

## PEMBUATAN ALAT MISTAR PADA OLAHRAGA LOMPAT TINGGI MENGGUNAKAN PANEL SURYA BERBASIS IOT

Nashrul Muttaqin<sup>1\*</sup>, Alfonso Howenoki<sup>1</sup>, Eko Sulistyo<sup>1</sup>, Valentin Vina  
Ratnaputri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: [nasrul.nas10355@gmail.com](mailto:nasrul.nas10355@gmail.com)

### ABSTRAK

Olahraga Lompat Tinggi merupakan salah satu cabang olahraga yang banyak digemai diseluruh dunia. Mistar adalah alat ukur utama dalam olahraga ini, namun sampai saat ini masih mengatur ketinggian mistar dengan cara manual. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat mistar lompat tinggi yang menggunakan energi surya dan berbasis Interet of Things (IoT). Alat ini dirancang untuk membantu atlet lompat tinggi dalam mengukur ketinggian lompatan dengan lebih akurat dan efisien. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi posisi dari mistar, data secara realtime, berhasil/tidak atlet dalam lompatan, kemudian data tersebut dikirimkan ke server IoT untuk diolah dan ditampilkan dalam bentuk data realtime. Energi surya digunakan sebagai sumber daya untuk menggerakkan sistem ini, sehigga alat ini dapat digunakan di lapangan tanpa perlu sumber daya listrik tambahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat mistar lompat tinggi berbasis IoT ini dapat mengukur ketiggiann lompatan dengan akurasi yang tinggi dan dapat digunakan sebagai alat bantu latihan/turnamen bagi atlet lompat tinggi.

**Kata Kunci:** Mistar Lompat Tinggi, Energi Surya, Iot, Sensor Ultrasonik

### ABSTRACT

High Jump is one of the most popular sports in the world. The ruler is the main measuring tool in this sport, but until now the height of the ruler is still manually adjusted. This study aims to design and create a high jump ruler that uses solar energy and is based on the Internet of Things (IoT). This tool is designed to help high jump athletes measure jump heights more accurately and efficiently. This system uses a NodeMCU ESP32 microcontroller and ultrasonic sensors to detect the position of the ruler, real-time data, whether or not the athlete is successful in jumping, then the data is sent to the IoT server to be processed and displayed in the form of real-time data. Solar energy is used as a power source to drive this system, so that this tool can be used in the field without the need for additional electricity. The results of the study show that this IoT-based high jump ruler can measure jump height with high accuracy and can be used as a training/tournament aid for high jump athletes.

**Keywords:** High Jump Bar, Solar Energy, IoT, Ultrasonic Sensor

## 1. PENDAHULUAN

Pada era digital saat ini, Teknologi Internet of Things (IoT) berkembang sangat pesat dan mulai diterapkan di berbagai bidang kehidupan, termasuk olahraga. IoT memungkinkan perangkat-perangkat fisik seperti sensor dan alat ukur terhubung dengan sistem digital, sehingga dapat saling berkomunikasi dan memberikan respons secara otomatis. Hal ini membuka peluang besar di dunia olahraga untuk meningkatkan efektivitas pelatihan, memantau performa atlet secara lebih akurat, hingga mengelola fasilitas olahraga secara efisien (Rosyady et al, 2021).

Tantangan besar yang harus dihadapi perkembangan Teknologi Internet of Things (IoT), yakni kebutuhan energi yang stabil dan berkelanjutan. Kebanyakan perangkat IoT bergantung pada sumber listrik konvensional yang kurang ramah lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan energi alternatif seperti tenaga surya menjadi solusi yang sangat relevan. Penggunaan energi surya sebagai solusi karena bersifat ramah lingkungan, dan juga dapat membuat perangkat IoT lebih mandiri tanpa harus bergantung pada listrik dari jaringan PLN. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Moh Hamam et al. (2024) yang menunjukkan bahwa sistem IoT yang menggunakan panel surya mampu beroperasi secara mandiri dan efisien dalam pemantauan lingkungan di daerah terpencil.

Lompat tinggi merupakan salah satu cabang olahraga atletik yang menuntut kombinasi kekuatan, kelincahan, kecepatan, dan koordinasi tubuh secara maksimal. Dalam pertandingan ini, atlet diharuskan melompati mistar horizontal yang dipasang pada ketinggian tertentu tanpa menjatuhkannya. Keberhasilan lompatan tidak hanya ditentukan oleh kemampuan fisik, tetapi juga oleh teknik dan prinsip biomekanika tubuh seperti sudut tolakan, kecepatan pendekatan, serta posisi tubuh saat melewati mistar.

Olahraga ini telah menjadi bagian dari kurikulum Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan di Indonesia, serta dipertandingkan dalam berbagai ajang nasional seperti Pekan Olahraga Nasional (PON). Di tingkat internasional, lompat tinggi termasuk dalam sembilan cabang atletik awal yang dilombakan pada Olimpiade modern pertama di Athena tahun 1896, dan hingga kini tetap menjadi bagian dari Olimpiade Musim Panas (Komite Olimpiade Indonesia, 2021).

Salah satu komponen utama dalam olahraga ini adalah mistar lompat tinggi, yang menjadi tolak ukur keberhasilan lompatan atlet. Mistar mengalami evolusi signifikan dari masa ke masa. Pada awalnya terbuat dari kayu atau bambu, kemudian digantikan oleh logam ringan seperti aluminium, dan sejak tahun 1960-an mulai digunakan fiberglass karena sifatnya yang ringan, fleksibel, dan tahan terhadap benturan. Namun, mistar berbahan fiberglass memiliki masa pakai terbatas sekitar 5–10 tahun tergantung pada frekuensi penggunaan dan kondisi penyimpanan (World Athletics, 2022).

Seiring berkembangnya teknologi, kebutuhan akan sistem pengaturan ketinggian yang lebih presisi, efisien, dan aman mendorong munculnya berbagai inovasi. Salah satunya adalah penggunaan sensor ultrasonik untuk mendeteksi posisi mistar secara otomatis serta sistem kontrol ketinggian berbasis mikrokontroler dan aplikasi digital. Inovasi ini memungkinkan proses pengukuran dilakukan dengan akurasi tinggi dan minim kesalahan manusia, serta dapat mempercepat pengaturan mistar saat latihan maupun pertandingan. Misalnya, penelitian oleh Anis et al. (2020) mengembangkan alat ukur tinggi badan otomatis

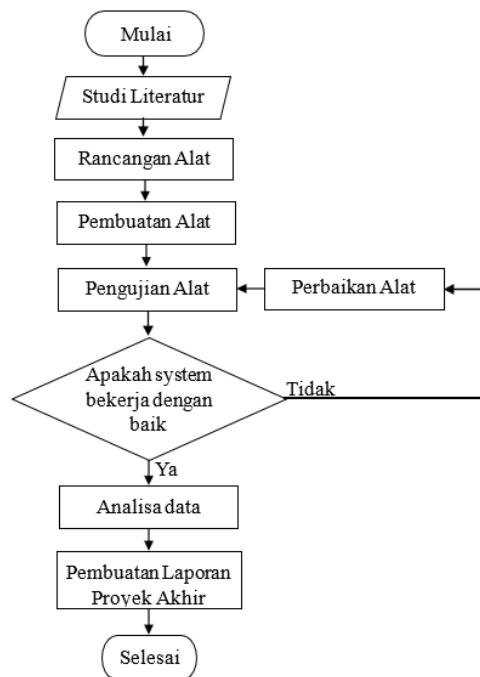
menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan Arduino Uno, yang dapat mengukur tinggi badan secara cepat dan akurat. Lebih lanjut, dalam mendukung keberlanjutan energi dan efisiensi operasional, sistem otomatis ini juga dapat diintegrasikan dengan panel surya (solar panel) sebagai sumber daya utama. Penggunaan panel surya memungkinkan sistem beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada listrik PLN, sehingga sangat cocok untuk digunakan di lapangan terbuka atau daerah dengan akses listrik terbatas. Selain itu, solusi ini mendukung program ramah lingkungan dan pengurangan emisi karbon yang kini menjadi perhatian global dalam pembangunan fasilitas olahraga. Penelitian oleh Saputro, W., & Yuliani, S. (2019) menunjukkan bahwa penerapan arsitektur hijau pada stadion sepak bola dengan pendekatan desain yang efisien energi, termasuk penggunaan panel surya, dapat mengurangi konsumsi energi dan dampak lingkungan, serta meningkatkan kenyamanan bagi pengguna stadion. Dengan dukungan teknologi dan penerapan energi terbarukan seperti panel surya, olahraga lompat tinggi dapat terus berkembang tidak hanya dari segi prestasi atletik, tetapi juga dalam hal infrastruktur yang modern, hemat energi, dan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan arah pembangunan olahraga nasional berbasis teknologi hijau dan digitalisasi.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam bidang olahraga, khususnya pada cabang lompat tinggi, memberikan peluang signifikan untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kemudahan dalam proses pengukuran serta pengaturan ketinggian mistar. Di sisi lain, penggunaan energi surya sebagai sumber daya alternatif memberikan solusi terhadap kebutuhan energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, terutama untuk penggunaan di area terbuka. Integrasi antara sistem otomatis berbasis IoT dan pemanfaatan energi terbarukan diharapkan dapat menghasilkan perangkat yang tidak hanya fungsional dan modern, tetapi juga mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu, judul “Pembuatan Alat pada Lompat Tinggi menggunakan energi surya berbasis IoT” dipilih sebagai fokus penelitian untuk menjawab tantangan teknologi dalam dunia olahraga yang semakin berkembang.

Tujuan proyek akhir antar lain 1. Meningkatkan akurasi dan efisiensi pengukuran ketinggian lompatan, 2. Memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya yang berkelanjutan.

## 2. METODE

Langkah-langkah yang akan diambil dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah Pelaksanaan

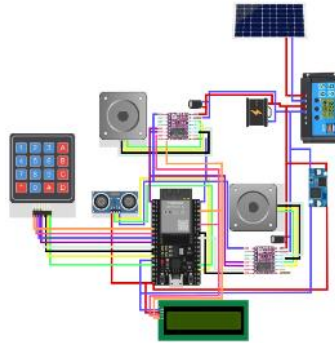
## 2.1 Studi Literatur

Studi literatur dalam penelitian ini dilakukan dengan menelusuri berbagai referensi dari buku, jurnal, artikel ilmiah dan sumber online yang relevan dengan pengembangan sistem dari alat mistar lompat tinggi menggunakan energi surya berbasis IoT. Referensi-referensi ini memberikan gambaran umum mengenai konsep dasar dari alat mistar lompat tinggi menggunakan energi surya berbasis IoT, teknologi yang digunakan seperti sensor, ESP32, driver motor, serta sistem kontrol berbasis aplikasi. Selain itu juga, studi literatur ini juga membahas penerapan Internet of Things (IoT) dalam meningkatkan efektivitas dari alat ini.

## 2.2 Perancangan Sistem

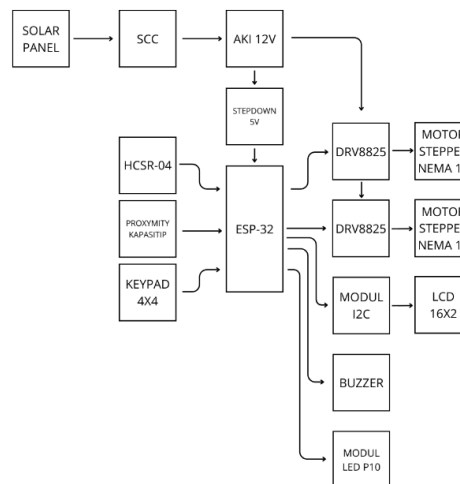
Perancangan sistem alat mistar lompat tinggi berbasis IoT dengan sumber energi surya bertujuan untuk menciptakan alat ukur ketinggian yang efisien, mandiri, dan terintegrasi dengan teknologi modern. Sistem ini dirancang untuk menaikkan dan merekam ketinggian dari mistar lompat tinggi secara otomatis. Sumber utama sistem ini berasal dari panel surya, yang berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik untuk mengoperasikan seluruh komponen alat, sehingga memungkinkan alat bekerja secara mandiri tanpa ketergantungan pada jaringan listrik konvensional. Energi listrik yang dihasilkan disimpan dalam baterai untuk memastikan komunitas daya, bahkan saat cuaca hujan mendung ataupun di malam hari. Sistem pengukuran ketinggian menggunakan sensor jarak (disini penulis menggunakan sensor ultrasonik) yang dipasang padaudukan mistar, sensor akan mendeteksi perubahan ketinggian pada mistar yang akan mengirimkan data pada mikrokontroler yang nantinya akan mengaktifkan motor stepper untuk menaikkan mistar hingga mencapai ketinggian yang diinginkan oleh para atlet.

### Skematik perkabelan



Gambar 2. Rancangan *Hardware*

### Blok Diagram



Gambar 3. Blok Diagram

### 2.3 Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak pada sistem mistar lompat tinggi berbasis IoT yang menggunakan energi surya difokuskan pada pengolahan data sensor, pengendalian perangkat keras, serta komunikasi data secara nirkabel untuk keperluan monitoring dan penyimpanan. Perangkat lunak utama dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C/C++ pada platform Arduino IDE, dengan dukungan pustaka (library) untuk komunikasi sensor, kontrol motor (jika ada aktuator), serta konektivitas jaringan. Mikrokontroler seperti ESP32 digunakan sebagai otak sistem karena kemampuannya dalam mengolah data dan koneksi WiFi yang terintegrasi.

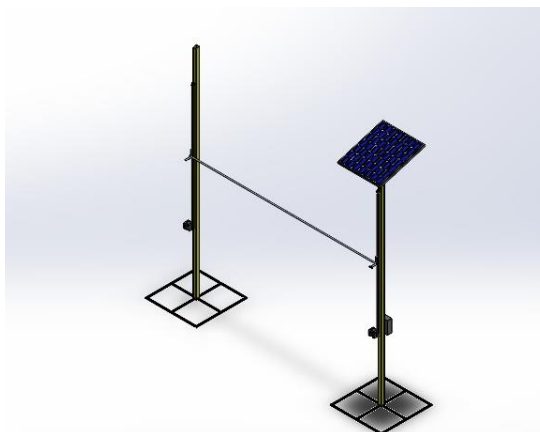
### 2.4 Perancangan *Hardware*

Perancangan perangkat keras alat mistar lompat tinggi berbasis IoT dan energi surya mencakup integrasi mikrokontroler ESP32, sensor jarak (ultrasonik), LCD I2C, dan modul komunikasi WiFi untuk akuisisi serta pengiriman data ketinggian secara real-time. Sistem ditenagai oleh panel surya yang terhubung ke baterai melalui solar charge controller, memastikan operasi mandiri dan ramah

lingkungan. Seluruh komponen dirakit pada rangka ringan dan tahan cuaca, dirancang portabel untuk kemudahan penggunaan di luar ruangan. Perangkat keras ini mengutamakan efisiensi, keandalan, dan kemudahan integrasi dengan platform digital.

## 2.5 Perakitan Alat

Perakitan alat olahraga lompat tinggi menggunakan energi surya berbasis IoT dilakukan secara bertahap dengan memperhatikan aspek fungsionalitas, efisiensi energi, dan keandalan sistem. Komponen utama yang digunakan meliputi sensor pengukur tinggi lompatan, panel surya sebagai sumber daya utama, mikrokontroler untuk pengolahan data, serta modul komunikasi IoT yang memungkinkan pemantauan dan pengiriman data secara real-time. Langkah awal dalam proses perakitan adalah penyusunan dan pemasangan rangka alat sebagai struktur utama penyangga sensor dan panel surya. Selanjutnya, panel surya dipasang pada posisi optimal untuk mendapatkan pencahayaan maksimal, kemudian dihubungkan dengan sistem penyimpanan daya (baterai) dan rangkaian regulator tegangan guna menjamin kestabilan suplai listrik. Setelah sistem daya terpasang, sensor tinggi diposisikan secara presisi pada tiang lompat, dan dihubungkan dengan mikrokontroler (seperti ESP32 atau Arduino) yang telah diprogram untuk membaca, memproses, dan mengirimkan data ketinggian lompatan. Modul WiFi atau GSM diintegrasikan sebagai bagian dari sistem IoT untuk mengirimkan data ke server atau aplikasi pemantauan. Semua komponen diuji fungsinya secara menyeluruh setelah perakitan untuk memastikan alat bekerja sesuai dengan tujuan, yaitu mencatat dan mengirimkan data tinggi lompatan secara otomatis dengan menggunakan sumber daya dari energi surya, serta dapat diakses dari jarak jauh melalui jaringan internet.



Gambar 4. Konstruksi Alat

## 2.6 Uji Coba Alat

Uji coba alat merupakan tahapan penting untuk memastikan seluruh sistem pada alat mistar lompat tinggi berbasis energi surya dan IoT dapat berfungsi sesuai dengan rancangan. Namun, pada tahap penyusunan laporan ini, alat belum dapat diuji secara menyeluruh karena terdapat beberapa kendala, khususnya pada bagian konstruksi alat, seperti pemilihan bahan rangka utama dan mekanisme penggerak mistar. Kendala pada bagian mekanik tersebut menghambat tahap pengujian

performa sensor, sistem penggerak motor stepper, serta komunikasi data melalui modul IoT. Oleh karena itu, uji coba fungsional seperti akurasi sensor, kendali motor, dan respon mikrokontroler terhadap perintah dari aplikasi direncanakan akan dilakukan setelah tahapan perakitan fisik terselesaikan secara menyeluruh. Meskipun belum dilakukan pengujian menyeluruh, uji coba awal terhadap sistem elektronik dilakukan secara terpisah untuk memastikan bahwa ESP32, driver motor, dan sensor jarak bekerja sesuai harapan.

## 2.7 Anlisa dan Evaluasi

Berdasarkan hasil sementara selama tahap perakitan dan simmulasi sistem,, diperoleh beberapa temuan berikut :

- Rangkaian elektronik seperti ssensor HCSR-04 dapat berfungsi dengan baik secara terpisah.
- Sistem tenaaga surya telah dirancang untuk menopang beban konsumsi alat, namun belum diuji dalam kondisi lapangan terbuka.
- Kendala utama terletak pada bagian konstruksi mekanik, terutama daalam pemilihan bahan rngka yang ringan namun kuat, serta mekanisme pulley dan seling baja untung pengaturan tinggi mistar.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Sensor *Proximity*

Sensor proximity direncanakan sebagai pendeteksi keberadaan mistar pada posisi target atau sebagai saklar batas otomatis. Sensor telah dihubungkan dengan mikrokontroler, dan hasil pengujian awal menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi objek dalam jarak tertentu tanpa kontak langsung. Fitur ini diharapkan dapat mendukung sistem keamanan untuk menghentikan motor saat mistar mencapai batas yang ditentukan.

### 3.2 Sensor HCSR-04

Sensor ultrasonik HCSR-04 berfungsi sebagai alat pengukur jarak untuk mendeteksi ketinggian mistar secara otomatis. Sensor ini mampu memberikan data jarak dengan akurasi cukup tinggi dalam skenario pengujian sederhana di dalam ruangan. Data yang diterima ESP32 dikonversi menjadi informasi jarak dan direncanakan untuk ditampilkan pada serial monitor dengan menggunakan jarak acuan yaitu penggaris ukuran 30cm.

Tabel 1. Data Sensor HC-SR04

| Percobaan Ke | Jarak Sebenarnya | Jarak Baca Sensor | Error | Akurasi |
|--------------|------------------|-------------------|-------|---------|
| 1            | 5cm              | 5,27cm            | 5,4%  | 94,06%  |
| 2            | 10cm             | 9,59cm            | 4,1%  | 95,09%  |
| 3            | 15cm             | 15,09cm           | 0,6%  | 99,04%  |
| 4            | 20cm             | 19,65cm           | 1,75% | 98,25%  |
| 5            | 25cm             | 24,59cm           | 1,64% | 98,36%  |

Tabel 2. Data Pengukuran Menggunakan Keypad

| Jarak Yang di Input Keypad | Hasil Pembacaan Sensor | Hasil Pengukuran Jarak Manual | Error Absolute | Error Relatif % |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|
| 110 cm                     | 109 cm                 | 110 cm                        | 1,00 cm        | 0,91 %          |
| 120 cm                     | 121 cm                 | 122 cm                        | 1,00 cm        | 0,82 %          |
| 130 cm                     | 130 cm                 | 132 cm                        | 2,00 cm        | 1,52 %          |
| 140 cm                     | 141 cm                 | 140 cm                        | 1,00 cm        | 0,71 %          |
| 150 cm                     | 150 cm                 | 150 cm                        | 0,00 cm        | 0,00%           |

#### 4. KESIMPULAN

Proyek akhir ini berhasil merancang sistem pengaturan ketinggian mistar lompat tinggi yang berbasis IoT dan menggunakan energi surya sebagai sumber daya. Sistem ini menggabungkan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, motor stepper, dan panel surya dalam satu kesatuan yang memungkinkan pemantauan serta kontrol otomatis ketinggian mistar. Meskipun belum dilakukan uji coba lapangan secara penuh, komponen utama telah diuji secara terpisah dengan hasil yang menjanjikan.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Eko Sulistyono, M.T., dan Ibu Yus Valentina Vina Ratnaputri, S.Kel., M.Si, dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang luar biasa selama proses penelitian ini. Tanpa bimbingan beliau, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Selain itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga tercinta dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan moral dan motivasi. Tanpa dukungan dari semua pihak, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anis, Y. H., Mangiri, H. S., & Trisetiyanto, A. N. (2020). Pengembangan Alat Ukur Tinggi Badan Manusia Secara Otomatis dengan Arduino. *Joined Journal (Journal of Informatics Education)*, 3(2), 65–71. <https://ejournal.ivet.ac.id/index.php/jiptika/article/view/1416>
- Komite Olimpiade Indonesia. (2021). *Sejarah Olimpiade dan Cabang Atletik*. Diakses dari: <https://nocindonesia.id>
- Moh Hamam, M. et al. (2024). Meningkatkan efisiensi panel surya melalui IoT berbasis Arduino. *Jinteks*, 7(1), 175–182.
- Rosyady, A. F. et al. (2021). Sistem Pelatihan Smart Innovation untuk Atlet Taekwondo Menggunakan Sensor Multivariabel dan Terintegrasi dengan Website (usability 94%)
- Saputro, E. N., Suroto, W., & Yuliani, S. (2019). Design Strategy of Football Stadium with Green Architecture Approach in Sragen Regency. *Jurnal Ilmiah Arsitektur dan Lingkungan Binaan*, 17(1), 33–40. Diakses dari: <https://jurnal.uns.ac.id/Arsitektura/article/view/22194>
- World Athletics. (2022). *High Jump Facilities and Equipment Specifications*. Diakses dari: <https://worldathletics.org>.