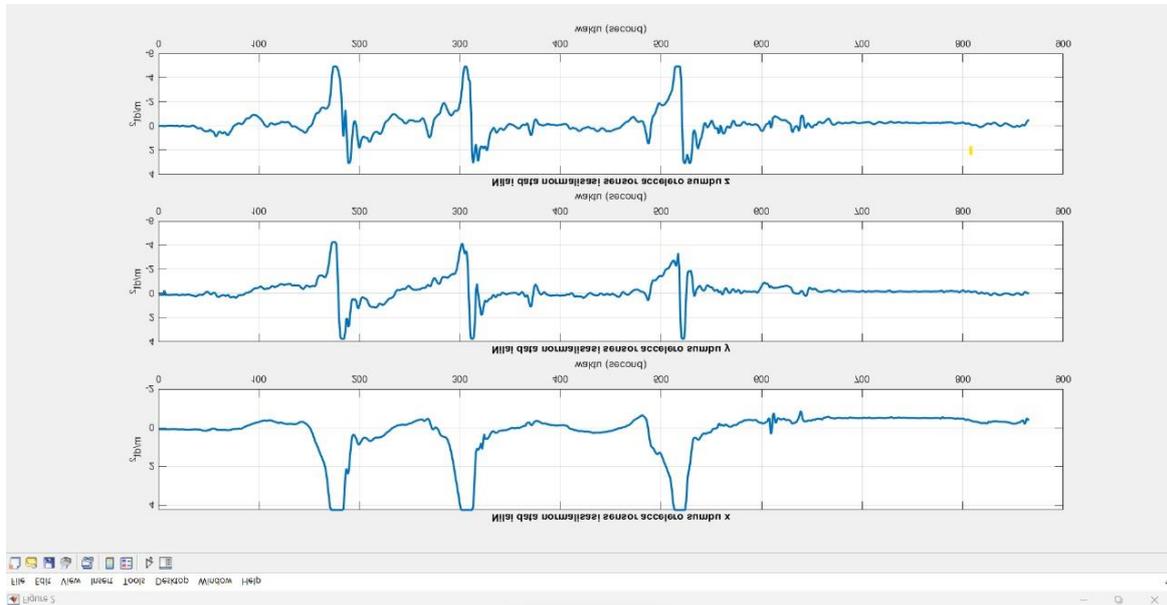
Pada Tabel 1 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dalam satu kali uji coba pukulan yang dimana Data ini mencatat percepatan (dalam satuan G, atau percepatan gravitasi) yang dialami oleh pemain bulu tangkis selama bermain. Percepatan ini diukur dalam tiga sumbu: X, Y, dan Z. Sumbu X mewakili percepatan dalam arah horizontal (kiri dan kanan), lalu sumbu Y mewakili percepatan dalam arah horizontal (depan dan belakang), dan sumbu Z mewakili percepatan vertikal (atas dan bawah). Pada kesimpulan hasil pengujian dapat dijabarkan bahwa sumbu utama terjadi dalam sumbu X (horizontal kanan dan kiri) dan sumbu Y (horizontal depan dan belakang). Pengujian ini dilakukan agar dapat memastikan sensor dapat berfungsi dengan baik dan memberikan data yang akurat, dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Data Raw Accelerometer

Pada Gambar 4 merupakan nilai data raw yang merupakan hasil pengukuran dari accelerometer tanpa adanya pengolahan ataupun konversi tambahan. Sensor accelerometer merupakan sensor yang digunakan dalam mengukur suatu percepatan linear pada suatu objek.

Pada gambar di atas sensor accelerometer memiliki offset atau bias yang muncul pada nilai raw atau nilai tetap yang nantinya akan dikurangkan dari pembacaan sensor untuk kalibrasi karena nilai rawnya dimulai dari nilai yang lebih tinggi daripada 0.



Gambar 5. Nilai Data Normalisasi Accelerometer

Selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 5 terdapat nilai yang telah diubah dari nilai mentah atau raw pada accelerometer dan telah diukur ke dalam rentang yang lebih terstandarisasi atau normal. Normalisasi bertujuan untuk menghilangkan faktor-faktor contohnya seperti sensitivitas sensor, offset ataupun perubahan pada jangkauan nilai yang telah diukur. Rumus untuk menghitung nilai normalisasi adalah sebagai berikut.

$$X_n = X - X_s$$

Keterangan :

X_n : Nilai normalisasi

X : Data raw

X_s : Nilai rata-rata (X) saat stand by

Adapun rumus untuk menghitung nilai stand by dari nilai X adalah sebagai berikut.

n : Jumlah banyaknya data

X_s : Nilai posisi stand by

b. Sensor Gyroscope

Pada pengujian sensor gyroscope yang dilakukan, sensor ini digunakan untuk memberikan informasi atau gambaran kekuatan dari pukulan atlit apabila semakin tinggi kecepatan angular maka akan semakin cepat raket berputar, yang berarti pukulan tersebut lebih kuat, sehingga pelatih dapat memantau kualitas pukulan atlit secara keseluruhan.

Data yang dihasilkan oleh sensor gyroscope diukur dalam satuan dps (degree per second) pada laju perubahan sudut suatu objek sepanjang tiga sumbu yang

relevan yaitu (gX , gY , gZ). Dimana sensor ini digunakan untuk menganalisis teknik pukulan agar dapat mengetahui seberapa cepat atau lambat raket berputar selama pukulan. Semakin tinggi nilai positifnya maka pada saat rotasi pukulan mengalami percepatan sudut yang tinggi dimana semakin tinggi kecepatannya maka akan semakin cepat raket berputar dan menghasilkan pukulan menjadi lebih kuat dan apabila nilai yang dihasilkan minus maka percepatan pukulan mengalami perlambatan. Gyroscope mampu mengukur kecepatan angular dari 3 sumbu, yaitu sumbu gX (pitch) mengukur dari arah atas ke bawah, sumbu gY (yaw) mengukur dari arah kanan ke kiri, sumbu gZ (roll) mengukur dengan arah memutar.

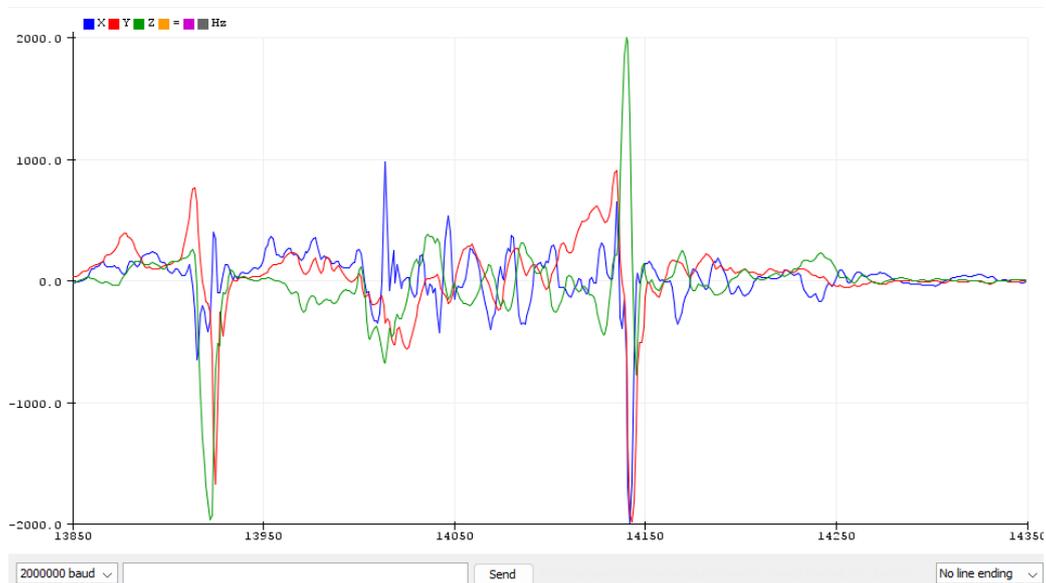
Tabel 2. Hasil Data dari Sensor gyroscope

Waktu (Millis Second)	Gyroscope		
	X (pitch)	Y (yaw)	Z (roll)
10253	-86.55	-12.88	-103.76
10263	300.90	131.71	-62.26
10273	512.88	339.29	46.94
10282	411.13z	816.35	308.84
10292	267.76	1594.42	676.76
10302	169.49	1989.01	1004.94
10312	-722.11	1999.76	1569.21
10321	-1800.84	1850.59	1987.67
10331	-1999.76	429.20	1999.76
10341	-1998.11	-1415.34	1997.56



10350	-1214.54	-1995.61	1509.89
10360	83.13	-1706.05	578.55
10370	-218.08	-515.32	413.82
10380	-289.06	178.77	620.91
10389	-284.67	382.93	635.99
10399	-163.02	34.24	269.41
10409	-21.73	-208.86	-106.93
10418	21.91	-306.15	-240.60
10428	-15.99	-221.07	-236.02
10438	-151.73	-79.16	-255.00
10447	-230.83	-53.34	-253.85
10457	-150.88	-129.46	-254.76
10467	-96,86	-153.38	-223.57

Pengujian ini dilakukan agar dapat memastikan apakah sensor berfungsi dengan baik dan memberikan data yang akurat, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Data Sensor Gyroscope

Keterangan:

■ Sumbu X

■ Sumbu Y

■ Sumbu Z

KESIMPULAN

1. Hasil dari perancangan smart racket menggunakan Arduino Nano 33 IoT yaitu agar dapat menghasilkan sistem yang digunakan untuk mengukur percepatan arah pukulan atlet bulutangkis dan menggunakan website untuk monitoring percepatan arah pukulan atlet bulutangkis.
2. Pada Arduino Nano 33 IoT terdapat IMU LSM6DS3 yang terdiri dari sensor Accelerometer untuk mengukur kecepatan linier dan sensor Gyroscope untuk mengukur kecepatan angular dalam mengukur seberapa kuat pukulan yang dihasilkan dengan adanya perubahan sudut racket selama pergerakan.
3. Berdasarkan hasil pengujian perangkat keras pada Arduino Nano 33 IoT yang terdiri dari 2 sensor yaitu sensor Accelerometer hanya berada pada range ± 4 g dengan resolusi 0.122 mg sehingga tidak dapat digunakan untuk mengukur percepatan pukulan dan pada sensor gyroscope digunakan hanya dapat mengukur dengan range yang telah diatur hanya sampai ± 2000 dps dengan resolusi 70 mdps



sehingga Arduino Nano 33 IoT tidak dapat digunakan untuk mengukur percepatan arah pukulan atlit bulutangkis sehingga dibutuhkan sensor dengan range G yang lebih besar.

REFERENSI

- Abdullah. (2021). Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan Kendali Camera Tracking. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5 No.1, 7.
- Dimas Aziz Nugraha. (2022). Pelontar Shuttlecock Otomatis Sebagai Alat Bantu Latihan Olahraga Bulutangkis Berbasis Internet Of Things. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 8.
- Yamashita, T., & Kobayashi, T. (2021). Smart Table Tennis Racket Using a Rubber Mounted Ultrathin Piezoelectric Sensor Array. *Sensors and Materials*, 33(3), 1081. <https://doi.org/10.18494/SAM.2021.2954>