

Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI) Volume 12 Nomor 3 Tahun 2023, hal 113-121

RANCANG BANGUN ALAT UKUR JARAK TEMPUH LOMPAT JAUH MENGUNAKAN SENSOR HC-SR04 DENGAN OUTPUT WEBSITE

¹⁾Cornelia Febriani, ²⁾Dzulkiflih, ³⁾Rohim Aminullah

¹⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: cornelia.19029@mhs.unesa.ac.id

²⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: dzulkiflih@unesa.ac.id

³⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: rohimfirdaus@unesa.ac.id

Abstrak

Pengukuran lompat jauh menggunakan metode manual kurang praktis digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat ukur jarak horizontal lompat jauh menggunakan HC-SR04 dengan hasil ukur yang dapat disimpan secara otomatis di website. Penyimpanan otomatis dimaksudkan agar pengukur tidak perlu mencatat satu per satu hasil ukur jarak lompatan di Microsoft Excel. Peneliti juga menambahkan micro switch pada rancangan alat untuk mendeteksi sah atau tidaknya suatu lompatan. Alat ini dilengkapi dengan rancangan limit switch sebagai pendeteksi sah atau tidaknya suatu lompatan. Cara kerja pada micro switch yaitu arus listrik terhubung apabila micro switch tertekan sehingga buzzer berbunyi. Sedangkan arus listrik terputus apabila micro switch tidak tertekan sehingga buzzer tidak berbunyi. Apabila buzzer berbunyi, maka lompatan dianggap tidak sah. Pengujian alat ukur dilakukan di Lapangan Atletik Universitas Negeri Surabaya dengan sampel 30 siswa SMP. Sinyal analog pengukuran jarak dibaca oleh NodeMCU, selanjutnya NodeMCU mengelola hasil ukur sehingga dapat ditampilkan dan disimpan di website. Hasil ukur jarak lompat jauh menggunakan HC-SR04 dibandingkan dengan hasil ukur menggunakan meteran. Hasil dari penelitian ini yaitu rancangan alat ukur jarak lompat jauh berhasil dibuat dengan akurasi pengukuran sebesar 99,88 % dan hasil ukur dapat di simpan secara otomatis. Selain itu, limit switch dapat diimplementasikan untuk mendeteksi sah atau tidaknya suatu lompatan.

Kata Kunci: Jarak, NodeMCU, HC-SR04, Limit Switch

Abstract

Long jump measurements using manual methods are less practical to use. This study aims to design a long jump horizontal distance measuring instrument using HC-SR04 with measuring results that can be saved automatically on the website. Autosave is intended so that the meter does not need to record one by one the results of measuring the jump distance in Microsoft Excel. Researchers also added a micro switch to the design of the tool to detect whether or not a jump is legitimate. This tool is equipped with a limit switch design as a detection of whether or not a jump is valid. The way the micro switch works is that the electric current is connected when the micro switch is depressed so that the buzzer sounds. While the electric current is cut off if the micro switch is not depressed so that the buzzer does not sound. If the buzzer sounds, the jump is considered invalid. Testing of measuring instruments was carried out at the Surabaya State University Athletic Field with a sample of 30 junior high school students. The analog signal of distance measurement is read by NodeMCU, then NodeMCU manages the measurement results so that they can be displayed and stored on the website. The results of measuring long jump distances using HC-SR04 are compared to the measuring results using a meter. The result of this study is that the design of the long jump distance measuring instrument was successfully made with a measurement accuracy of 99.88% and the measuring results can be saved automatically. In addition, limit switches can be implemented to detect whether or not a jump is legitimate.

Keywords: Distance, NodeMCU, HC-SR04, Limit Switch

I. PENDAHULUAN

Olahraga sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia, baik dari segi pendidikan, kompetisi bakat maupun kebutuhan untuk menjaga kondisi fisik yang sehat. Dalam bidang pendidikan, olahraga merupakan salah satu mata pelajaran yang sangat digemari siswa, karena tidak hanya meningkatkan kualitas kesehatannya, tetapi juga dapat meningkatkan prestasi dalam bidang olahraga, khususnya atletik (Indrayana, 2019). Lompat jauh merupakan salah satu nomor lompat dari cabang atletik. Tujuan lompat jauh adalah untuk melompat di atas tumpuan, lalu melayang di udara dan mencapai jarak semaksimal mungkin di bak pasir (Setya, 2022). Atlet yang dapat mencapai jarak semaksimal mungkin dinyatakan sebagai pemenang dalam kompetisi lompat jauh. Oleh karena itu, dibutuhkan alat ukur sebagai indikator seberapa jauh lompatan yang ditempuh atlet.

Pada praktik lapangan di sekolah, perlu dilakukan berbagai macam tes olahraga untuk mengetahui kemampuan siswa dalam bidang atletik. Salah satunya adalah tes untuk mengukur jarak tempuh lompat jauh. Pengukuran jarak tempuh lompat jauh umumnya masih manual dengan menggunakan *roll meter* karena alat ini dapat digunakan pada berbagai macam permukaan. Namun pengukuran lompat jauh dengan metode ini kurang praktis karena pengukur harus mengukur jarak satu per satu secara manual (Sinulingga et al., 2020). Seperti penelitian yang dilakukan oleh Indrayana (2019), pada penelitian tersebut metode pengukuran lompat jauh masih menggunakan alat ukur *roll meter*. Begitu pula pada pembelajaran olahraga di SMPN 20 Surabaya yang masih menggunakan metode manual dalam pengukuran jarak tempuh lompat jauh. Berdasarkan hasil observasi yang telah Penulis lakukan di SMPN 20 Surabaya, guru olahraga mengalami kesulitan dalam pengukuran lompat jauh menggunakan *roll meter* karena harus mengukur satu persatu jarak lompatan siswa. Selain itu, proses penyimpanan jarak lompatan perlu dicatat di kertas, kemudian direkap di Microsoft Excel.

Metode lain dalam pengukuran jarak lompat jauh yaitu laser meter. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Danukusuma (2019), laser meter dimanfaatkan untuk mengukur jarak lempar dan lompat siswa pada olahraga *kids athletic*. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran menggunakan *roll meter* dengan alat ukur yang dikembangkan. Namun, cara kerja alat bergantung pada garis lurus dalam penyesuaian papan. Selain itu, suhu dan intensitas cahaya dapat mempengaruhi pantulan sinar laser, sehingga hasil pengukuran kurang akurat apabila dilakukan di luar ruangan.

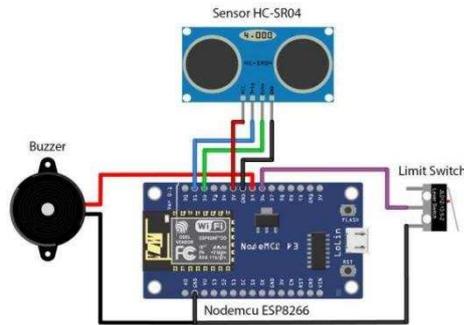
Pada perkembangan teknologi saat ini, beberapa Peneliti merancang alat ukur jarak yang dapat dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan sensor. Safwan (2021) mengukur jarak suatu benda dengan sensor infrared, namun jarak maksimum pembacaan sensor hanya 150 cm. Pada penelitian yang dilakukan oleh Mohammed et al. (2019), sensor ultrasonik PING mampu mendeteksi ketinggian air sampai 300 cm. Begitu pula pada penelitian Huda et al. (2019) yang memanfaatkan sensor HC-SR04 untuk pengukuran jarak. Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu pembacaan sensor HC-SR04 akurat sampai 200 cm dan terdapat *error* sebesar 2.3% pada jarak 400 cm. Namun pada penelitian ini belum ada implementasi secara langsung dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa peneliti telah mengimplementasikan sensor HC-SR04 di kehidupan sehari-hari. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Vairavan et al. (2018), sensor HC-SR04 digunakan sebagai pendeteksi rintangan pada mobil. Begitu pula yang dilakukan Santra et al. (2017), pada penelitiannya memanfaatkan sensor HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air dan mengontrol pompa air. Hasil dari kedua penelitian tersebut menyatakan bahwa sensor HC-SR04 mampu mengukur jarak dengan baik dan akurat sampai jarak 3 meter.

Dari beberapa penelitian yang telah mengembangkan alat ukur jarak dengan HC-SR04, belum banyak penelitian yang mengembangkan alat ukur jarak disertai dengan penyimpanan hasil ukur secara otomatis. Sebelumnya oleh Silalahi et al. (2021), HC-SR04 digunakan untuk mengukur tinggi lompatan. Alat yang dirancang memiliki akurasi 80% dan data hasil pengukuran dapat tersimpan di android secara otomatis. Untuk menindaklanjuti hasil penelitian Silalahi et al. (2021), Penulis bermaksud merancang alat ukur jarak tempuh horizontal lompat jauh yang akurat dan praktis digunakan. Pada penelitian ini, Penulis menambahkan *micro switch* pada papan tolakan lompat jauh. Hal ini bertujuan untuk mendeteksi sah atau tidaknya suatu lompatan. Hasil ukur ditampilkan dan disimpan di *website*. Tujuan dari penyimpanan otomatis yaitu agar pengukur tidak perlu mencatat satu per satu hasil ukur jarak lompatan di Microsoft Excel.

II. METODE

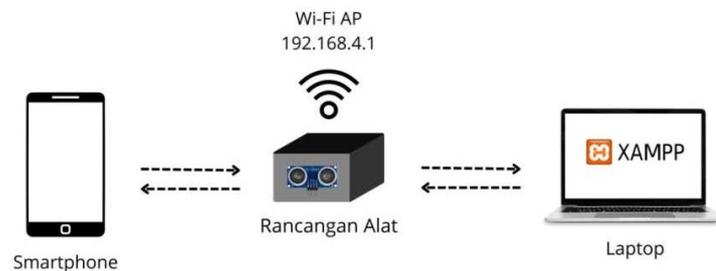
II.1 Rancangan Penelitian

Pada bagian perancangan alat, terdapat dua rancangan yaitu rancangan hardware dan software. Rancangan hardware digunakan untuk merancang alat pengukuran jarak lompat jauh, ditunjukkan pada Gambar II.1.



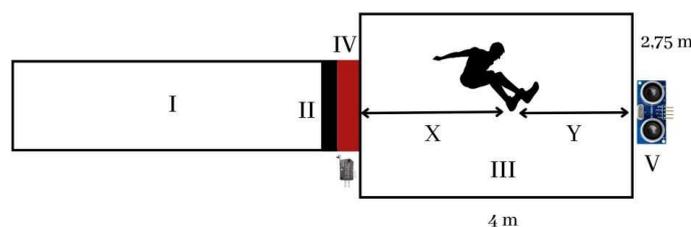
Gambar II.1 Rancangan Hardware

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.1, sensor HC-SR04 dihubungkan dengan NodeMCU. Tujuannya yaitu sebagai pengolah data input dari sensor sehingga dapat menghasilkan output yang sesuai dengan hasil pengukuran. Selain itu, NodeMCU juga digunakan sebagai pengolah data pengukuran untuk ditampilkan di website dan disimpan di laptop sebagai server lokal. Pada penelitian ini, rancangan website termasuk dalam rancangan software, ditunjukkan pada Gambar II.2.



Gambar II.2 Rancangan Software

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.2, dalam perancangan software dibutuhkan laptop yang telah terinstall XAMPP dan terhubung dengan NodeMCU. XAMPP digunakan sebagai penyimpanan database menggunakan MySQL, sedangkan NodeMCU digunakan sebagai titik access point Wi-Fi dengan SSID "Lompat Jauh". Titik access point pada NodeMCU mempunyai IP address default yakni 192.168.4.1 yang dapat digunakan untuk mengakses website. Hasil pengukuran lompat jauh dari NodeMCU akan dikirimkan pada perangkat yang terhubung ke titik access point Wi-Fi NodeMCU. Jika perangkat sudah terhubung dengan Wi-Fi dengan SSID yang sesuai, maka halaman website bisa diakses dengan memasukkan IP address NodeMCU. Setelah rancangan software untuk pengambilan nilai jarak berhasil, maka penyimpanan data dapat dilakukan dengan mengisi nama siswa. Pada Gambar II.3 dapat dilihat desain instrumentasi pengukuran jarak lompat jauh di lapangan.



- I. Jalur awalan
- II. Balok tumpuan
- III. Bak pasir
- IV. Limit Switch
- V. Sensor HC-SR04

Gambar II.3 Desain Instrumentasi Pengukuran

Seperti yang terlihat pada Gambar II.3, sensor diletakkan di batas ujung kanan bak pasir dengan jarak lintasan maksimal 4 m. Secara teori, panjang lintasan lompat jauh yang digunakan sebesar 9 m, namun karena keterbatasan pembacaan jarak pada sensor HC-SR04 maksimal hanya 4 m dan juga keterbatasan kemampuan lompat jauh siswa rata-rata berbeda dengan atlet, maka panjang lintasan dibuat sejauh 4 m. Pada penelitian ini, jarak tempuh lompat jauh siswa dapat diketahui dari selisih panjang lintasan dengan hasil ukur menggunakan sensor HC-SR04. Jarak tempuh lompat jauh dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$X = 4m - Y \dots\dots\dots (2.1)$$

X = Jarak tempuh lompat jauh (m)

Y = Jarak dari sensor ke objek (m)

II.2 Variabel Operasional Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- ❖ Variabel Kontrol : Jenis sensor, panjang lintasan (cm) dan posisi titik tolakan.
- ❖ Variabel Manipulasi : Massa (nama siswa)
- ❖ Variabel Respon : Jarak tempuh lompat jauh (cm)

II.3 Teknik Pengumpulan Data

Tahapan pengambilan data dilakukan dengan mencatat nama dari beberapa siswa. Kemudian masing-masing siswa melakukan lompat jauh secara bergantian. Pengambilan data dilakukan sesuai dengan cara pengukuran lompat jauh, yaitu dengan mengamati pijakan pendaratan depan yang paling dekat dengan sensor. Tiap proses pengukuran jarak tempuh lompat jauh menggunakan 2 alat yang berbeda, yaitu dengan sensor HC-SR04 dan roll meter.

II.4 Teknik Pengolahan Data

Setelah proses pengambilan data, langkah selanjutnya yaitu pengolahan data. Data yang diperoleh adalah jarak tempuh siswa dalam melakukan lompat jauh menggunakan sensor HC-SR04 dan roll meter. Setelah itu dilakukan tahapan analisis dari data yang telah diperoleh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

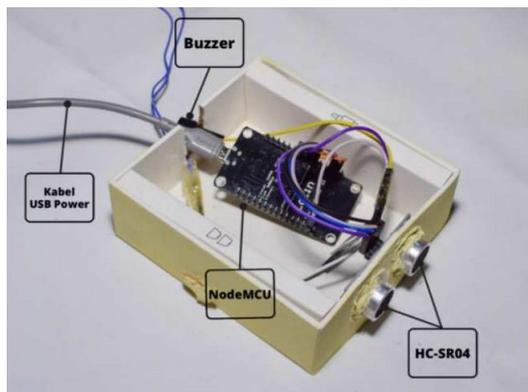
III.1 Hasil Rancang Alat

Pada penelitian ini, telah dirancang alat ukur jarak lompat jauh menggunakan sensor HC-SR04. Selain itu, ditambahkan micro switch untuk mendeteksi sah atau tidaknya suatu lompatan. Rancangan alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar III.1.



Gambar III.1 Rancangan alat secara keseluruhan

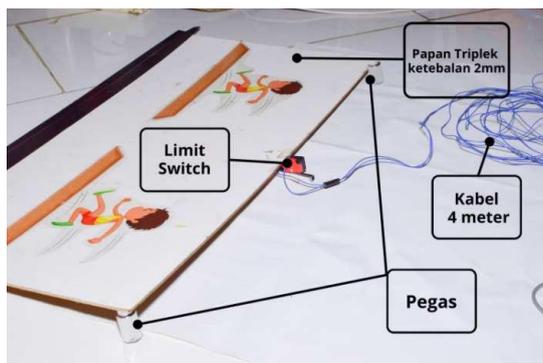
Pada Gambar III.1, rancangan alat ukur jarak HC-SR04 dan rancangan micro switch diposisikan terpisah dan dihubungkan dengan kabel sepanjang 4 m. Hal ini dikarenakan buzzer perlu dihubungkan dengan pin pada NodeMcu, sedangkan buzzer dan limit switch saling terhubung. Rancangan alat ukur sensor HC-SR04 yang lebih jelas diberikan pada gambar III.2.



Gambar III.2 Rancangan Alat Ukur Jarak HC-SR04

Seperti yang terlihat pada Gambar III.2, rancangan alat dikemas dalam box kecil berbahan kardus dengan ukuran 11 cm (panjang) x 10,3 cm (lebar) x 4 cm (tinggi). Pada rancangan alat terdapat HC-SR04, NodeMCU, Kabel USB Power, dan Buzzer. Pada box bagian depan diberi lubang dengan diameter 2 cm. Hal ini bertujuan agar sensor HC-SR04 tidak terhalang box kardus, sehingga sensor dapat mendeteksi jarak. Pada bagian belakang box juga diberi celah dengan lebar 1,5 cm untuk tempat Buzzer dan Kabel USB Power. Pada rancangan alat ini menggunakan power supply dengan tegangan DC 5V. Tujuannya untuk memberikan tegangan listrik pada saat pengukuran jarak berlangsung. Power supply tersebut dihubungkan dengan NodeMCU.

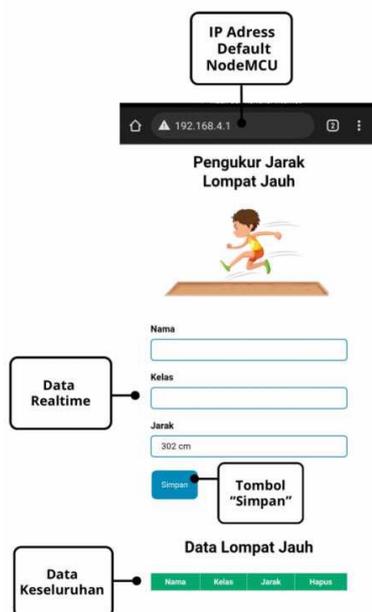
Sedangkan rancangan micro switch diposisikan di luar box dan disambungkan dengan buzzer menggunakan kabel sepanjang 4 m. Rancangan micro switch dapat dilihat pada Gambar III.3.



Gambar III.3 Rancangan Micro Switch

Seperti yang terlihat pada Gambar III.3, micro switch direkatkan di bawah papan triplek dengan ketebalan 2 mm. Pegas ditempelkan pada ujung kanan dan kiri bagian bawah papan triplek. Pada penelitian ini, Peneliti menggunakan ujung alat semprotan parfum sebagai benda pegas. Hal ini bertujuan agar seluruh bagian pada papan triplek bisa menekan micro switch apabila diinjak oleh pelompat.

Pada penelitian ini, Peneliti juga menambahkan penyimpanan hasil ukur secara otomatis menggunakan software XAMPP. Tampilan website hasil ukur lompat jauh diberikan pada Gambar III.4.



Gambar III.4 Tampilan Website Penyimpanan Data Lompat Jauh

Pada Gambar III.4, dapat dilihat tampilan website penyimpanan hasil ukur lompat jauh. Pada kolom alamat website, terdapat IP address default untuk masuk ke dalam tampilan website penyimpanan data lompat jauh. Pada bagian kolom input nama siswa dan kelas dapat diisi secara manual, sedangkan bagian kolom jarak akan terisi otomatis sesuai dengan pembacaan jarak benda pada sensor HC-SR04. Pada bagian bawah, terdapat data lompat jauh secara keseluruhan yang telah tersimpan.

III.2 Hasil Pengukuran Lompat Jauh

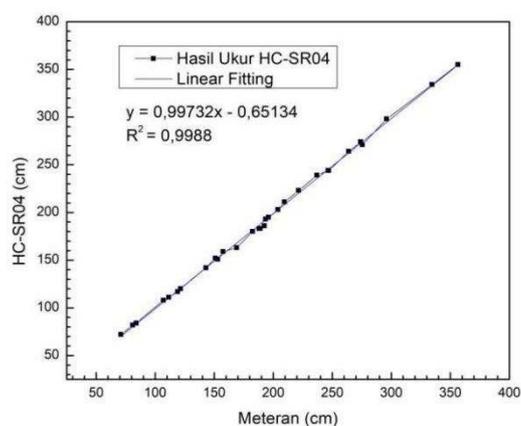
Pengukuran lompat jauh dilakukan di Lapangan Atletik Universitas Negeri Surabaya. Pada pengujian ini, Peneliti menggunakan 30 sampel Siswa SMPN 20 Surabaya. Tiap siswa melompat satu kali, kemudian jarak lompatan diukur menggunakan HC-SR04 dan roll meter secara bergantian. Data hasil ukur pengujian Sensor HC-SR04 disajikan pada Tabel III.1.

Tabel III.1 Hasil Ukur Pengujian Sensor HC-SR04 di Lapangan Atletik Universitas Negeri Surabaya

No. Urut Siswa	Hasil Ukur Menggunakan Sensor HC-SR04 (cm)	Hasil Ukur Menggunakan Roll Meter (cm)	Error (%)
1	334	334,5	0,15
2	183	189,0	1,58
3	355	356,5	0,42
4	186	192,5	3,38
5	163	169,0	3,55
6	244	247,0	1,21
7	142	143,0	0,70
8	203	204,0	0,49
9	274	274,0	0
10	111	111,5	0,45
11	72	71,0	1,41
12	152	151,0	0,67

13	151	153,0	1,31
14	117	119,0	1,68
15	159	157,5	0,95
16	108	107,0	0,93
17	223	221,5	0,67
18	239	237,0	0,84
19	271	275,5	1,63
20	180	182,5	1,37
21	264	264,0	0
22	84	84,0	0
23	244	246,5	1,01
24	82	81,0	1,23
25	211	209,5	0,71
26	195	196,0	0,51
27	298	296,0	0,67
28	193	193,5	0,26
29	120	121,5	1,23
30	183	188,0	2,65

Seperti yang terlihat pada Tabel III.1, terdapat 30 hasil ukur horizontal lompat jauh dari 30 siswa menggunakan HC-SR04 dan roll meter. Hasil pengukuran jarak pada alat ukur sensor HC-SR04 dan roll meter diolah menjadi grafik menggunakan software Origin. Hal ini bertujuan untuk menganalisis akurasi rancangan alat saat digunakan di Lapangan. Perbandingan hasil ukur pada pengukuran jarak menggunakan HC-SR04 dan roll meter disajikan pada Gambar III.5.



Gambar III.5 Uji Linearitas Data Ukur Lompat Jauh menggunakan Sensor HC-SR04 dan Roll Meter pada Tabel 3.1

Pada Gambar III.5, dapat diamati grafik perbandingan hasil ukur menggunakan roll meter dan HC-SR04. Dari grafik tersebut diperoleh persamaan $y = 0,99732x - 0,65134$. Persamaan tersebut mengartikan bahwa setiap perubahan jarak lompatan sebesar 1 cm, maka sensor HC-SR04 mendeteksi perubahan itu sebesar - 0,9973 cm. Selain itu, dari grafik juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9988. Nilai koefisien determinasi mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa hasil ukur sensor HC-SR04 memiliki nilai yang hampir sama dengan hasil ukur menggunakan roll meter. Hal ini menunjukkan akurasi alat ukur HC-SR04 pada pengujian lompat jauh sebesar 99,88 %.

III.3 Hasil Pengujian Micro Switch

Pada penelitian ini, didapatkan 26 siswa melompat tanpa menginjak batas tumpuan sehingga lompatan dianggap sah. Sedangkan 4 siswa lainnya melompat dengan menginjak batas lompatan, sehingga lompatan dianggap tidak sah. Adapun hasil pengujian rancangan micro switch disajikan pada Tabel III.2

Tabel III.2 Hasil Pengujian Rancangan Micro Switch

No. Urut Siswa	Menginjak	Buzzer Berbunyi
10	YA	YA
12	YA	YA
14	YA	YA
15	YA	YA

Pada Tabel III.2 dapat diamati bahwa buzzer selalu berbunyi apabila diinjak. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan micro switch berfungsi dengan baik untuk mendeteksi sah atau tidaknya suatu lompatan.

III.4 Pembahasan

Dari hasil pengukuran yang telah didapatkan, maka akurasi alat yang telah dirancang pada penelitian ini dapat dibandingkan dengan akurasi rancangan alat ukur HC-SR04 pada penelitian sebelumnya. Pada Gambar Tabel III.1, dapat diamati bahwa HC-SR04 mengalami error tertinggi yaitu sebesar 3,55 % pada jarak lompatan sejauh 169 cm, Sedangkan error terendah sebesar 0% didapatkan pada pengukuran jarak lompatan 84 cm dan 264 cm. Pada jarak lompatan 71 cm - 189 cm (jarak objek 211 cm - 322 cm), HC-SR04 mengalami error lebih dari 1% sebanyak sembilan data. Sedangkan pada jarak lompatan 192,5 cm - 356,5 cm (jarak objek 43,5 - 207,5), HC-SR04 mengalami error lebih dari 1 % pada satu data. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan jangkauan HC-SR04 dalam mendeteksi jarak suatu benda. Pada penelitian Huda et al. (2019) telah dijelaskan, sensor HC-SR04 akurat sampai 200 cm. Sedangkan pada jarak objek 400 cm, sensor HC-SR04 mengalami error sebesar 2,3 %. Pada penelitian yang dilakukan oleh Vairavan et al. (2018) dan Santra et al. (2017) juga telah dijelaskan bahwa sensor HC-SR04 mampu mengukur jarak dengan baik dan akurat sampai jarak 3 meter.

IV. PENUTUP

IV.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan, didapatkan kesimpulan antara lain :

1. Sensor HC-SR dapat digunakan untuk mengukur jarak lompat jauh dengan akurasi alat 99,8%. Tetapi terdapat ketidaksesuaian hasil ukur dengan teori yang kemungkinan diakibatkan oleh faktor eksternal, misalnya angin kencang yang dapat mempengaruhi hasil ukur sensor HC-SR04.
2. Pada penelitian ini, hasil ukur lompat jauh dapat tersimpan secara otomatis di website dengan tampilan yang sederhana dan mudah digunakan.
3. Micro switch dapat diimplementasikan sebagai alat pendeteksi sah atau tidaknya suatu lompatan dengan indikator bunyi pada buzzer.

IV.2 Saran

1. Pada saat pengukuran, sebaiknya menunggu beberapa detik sampai hasil ukur HC-SR04 stabil.
2. Pada penelitian ini, Peneliti menggunakan lakban untuk merekatkan alat di tanah lapangan. Metode tersebut tidak efektif karena lakban kurang rekat jika diaplikasikan di tanah lapangan. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan membuat desain rancangan limit switch yang dapat menempel kuat di tanah lapangan. Hal ini bertujuan agar alat limit switch tidak tergeser apabila diinjak.
3. Pada penelitian ini, Peneliti menggunakan kabel dengan panjang 4,5 m untuk menyambung limit switch dengan buzzer. Pada penelitian selanjutnya, lebih baik buzzer diposisikan terpisah dari rancangan alat ukur jarak lompat jauh. Hal ini bertujuan agar kabel tidak mengganggu proses lompat jauh.

DAFTAR PUSTAKA

Danukusuma, H. (2019). Alat Ukur Jarak Kids' Athletics Berbasis Laser Measurement Technology. *Jurnal Pendidikan Keperawatan Olahraga*, 8(4), 24-35.

- Huda, A. S. M., Zuraiyah, T. A., & Hakim, L. F. (2019). Prototype Alat Pengukur Jarak Dan Sudut Kemiringan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Accelerometer Berbasis Arduino Nano. *Bina Insani Journal*, 6(2), 185-194. <https://ejournal-binainsani.ac.id/index.php/BIICT/article/view/1233>
- Indrayana, B. (2019). Hubungan Standing Broad Jump dan Lari Sprint 20 Meter terhadap Hasil Kemampuan Lompat Jauh pada Siswa Kelas XI Xaverius II Jambi. *Jurnal Prestasi*, 3(5), 19-24. <https://doi.org/10.24114/jp.v3i5.13445>
- Mohammed, S. L., Al-Najil, A., Farjo1. M. M., & Javaan. (2019). Highly Accurate Water Level Measurement System Using a Microcontroller and an Ultrasonic Sensor. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 518(4), 217-236. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/518/4/042025>
- Safwan, Mawaddah, I, & Zakwansyah. (2021). Rancang Bangun Prototype Alat Pengukur Jarak Vertical & Horizontal Berbasis Infrared & Roda. *Jurnal J-Innovation*, 10(1), 30-33. <https://doi.org/10.55600/jipa.v10i1.92>
- Santra, M., Biswas, S., Bandhapadhyay, S., Palit, K., Assistant, T., & fellow, P. (2017). Smart Wireless Water Level Monitoring & Pump Controlling System. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 3(4), 186-196. <https://doi.org/10.31695/IJASRE>
- Setya, R. (2022). *Berlatih Lompat Jauh Bagi Pemula*. Jakarta: PT Wadah Ilmu. Hal.6, ISBN : 978-602-272-125-3
- Silalahi, J. G. H., Damayanti, T. N., & Rimasa, D. (2021). Aplikasi Pengukuran Vertical Jump secara Realtime untuk Atlet Olahraga. *E-Proceeding Of Applied Science*, 7(5), 1766-1784. ISSN : 2442-5826
- Sinulingga, A., Nugraha, T., Karo-Karo, A. A. P., & Pasaribu, A. M. N. (2020). Application and Impact of Scientific Approaches Physical Education and Sports in School. *Journal of Talent Development and Excellence*, 12(3), 857-863. ISSN: 1869-2885
- Vairavan, R., Kumar, S. A., Ashiff, I. S., & Jose, C. G. (2018). Obstacle Avoidance Robotic Vehicle Using Ultrasonic Sensor Arduino Controller. *International Research Journal of Engineering & Technology*, 5(2), 2140-2143. ISSN: 2395-0072