

## IMPLEMENTASI SISTEM HIDROPONIK CERDAS PAKAN TERNAK JAGUNG MENGGUNAKAN ESP32

Andiko Prasetyo<sup>\*</sup>), Rizky Ramadani, Mohammad Yahya R dan Ratna Mustika Yasi

Jurusan Teknik Elektro, Universitas PGRI Banyuwangi, Banyuwangi  
Jl. Ikan Tongkol No.22, Kertosari, Kec. Banyuwangi, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur 68416

<sup>\*</sup>E-mail: andikoprasetyo0@gmail.com

### Abstrak

Pakan ternak jagung merupakan salah satu pakan hijauan alternatif bagi kambing di tengah melonjaknya harga konsentrat di pasaran. Seiring kemajuan zaman, sistem hidroponik cerdas digunakan untuk memproduksi pakan ternak jagung. Metode perancangan perangkat menggunakan ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, modul DS3231 RTC, layar *display* 16x2, *relay*, motor pompa 5v, dengan aplikasi *monitoring* menggunakan *Thinger.io*. Hasil pengujian menunjukkan sistem penyiram tanaman otomatis ini membuat tanaman mendapat asupan air yang cukup sehingga dapat tumbuh mencapai 23 cm. Selain itu, sistem penyiraman otomatis dan tinggi pakan ternak ini dapat dipantau melalui *smartphone* pengguna pada aplikasi *Thinger.io*.

*Kata kunci: ESP32, Sistem Hidroponik Cerdas, Pakan Ternak, Thinger.io*

### Abstract

*Fodder jagung is an alternative forage feed for goats in the midst of soaring concentrate prices in the market. As the times progressed, smart hydroponic systems were used to produce fodder jagung. The device design method uses ESP32, ultrasonic sensor HC-SR04, DS3231 RTC module, 16x2 display screen, relay, 5v pump motor, with monitoring application using Thinger.io. The test results show that this automatic plant sprinkler system makes plants get enough water intake so they can grow up to 23 cm. In addition, this automatic watering system and fodder height can be monitored via the user's smartphone on the Thinger.io application.*

*Keywords: ESP32, Smart Hydroponic System, Fodder, Thinger.io*

### 1. Pendahuluan

Kambing merupakan salah satu ruminansia yang mempunyai potensi untuk dikembangkan di Indonesia untuk diambil daging dan susunya sebagai sumber produk hewani. Ternak kambing memiliki berbagai keuntungan diantaranya yaitu mudah beradaptasi dengan lingkungan, tidak membutuhkan modal besar, dan yang terpenting pemeliharaannya mudah. Hal ini menjadikan peternakan kambing merupakan salah satu peternakan terbesar di Indonesia. Dilansir dari Badan Pusat Statistik, statistik populasi kambing pada tahun 2021 sebesar 19.229.067 ekor lebih tinggi dari tahun 2020 yakni 18.689.711 ekor [1]. Salah satu pemicu pesatnya populasi kambing dikarenakan iklim di Indonesia sangat cocok dalam pengelolaan ternak kambing. Pada awalnya kambing dimanfaatkan untuk diambil dagingnya dan diperah susunya. Dikarenakan desakan ekonomi yang kian tinggi, peternak mulai memutar otak untuk mendapatkan keuntungan secepat mungkin dari ternak, yaitu penggemukan kambing.

Salah satu peternak kambing di Banyuwangi, menerapkan metode ternak penggemukan untuk mempercepat perputaran modal. Penggemukan kambing merupakan

salah satu metode sistem intensif maupun non intensif beternak dengan memberikan pakan khusus yang berkualitas guna mencapai target bobot yang diinginkan [2]. Usaha penggemukan kambing biasa dilakukan berkisar selama 60-90 hari. Untuk menunjang kenaikan bobot harian, dibutuhkan pakan tambahan seperti konsentrat [3]. Tingginya harga konsentrat, mengakibatkan peternak mencari solusi untuk mengurangi penggunaan konsentrat yakni dengan pakan ternak jagung. Pakan ternak jagung adalah seluruh bagian tanaman jagung yang masih segar tidak meliputi akar dan sudah mengalami proses tertentu sehingga menjadi pakan hijauan yang siap diberikan ke ternak [4]. Manfaat yang didapatkan dari teknologi pakan ternak pakan ternak adalah nutrisi energi yang didapatkan secara berkelanjutan dan seimbang, meningkatkan pencernaan ransum, pH rumen lebih rendah, penambahan bobot badan lebih cepat, kualitas yang lebih tinggi dan peningkatan cita rasa produk hewani serta memberikan efek kesehatan pada ternak [5]. Pakan ternak dapat diperoleh melalui proses tanam secara hidroponik. Proses produksi pakan ternak jagung dengan metode hidroponik cocok dengan kondisi peternak yang minim lahan dan ingin menekan biaya operasional pakan ternak. Hidroponik merupakan sistem budidaya tanaman hijauan tanpa

menggunakan media tanam tanah dengan nutrisi tambahan yang dilarutkan bersama air [6]. Keunggulan dari proses produksi pakan ternak jagung salah satunya tidak terpengaruh oleh cuaca.

Seiring kemajuan zaman, sistem hidroponik cerdas dikenal masyarakat sebagai salah satu metode penanaman berbasis teknologi. Sistem hidroponik cerdas merupakan sistem hidroponik dengan *monitoring* secara *realtime* berbasis *Internet of Things* terintegrasi dengan *smartphone* untuk mengatur suhu, kelembapan, asupan nutrisi, intensitas cahaya, dan penyiraman otomatis [7]. Sistem hidroponik cerdas disini akan difokuskan untuk budidaya pakan ternak.

Pada penelitian terdahulu [8], sistem hidroponik cerdas untuk pakan ternak menggunakan ATMEGA328 sebagai pemroses data, namun penelitian ini belum dapat memantau ketinggian pakan ternak secara *realtime*. Oleh sebab itu, digagas sebuah sistem khusus yang bernama Sistem Hidroponik Cerdas Pakan Ternak Jagung Menggunakan ESP32, sebagai pemroses data yang terkoneksi dengan internet. Sistem ini dapat digunakan untuk memantau tinggi pakan ternak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan penyiraman otomatis sesuai penjadwalan berdasarkan modul DS3231 RTC. Menurut Kustyorini, suhu ideal untuk pakan ternak jagung adalah 23°C - 27°C dengan frekuensi penyiraman 3 kali sehari [9]. Berdasarkan analisis permasalahan di atas, penulis ingin merancang dan membangun serta mengimplementasikan produk hidroponik pakan ternak jagung berbasis *ESP32*. Hal ini guna menekan biaya operasional pada pakan ternak dan mengatasi permasalahan peternak yang minim lahan.

## 2. Metode

### a. ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Spesifikasinya yaitu Prosesor: *Xtensa dual-core (or single-core) 32-bit LX6 microprocessor*, beroperasi pada 160 or 240 MHz. Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh ESP32 adalah sudah terdapat Wifi dan Bluetooth di dalamnya, yang akan sangat mempermudah pembuatan sistem IoT yang memerlukan koneksi *wireless* [10].



Gambar 1. ESP32

### b. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik tipe HCSR04 merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengukur jarak dari suatu objek. Kisaran jarak yang dapat diukur sekitar 2-45 cm. Sensor ultrasonik tipe HCSR04 menggunakan dua pin digital untuk mengkomunikasikan jarak yang terbaca. Prinsip kerja sensor ultrasonik ini bekerja dengan mengirimkan pulsa ultrasonik sekitar 40 KHz, selanjutnya dapat memantulkan pulsa sebesar 40 KHz dan menghitung waktu yang diambil dalam hitungan mikrodetik [11].



Gambar 2. Sensor Ultrasonik

### c. Modul DS3231 RTC

RTC (Real Time Clock) merupakan sebuah modul yang berfungsi untuk menerima dan menyimoan data *realtime* berupa waktu. Pada penelitian ini, RTC yang digunakan adalah jenis RTC DS3231. Secara otomatis, RTC mampu menyimpan seluruh data waktu, hari, tanggal, bulan dan tahun, hingga perbedaan bulan yang memiliki 30 hari ataupun 31 hari [12].



Gambar 3. Modul RTC

### d. Relay

Modul *relay* merupakan sebuah board yang di desain sedemikian rupa dan tersusun dari satu atau beberapa buah komponen relay yang digunakan sebagai perantara mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat elektronika yang membutuhkan sumber tegangan besar atau AC [13].



Gambar 4. Relay

### e. Motor Pompa 5V

Motor pompa celup mini ini merupakan *low cost*, motor pompa *submersible* ukuran kecil yang biasa digunakan memompa air untuk penyiraman skala kecil. Motor pompa dioperasikan dari catu daya 5V. Dapat memakan waktu hingga 120 liter per jam dengan konsumsi arus sangat rendah 220mA. Sambungkan saja pipa tabung ke stopkontak motor, rendam dalam air dan nyalakan. Pastikan ketinggian air selalu lebih tinggi dari motor. Ketika air habis saat proses memompa masih berjalan, motor bisa rusak karena pemanasan dan juga akan menimbulkan kebisingan [14].



Gambar 5. Motor Pompa 5V

### f. LCD (Liquid Crystal Display)

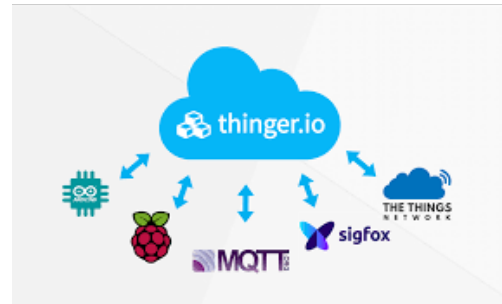
LCD (Liquid Crystal Display) merupakan suatu jenimodul tampilan elektronik yang memiliki fungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafikan. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan kondisi volume sampah dan keadaan lampu penerangan jalan. Bentuk fisik dari LCD dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. LCD 16x2

### g. Thinger.io

*Thinger.io* adalah salah satu *cloud platform* gratis yang mendukung berbagai sistem terkoneksi *internet of thing* (IoT) untuk menampilkan dan mengontrol setiap data [15].

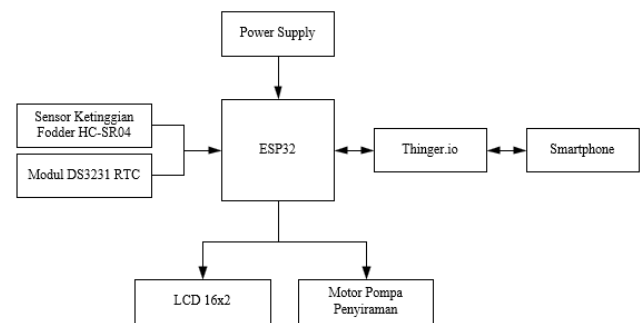


Gambar 7. Thinger.io

## 3. Hasil dan Analisis

### 3.1. Blok Diagram Sistem Secara Umum

Blok diagram sistem hidroponik cerdas pakan ternak jagung menggunakan ESP32 dapat dilihat pada Gambar 8. Sistem kerja dimulai dari peternak menyemai bibit jagung pada nampan hidroponik. Selanjutnya sistem hidroponik cerdas akan bekerja membantu peternak dalam memantau ketinggian menggunakan sensor ultrasonik dan penyiraman otomatis menggunakan modul RTC. ESP32 disini berfungsi untuk mengolah data dari sensor ultrasonik, kemudian data tersebut akan dimunculkan pada LCD dan dikirim menuju *thinger.io* melalui koneksi internet. Selain itu, ESP32 juga berfungsi untuk mengolah data dari modul RTC untuk mengatur penyiraman. Sistem dapat dipantau secara *realtime* melalui *smartphone* peternak.

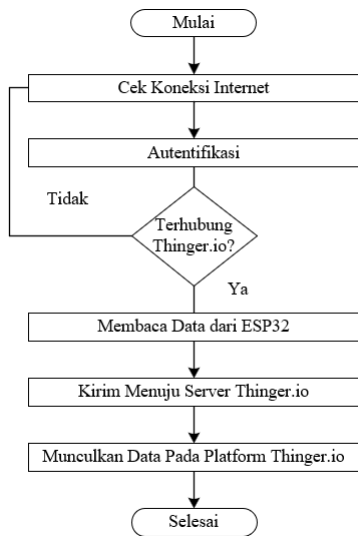


Gambar 8. Blok Diagram Sistem

### 3.2. Perancangan Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras pada alat terdiri dari ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, modul DS3231 RTC, LCD 16x2, *relay*, motor pompa 5v, *power supply* seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

### 3.3. Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 9. Flowchart Thinger.io

Pada bagian perancangan perangkat lunak sesuai pada Gambar 9, sistem akan melakukan koneksi pada jaringan wifi sesuai dengan konfigurasi yang telah dilakukan. Setelah terhubung ke jaringan wifi, ESP32 akan melakukan autentifikasi dengan mengecek ip address dan melakukan test koneksi internet. Setelah keduanya terhubung internet sistem akan melakukan pembacaan data ESP32 dan output dari sensor. Setelah semua data dari semua sensor terbaca, hasil bacaan dikirimkan ke server *Thinger.io*. Data yang diolah akan ditampilkan dalam angka melalui LCD ataupun *smartphone* menggunakan aplikasi *Thinger.io*.

### 3.4. Pembuatan Sistem

#### 3.4.1. Hasil Perancangan Alat



Gambar 10. Hasil Perancangan Alat

Alat yang berhasil dibuat pada penelitian ini adalah sistem hidroponik cerdas pakan ternak jagung menggunakan

ESP32. Sistem ini dapat melakukan penyiraman otomatis serta ketinggian pakan ternak jagung dapat dipantau secara *realtime* melalui *smartphone* peternak (Gambar 10).

### 3.4.2. Pengujian dan Analisis Alat

#### 3.4.2.1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 1. Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Pengukuran Oleh Mistar (cm)	Pengukuran Oleh Sensor Ultrasonik (cm)	Error (%)
1	0	0	0%
2	1,3	2	53,86%
3	2,3	2,5	8,7%
4	4,3	4,5	4,65%
5	6,3	6,5	3,17%
6	8,3	8,5	2,41%
7	10,3	10,5	1,94%
8	12,3	12,5	1,62%
9	14,3	14,5	1,4%
10	16,3	16,5	1,22%
11	18,3	18,5	1,1%
12	20,3	20,5	0,99%
13	22,3	22,5	0,90%
14	24,3	24,5	0,82%
15	26,3	26,5	0,76%
16	28,3	28,5	0,70%
17	30	30	0%

Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 adalah dengan cara menghubungkan Sensor Ultrasonik ke Sistem minimum mikrokontroler ATmega16 sesuai dengan kaki – kaki komponen yang digunakan

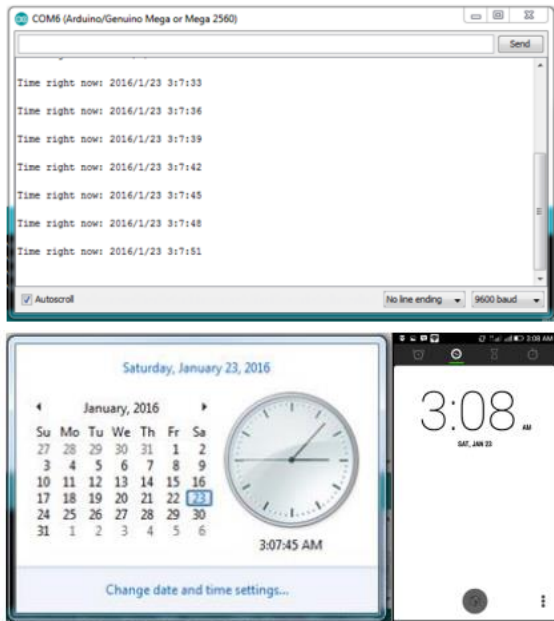
1. Hubungkan kaki VCC pada sensor ultrasonik ke VCC 5VDC pada mikrokontroler.
2. Hubungkan kaki TRIG pada sensor ultrasonik ke kaki PD2 pada Mikrokontroler sebagai input.
3. Hubungkan kaki ECHO pada sensor ultrasonik ke kaki PD3 pada Mikrokontroler sebagai output.
4. Hubungkan kaki GND pada sensor ultrasonik ke GND.

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang dapat mengukur jarak atau tinggi dari 2 cm sampai 40 cm. Sensor ini menerima masukan tegangan mulai dari 1 V sampai 5 V. Keluaran sensor ultrasonik ini sebagai masukan bagi mikrokontroler berupa data analog yang akan diproses menjadi nilai jarak atau tinggi sebenarnya oleh mikrokontroler. Dilakukan perbandingan dalam pengukuran rangkaian sensor ultrasonik dengan mistar 30cm.

#### 3.4.2.2 Pengujian RTC

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keakuratan modul RTC dalam memperoleh jam hari dan tanggal sesuai yang sedang terjadi. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil dari RTC dengan waktu di *smartphone* yang mana diatur otomatis menggunakan internet bukan pengaturan manual sehingga keakuratannya cukup terjamin. Berikut perbandingan hasil dari modul RTC DS3231 yang ditampilkan ke dalam *serial monitor* ESP32, waktu di *laptop* dan waktu di *smartphone* yang

memiliki fitur update otomatis sesuai dengan waktu wilayah setempat.



Gambar 11. Hasil Pengujian RTC

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa modul RTC yang digunakan yaitu tipe DS3231 keakuratannya teruji dengan baik, karena memiliki perbedaan hanya dalam perhitungan detik.

### 3.4.2.3. Pengujian LCD

Pengujian pada LCD dilakukan dengan cara memasukkan kode program pada fungsi *void setup()*. Pengujian LCD berhasil dilakukan, ditunjukkan dengan munculnya karakter pada LCD sesuai dengan kode program.

### 3.4.2.4. Pengujian Motor Pompa

Pengujian pada motor pompa dilakukan dengan cara menghubungkan kabel motor pompa dengan *power supply* 5V. hubungkan ujung selang pada motor pompa dan ujung lainnya pada air. Pengujian berhasil dilakukan, ditunjukkan dengan hidupnya motor dan menyedot air.

### 3.4.2.5. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan alat yaitu dengan menggabungkan keseluruhan perangkat keras meliputi ESP32, *relay*, motor pompa 5V, sensor ultrasonik, modul RTC pada rangka sistem hidroponik cerdas dan ESP32, LCD, serta *laptop* untuk menampilkan program.

Pengujian alat dilakukan pada perangkat keras dengan pengambilan data menggunakan ESP32 yang di desain untuk komunikasi berbasis internet. Selanjutnya data dari

ESP32 akan dikirim menuju *thinger.io*. Data tersebut dapat di akses melalui *smartphone* atau *website* secara realtime. Tampilan pada *smartphone* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Pada Smartphone

Terlihat bahwa pada tampilan di atas, muncul ketinggian pakan ternak saat ini yang didapat dari hasil pembacaan sensor ultrasonik. Tepat di bagian bawah terdapat frekuensi penyiraman dalam sehari yakni sebanyak 3 kali. Frekuensi penyiraman dapat di atur menggunakan modul RTC sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 2. Pengujian Penyiraman dengan RTC

Hari Ke-	Frekuensi Penyimpanan		
	Pagi	Siang	Sore
1	Aktif	Aktif	Aktif
2	Aktif	Aktif	Aktif
3	Aktif	Aktif	Aktif
4	Aktif	Aktif	Aktif
5	Aktif	Aktif	Aktif
6	Aktif	Aktif	Aktif
7	Aktif	Aktif	Aktif
8	Aktif	Aktif	Aktif
9	Aktif	Aktif	Aktif
10	Aktif	Aktif	Aktif
11	Aktif	Aktif	Aktif
12	Aktif	Aktif	Aktif
13	Aktif	Aktif	Aktif
14	Aktif	Aktif	Aktif

Berdasarkan tabel 2, pengujian frekuensi penyiraman dengan modul RTC telah dilakukan. Frekuensi penyiraman dilakukan sebanyak 3 kali sehari [9]. Pada ESP32, dimasukkan sebuah kode program untuk melakukan penyiraman otomatis sebanyak 3 kali sehari melalui modul RTC. Hasil menunjukkan bahwa modul RTC dapat mengatur frekuensi penyiraman untuk mengaktifkan motor pompa 5V dengan tingkat error 0%.



Gambar 13. Perbandingan Hasil Sensor Ultrasonik dengan Mistar

Tabel 3. Perbandingan Error Sensor Ultrasonik dengan Mistar

Hari Ke-	Sensor	Mistar	Error %
1	0	0	0%
2	2,5	2	25%
3	4,3	4	7,5%
4	6,5	6	8,3%
5	9	8	12,5%
6	9,5	9	5,5%
7	10,8	10	8%
8	11	11	0%
9	12,4	12	3,3%
10	14,2	14	1,42%
11	17	16,5	2,94%
12	18,8	19	1,05%
13	22	21	4,76%
14	22,5	23	2,17%

Pengujian di atas ditujukan untuk membandingkan hasil pengukuran tinggi pakan ternak antara sensor ultrasonik dengan mistar. Terlihat bahwa error tertinggi sebesar 25% pada hari ke- 2 dan error terkecil pada hari ke- 1 dan 8 sebesar 0% dengan rata-rata errornya sebesar 5,8%. Hal ini dibuktikan pertumbuhan pakan ternak dari hari ke- 1-14 seperti pada tabel 4.

Pada tabel 4 terlihat bahwa sistem ini dapat membantu pertumbuhan pakan ternak mencapai 23 cm, lebih tinggi 3 cm daripada penyemaian secara konvensional [16]. Pada tabel 4, tinggi pakan ternak tidak merata bahkan beberapa ada yang tidak dapat tumbuh. Hal ini dipengaruhi oleh penyiraman yang tidak merata akibat *nozzle misting* kabut tidak dapat mencapai bibit-bibit tersebut. Selain itu, juga dipengaruhi oleh hama serangga seperti lalat buah, sehingga bibit-bibit yang harusnya tumbuh, menjadi busuk.

Tabel 4. Tabel Pertumbuhan Fodder Jagung

Hari	Rata-Rata Pertumbuhan (cm)	Gambar
Ke 1-5	0-8	
Ke 5-10	0-12	
Ke 10-14	0-23	

Berdasarkan hasil pengujian selama 14 hari, diperoleh sebuah sistem hidroponik cerdas pakan ternak jagung menggunakan ESP32 yang dapat membantu peternak dalam memantau tinggi pakan ternak jagung secara *realtime* dengan penyiraman otomatis 3 kali sehari, serta dapat dipantau melalui *thinger.io* pada *smartphone* peternak. Hal ini membuktikan bahwa implementasi sistem hidroponik cerdas pakan ternak jagung menggunakan ESP32 sudah berhasil diterapkan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi sistem hidroponik cerdas pakan ternak jagung menggunakan ESP32 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem ini dapat menghasilkan pakan ternak dengan tinggi 23 cm, lebih tinggi dari penyemaian secara konvensional.
2. Sistem ini dapat mengukur tinggi pakan ternak menggunakan sensor ultrasonik dan mengatur frekuensi penyiraman melalui modul RTC.

3. Perkembangan tinggi pakan ternak jagung dan sistem penyiraman otomatis dapat dipantau melalui *smartphone* pada aplikasi Thinger.io.

## Referensi

- [1]. Badan Pusat Statistik, "Populasi Kambing Menurut Provinsi," 2021. <https://www.bps.go.id/indicator/24/472/1/populasi-kambing-menurut-provinsi.html> (accessed Sep. 07, 2022).
- [2]. N. Nurbaya, "Pemanfaatan Rumput Laut (*Sargassum* sp.) dalam Bentuk Pakan Konsentrat untuk Memperbaiki Pertambahan Berat Badan pada Kambing." Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2018.
- [3]. T. Dwiyana, T. Akbarillah, and H. Hidayat, "Pengaruh Penggunaan Ampas Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dalam Konsentrat dengan Level Berbeda terhadap Produksi Susu Kambing Nubian," *J. Sain Peternak. Indones.*, vol. 16, no. 1, pp. 8–16, 2021.
- [4]. H. Hartadi, A. D. Tillman, and S. Reksohadiprojo, *Tabel komposisi pakan untuk Indonesia*. Gadjah Mada University Press, 1990.
- [5]. Gurawal, "Pertumbuhan dan Kandungan Nutrien Fodder Jagung (*Zea mays*) dengan Penyiraman Biourine Sapi," vol. 24, no. 1, pp. 21–27, 2022, doi: 10.25077/jpi.24.1.21-27.2022.
- [6]. M. Siregar and A. Novita, "Sosialisasi Budidaya Sistem Tanam Hidroponik Dan Veltikultur," *Ihsan J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 113–117, 2021.
- [7]. M. Makruf, "Implementasi Wireless Sensor Network (Wsn) Untuk Monitoring Smart Farming Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 Mini," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 2, no. 2, pp. 95–102, 2019.
- [8]. S. S. Turakne, S. B. Jondhale, P. M. Vikhe, and M. N. Gore, "Hydroponics Fodder Grow Chamber," vol. 4099, pp. 383–387, 2021.
- [9]. T. I. W. Kustyorini and P. I. Hidayati, "Pengaruh frekuensi penyiraman benih terhadap produktivitas fodder jagung (*zea mays*) dengan sistem hidroponik," *J. Sains Peternak.*, vol. 5, no. 2, pp. 128–137, 2017.
- [10]. D. Atmajaya, N. Kurniati, W. Astuti, Y. Salim, and A. Haris, "Digital Scales System on Non-Organic Waste Types Based on Load Cell and ESP32," in *Proceedings - 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology: Internet of Things for Industry, EIConCIT 2018*, 2018, pp. 308–311, doi: 10.1109/EIConCIT.2018.8878667.
- [11]. P. S. Frima Yudha and R. A. Sani, "Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino," *EINSTEIN e-JOURNAL*, vol. 5, no. 3, 2019, doi: 10.24114/einstein.v5i3.12002.
- [12]. S. D. Riyanto, Supriyono, and F. Hazrina, "Optimizing of Electric Power Solar Cell by Various Angle Using the Activator Panel Based on the Timer and Light Sensor," in *Proceedings - 2018 International Conference on Applied Science and Technology, iCAST 2018*, 2018, pp. 109–114, doi: 10.1109/iCAST1.2018.8751564.
- [13]. P. Rahardjo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Rtc ( Real Time Clock ) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga," vol. 8, no. 1, pp. 1–5, 2021.
- [14]. A. Reza, A. Chabir, and S. O. Kunang, "Bina Darma Conference on Engineering Science Prototype Smart Garden System Berbasis Mikrokontroler Bina Darma Conference on Engineering Science," pp. 10–19, 2018.
- [15]. S. K. M. Al Chasby, "Monitoring Dan Notifikasi Pengangkat Barang Otomatis Berbasis Wemos D1." Politeknik Harapan Bersama Tegal, 2021.
- [16]. D. W. Sunandar, R. S. Yulianti, A. S. Nurman, and U. Sara, "Evaluasi Pemanfaatan Fodder Sebagai Pakan Untuk Ternak Ruminansia: Evaluation of Fodder Utilization as A Feed for Ruminants," *J. Agrisistem*, vol. 16, no. 1, pp. 44–50, 2020.