IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA SISTEM MONITORING ONLINE SUHU SAPI POTONG BERBASIS IOT

Abi Tresna Utama, Agung Panji Sasmito, Ahmad Faisol
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
abi.tresna230699@gmail.com

ABSTRAK

Sapi merupakan salah satu komoditas unggulan di beberapa daerah di Indonesia, salah satunya adalah provinsi Lampung. Dari data sensus populasi peternak sapi menghasilkan peningkatan disetiap tahunnya. Dengan pemahaman petani ternak dalam membudidayakan sapi potong masih secara manual, dan tidak memperhatikan kondisi suhu pada sapi dan disekitar sapi sehingga berdampak pada penurunan bobot pada sapi. Untuk itu dibuat sistem untuk memantau suhu sapi dan suhu lingkungan agar dapat memudahkan pengelola ternak dalam menangani masalah terkait suhu sapi. Dalam penelitian ini mengimplementasikan Inter of Things berbasis website dengan menggunakan metode logika fuzzy mamdani yang digunakan untuk menentukan lama tidaknya mini water pump menyala, Dengan adanya sistem ini pengelola ternak diharapkan dapat memantau suhu lingkungan dan suhu sapi, serta dapat menjaga suhu sapi tetap stabil. Perangkat keras yang digunakan berupa Arduino Uno yang berperan sebagai alat pengontrol. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan sensor MLX90614 untuk mendeteksi suhu tubuh sapi, sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban lingkunagn, sensor HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air. Hasil yang didapat dari pengujian sensor MLX90614 pada jarak 3 cm memiliki ratarata error 4,2% dan rata-rata selisih 1,6°C, pada jarak 5cm memiliki rata-rata error sebesar 4,3% dan rata-rata selisih 1,7°C, pada jarak 10 cm memiliki rata-rata error 5,2% dan rata-rata selisih 2,0°C, pada jarak 20 cm menghasilkan rata-rata error 9,6% dan rata-rata selisih 3,6°C. pengujian sensor DHT11 menghasilkan rata-rata error 2,4% dan rata-rata selisih 0,7°C. pengujian sensor HC-SR04 menghasilkan rata-rata error 5,53% dan rata-rata selisih 0,3.

Kata Kunci: *monitoring, internet of things, fuzzy logic, sapi*

1. PENDAHULUAN

Sapi merupakan salah satu komoditas unggulan di beberapa daerah di Indonesia, salah satunya adalah provinsi Lampung. Dari data sensus ternak sapi yang diperoleh tahun 2016, tercatat populasi sapi di daerah Lampung ini hingga tahun 2016 mencapai 665.244 ekor sapi. Total populasi ini mengalami peningkatan dari tahun ke tahun seperti 2017 tercatat naik menjadi 674.928, dan tahun 2018 menjadi 827.217 (Lampung, n.d.). Kemudian berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), penyediaan sapi potong dan daging sapi dalam negeri selama ini 98% berbasis peternakan rakyat (K P D J P D K H, Upaya Kementrian Pertanian Mewujutkan Ketahanan Pangan Asal Ternak., 2017).

Budidaya sapi potong sudah cukup lama secara turun temurun dilakukan petani ternak sapi potong di pedesaan. Umumnya pemahaman petani ternak dalam membudidayakan sapi potong masih sekedar tabungan dengan cara pemeliharaan tradisional (K P D J P D K H, Management Agribisnis Sapi Potong, 2016) Cukup dengan memberi makan seadanya dan tidak memperhatikan kondisi lingkungan kandang dan sapi, sehingga berdampak pada penurunan bobot pada sapi.

Ada beberapa faktor iklim yang dapat mempengaruhi penurunan bobot pada sapi diantaranya suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan radiasi matahari (medion, 2018). Jika salah satu dari 4 faktor tersebut tidak diperhatikan dapat membuat sapi stress, yang berdampak penurunan bobot pada sapi. Contoh pada suhu (suhu lingkungan) dapat mempengaruhi kondisi suhu tubuh sapi, yang mengakibatkan peningkatan frekuensi nafas sapi, suhu normal pada sapi mulai dari 38°C sampai 40°C, dan suhu kritis mulai dari 41°C (Sokku, 2019). Untuk mengatasi masalah suhu tubuh sapi, peternak lokal akan menyiram tubuh sapi sampai frekuensi nafas sapi stabil.

Tindakan peternak sapi lokal untuk mengatasi masalah peningkatan suhu sapi kurang efektif, karena pengelola ternak harus berada di lokasi sapi, dan tidak setiap saat pengelola dapat memeriksa suhu pada sapi. Dari permasalahan diatas, penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring suhu pada sapi berbasis IoT (Internet of Things), sehingga suhu pada sapi bisa di cek kapan saja dan di mana saja, dan dapat menyiran badan sapi secara otomatis, untuk menurunkan suhu pada sapi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian Erlina (2017) yang meneliti terkait penerapan IOT di bidang peternakan. Penelitian tersebut berjudul "sistem monitoring suhu, kelembaban, dan gas ammonia pada kandang sapi perah berbasis teknologi internet of things (IOT)", pada penelitian ini menghasilkan alat yang bertujuan memonitoring kondisi kandang sapi perah, seperti temperature (suhu lingkungan), kelembaban, dan gas

ammonia. Kemudian data yang terbaca akan di tampilkan di website, adapun alat yang digunakan seperti sensor DHT 22, MQ-135 dan modul ESP266. Adapun persamaan dari penelitian ini yaitu melakukan monitoring pada kandang sapi, yang menjadi perbedaan antara sistem yang dibuat oleh Tiffani, dkk adalah, sistem yang dibuat pada penelitian ini tidak hanya memonitoring kondisi kandang melainkan memonitoring kondisi sapi (suhu pada sapi), dan melakukannya pada sapi potong bukan sapi perah.

Penelitian Alawiah (2017) yang meneliti terkait sistem kendali dan monitoring pada penampungan air. Penelitian ini berjudul "Sistem Kendali dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Sensor Ultrasonik", pada penelitian ini menggunakan sensor ultrasonic untuk mendeteksi ketinggian air pada tangka air, dan menghasilkan alat yang dapat memonitorin ketinggian air pada tangka. Adapun persamaan dari penelitian ini, tentu saja sama-sama menggunakan sensor ultrasonic untuk mengukur ketinggian air. Yang menjadi perbedaan dengan sistem yang dibuat Alawiah, dkk adalah sistem yang di buat pada penelitian ini hanya mengelola data ketinggian air untuk memeriksa stok air pada penyimpanan air yang digunakan untuk menyiram sapi, bukan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas dari produksi suatu industry.

Penelitian Sokku (2019) yang meneliti terkait penerapan mikrokontroller di bidang peternakan, kususnya peternakan sapi. Penelitian tersebut berjudul "Deteksi Sapi Sehat Brdasarkan Suhu Tubuh Berbasis Sensor MLX90614 dan Mikrokontroller", pada penelitian ini menggunakan sensor MLX90614 untuk mendeteksi suhu pada sapi, dan menghasilkan alat yang berfungsi untuk mendeteksi kesehatan pada sapi bedasarkan suhu pada sapi tersebut. Adapun persamaan dari penelitian ini yaitu dalam menggunakan sensor untuk membaca suhu pada sapi, yaitu sensor MLX90614, yang menjadi perbedaan antara sistem yan dibuat oleh Saharuddin, dkk adalah sistem yang di buat pada penelitian ini tidah hanya membaca suhu pada sapi, melainkan suhu lingkungan sebagai inputan untuk membantu proses monitoring suhu sapi dari jarak jauh, dan sistem untuk membantu menurunkan suhu pada sapi.

Penelitian Ontowirjo (2018) yang meneliti terkait penerapan IOT pada sistem monitoring. Penelitian tersebut berjudul "Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Udara Pada Ruang Pengering Berbasis Web", pada penelitian ini menghasilkan alat yang dapat memonitoring ruangan buatan, dimana ruangan ini digunakan untuk meningkatkan kualitas umbi yang baik dengam memonitoring suhu dan kelembaban pada ruangang buatan tersebut, alat yang di gunakan dalam penelitian ini seperti Sensor DHT-22 dan webcam. Adapun persamaan penelitian ini yaitu melakukan monitoring dan menampilkan data yang terbaca oleh alat menggunakan website. Yang menjadi perbedaan atara sistem yang dibuat oleh Ontowirjo, dkk adalah sistem yang dibuat pada penelitian ini tidak melakukan monitoring kondisi kandang sapi.

Penelitian Utomo (2019) yang meneliti terkait penerapan IOT pada monitoring suhu dan kelembapa di ruang server. Penelitian tersebut berjudul "Server Room Temperature & Humidity Monitoring Based on Internet of Thing (IoT)", pada penelitian ini menghasilkan alat yang dapat memonitoring suhu dan kelembaban pada ruangan server. Dan data hasil monitoring tersebut disimpan pada database (secara online) sehingga dapat memudahkan pengguna dalam melihat kondisi ruangang server kapanpun dan dimanapun. Adapun persamaan dari penelitian ini yaitu melakukan monitoring dan menyimpan data hasih perekaman alat dalam database (secara online) dengan tujuan dapat di lihat kapanpun dan dimanapun. Yang menjadi perbedaan antara sistem yang dibuat oleh Utomo, dkk adalah, sistem yang dibuat pada penelitian ini tidak melakukan monitoring kondisi ruangan, melainkan kandang sapi (tempat terbuka), sapi (suhu pada sapi), dan ketinggian ait pada penampungan air.

2.2 Arduino Uno

Uno Arduino adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog. Kebutuhan daya yang yang digunakan pada Arduino disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno (iMe, n.d.).

2.3 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan Esperessif System. NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintergrasi dengan berbagai feature selayaknya microkontroler dan kapalitas ases terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dala pemograman hanya dibutuhkan kabel data USB. Karena Sumber utama dari NodeMCU adalah ESP8266 khusunya seri ESP-12 yang termasuk ESP-12E. Maka fitur – fitur yang dimiliki oleh NodeMCU akan lebih kurang serupa dengan ESP-12. Beberapa Fitur yang tersedia antara lain 10 Port GPIO dari D0 – D10, Fungsionalitas PWM, Antarmuka I2C dan SPI, Antaruka 1 Wire 5 (Saputro, 2017).

2.4 Sensor MLX90614

Sensor MLX90614 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dengan memanfaatkan radiasi gelombang inframerah. Sensor MLX90614 didesain khusus untuk mendeteksi energi radiasi inframerah dan secara otomotis telah didesain

sehingga dapat mengkalibrasikan energi radiasi inframerah menjadi skala temperatur. MLX90614 terdiri dari detektor thermopile inframerah MLX81101 dan signal conditioning ASSP MLX90302 yang digunakan untuk memproses keluaran dari sensor inframerah. Pada thermopile terdiri dari layer-layer atau membran yang terbuat dari silikon dan mengandung banyak sekali termokopel sehingga radiasi inframerah yang berasal dari objek akan ditangkap oleh membran tersebut (Putu, 2015) .

2.5 Sensor HC-RS04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisik (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Sensor ultrasonik secara umum digunakan untuk suatu pengungkapan tak sentuh yang beragam seperti aplikasi pengukuran jarak. Alat ini secara umum memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang memantulkan balik gelombang kearah sensor. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali kesensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium. Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari transmitter, reiceiver, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat piezoelektrik (Arief, 2011).

2.6 Mini Water Pump

Kuat aliran air pada sistem ini menggunakan sebuah pompa air kecil yang yang memiliki daya 12 Watt/220 Volt AC/50 Hz yang dikendalikan oleh sebuah Relay Modul DC 5Volt melalui kutub Normaly Open (NO) yang bekerja dengan mendapatkan signal dan perintah dari Mikro Kontroler Arduino Uno Atmega 328. Spesifikasi pancaran (Head) pompa mini (-water pump) menggunakan ukuran 0,7 meter/ 600l/h. Fungsi daripada pompa air ini sebenarnya sebagai pengganti Solenoid Valve karena tidak didukungnya menggunakan gravitasi air seperti halnya pada sistem yang umum dipakai.

2.7 DHT11

DHT11 adalah salah satu sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembaban udara *(humidity).* Dalam sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC *(Negative Themprature coefficient)* untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe resistif dan sebuah mikrokontroller 8-bit yang mengolah kedua sensor tersebutdan mengirim hasilnya ke pin *output* degan format single-wire bi-directional (kabel tunggal dua arah0. Jadi walaupun kelihatannya kecil, DHT11 ini ternyata melakukan fungsi yang cukup kompleks. (ajie, 2016)

2.8 Realy

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka terbuka (Pranata, 2015)..

Relay dikontrol dengan tegangan dari pin Arduino sehingga dapat melakukan switch. Terdapat 3 koneksi utama yaitu COM untuk input dari perangkat lain. NC(Normaly Close) pada keadaan biasa com akan terhubung ke pin NC. NO(Normaly Open) pada keadaan biasa tidak terhubung, namun saat relay mendapat tegangan dari Arduino maka COM akan berpindah dari NC dan terhubung dengan NO.

3. METODE PENELITIAN

Dalam Penelitian ini mengimplementasi fuzzy logic untuk menentukan lama-nya waktu penyiraman. Pada fuzzy logic ini terdapat 2 input untuk menentukan durasi penyiraman, seperti input suhu lingkungan (dingin, normal, panas), dan input suhu sapi (dingin, normal, kritis).

3.1 Fuzzy Logic

Adapun penerapan fuzzy logic pada mini waterpump yang diletakkan pada source code arduino, yang akan mengeluarkan output sesuai dengan aturan atau rule yang sudah di tentukan.

a. Aturan Fuzzy Logic

[R1] IF suhu (sapi) KRITIS AND suhu (lingkungan) PANAS THEN pompa air NYALA LAMA.

[R2] IF suhu (sapi) KRITIS AND suhu (lingkungan) NORMAL THEN pompa air NYALA LAMA.

[R3] IF suhu (sapi) KRITIS AND suhu (lingkungan) DINGIN THEN pompa air NYALA SEDANG.

[R4] IF suhu (sapi) NORMAL AND suhu (lingkungan) PANAS THEN pompa airNYALA SEDANG.

[R5] IF suhu (sapi) NORMAL AND suhu (lingkungan) NORMAL THEN pompa air MATI.

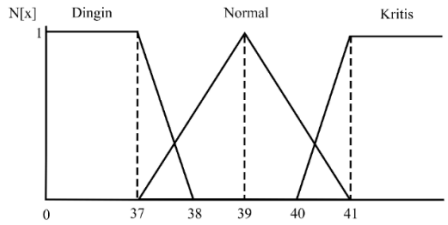
[R6] IF suhu (sapi) NORMAL AND suhu (lingkungan) DINGIN THEN pompa air MATI.

[R7] IF suhu (sapi) DINGIN AND suhu (lingkungan) PANAS THEN pompa air NYALA SEBENTAR

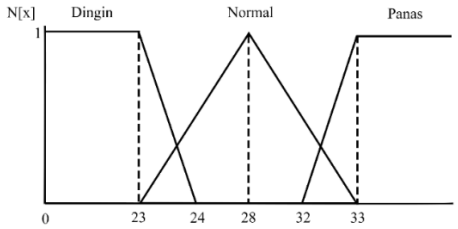
[R8] IF suhu (sapi) DINGIN AND suhu (lingkungan) NORMAL THEN pompa air MATI.

[R9] IF suhu (sapi) DINGIN AND suhu (lingkungan) DINGIN THEN pompa air MATI.

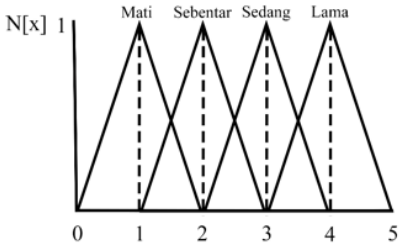
b. Grafik Keanggotaan Suhu Sapi



c. Grafik Kenaggotaan Suhu Lingkungan



d. Grafik Keanggotaan Kondidi mini water pump



e. Fungsi Keanggotaan Suhu Sapi

$$\text{N_DINGIN}[x] = \begin{cases} 1 & ,x \le 37 \\ -(x-38)/(38-37) & ,37 < x < 38 \\ 0 & ,x \ge 38 \end{cases}$$

$$\text{N_NORMAL}[x] = \begin{cases} 1 & ,x = 39 \\ -(x-41)/(41-39) & ,39 < x < 41 \\ (x-37)/(39-37) & ,37 < x < 39 \\ 0 & ,x \le 37 \text{ AND } x \ge 41 \end{cases}$$

$$\text{N_KRITIS}\ [x] = \begin{cases} 1 & ,x \ge 41 \\ (x-40)/(41-40) & ,40 < x < 41 \\ 0 & ,x \le 40 \end{cases}$$

f. Fungsi Keanggotaan Suhu Lingkungan

$$\text{N_DINGIN}\ [x] = \begin{cases} 1 & ,x \le 23 \\ -(x-24)/(24-23) & ,23 < x < 24 \\ 0 & ,x > 24 \end{cases}$$

$$\text{N_NORMAL}\ [x] = \begin{cases} 1 & ,x = 28 \\ -(x-33)/(33-28) & ,28 < x < 33 \\ (x-23)/(28-23) & ,23 < x < 28 \\ 0 & ,x \le 23 \text{ AND } x \ge 33 \end{cases}$$

$$\text{N_PANAS}\ [x] = \begin{cases} 1 & ,x \ge 33 \\ (x-32)/(33-32) & ,32 < x < 33 \\ 0 & ,x \le 32 \end{cases}$$

g. Fungsi Keanggotaan miniwaterpump

$$\text{N_MATI}\ [x] = \begin{cases} 1 & ,x = 1 \\ (1-x)/(2-1) & ,1 < x \le 2 \\ (x-0)/(1-0) & ,0 \le x \le 1 \\ 0 & ,x \le 0 \text{ AND } x \ge 2 \end{cases}$$

$$\text{N_SEBENTAR}\ [x] = \begin{cases} 1 & ,x = 2 \\ (2-x)/(3-2) & ,2 < x \le 3 \\ (x-1)/(2-1) & ,1 \le x \le 2 \\ 0 & ,x \le 1 \text{ AND } x \ge 3 \end{cases}$$

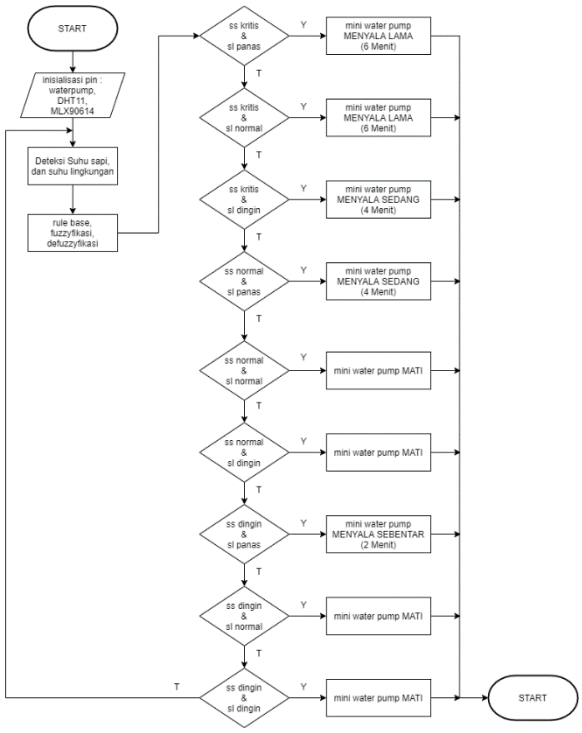
$$\text{N_SEDANG}\ [x] = \begin{cases} 1 & ,x = 3 \\ (3-x)/(4-3) & ,3 < x \le 4 \\ (x-2)/(3-2) & ,2 \le x \le 3 \\ 0 & ,x \le 2 \text{ AND } x \ge 4 \end{cases}$$

$$\text{N_LAMA}\ [x] = \begin{cases} 1 & ,x = 4 \\ (4-x)/(5-4) & ,4 < x \le 5 \\ (x-3)/(4-3) & ,3 \le x \le 4 \\ 0 & ,x \le 3 \text{ AND } x \ge 5 \end{cases}$$

3.2 Flowchart

a. Flowchart Fuzzy

Flowchart Fuzzy ini menjelaskan proses berjalananya pengambilan durasi untuk mini waterpump seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

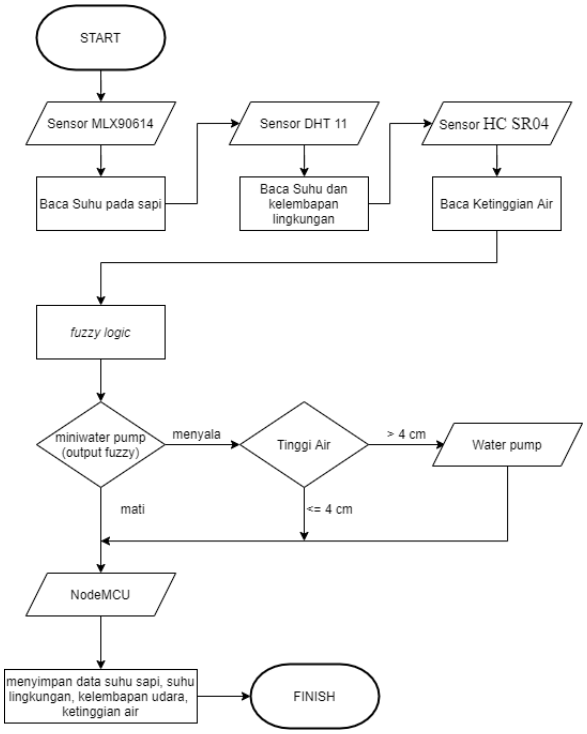


Gambar 1. Flowchart Fuzzy

Pada gambar 1 merupakan alur kerja dari logika fuzzy. Dimulai dari penginisialisasian pin waterpump, DHT11, dan MLX90614 kemudian pendeteksi suhu oleh sensor, dilanjutkan proses fuzzifikasi, rule based, dan defuzzifikasi. Ada 4 kondisi yang akan didapatkan dari proses fuzzy, seperti, waterpump menyala lama, sedang, sebentar, dan mati. Kondisi tersebut di pengaruhi oleh suhu lingkungan dan suhu sapi.

b. Flowchart Arduino

Flowchart pada Arduino ini menjelaskan proses berjalananya program dari pengambilan data sampai upload data ke database seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



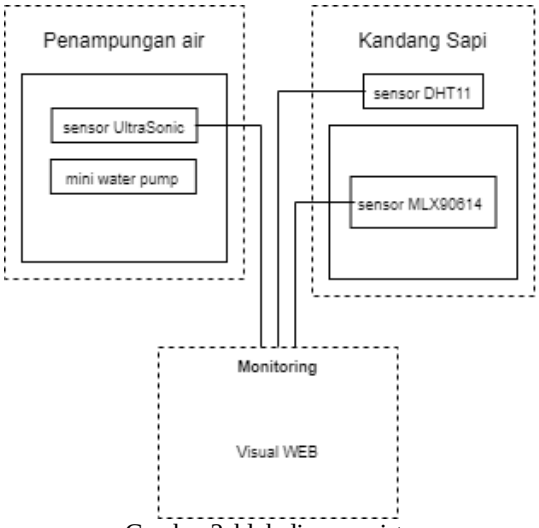
Gambar 2. Flowcahrt Arduino

Pada gambar 3.2 proses pertama dimulai dari sensor MLX90614 akan mendeteksi suhu sapi, kemudian dilanjutkan pembacaan suhu dan kelembaban udara oleh sendor DHT11, kemudaian pembacaan ketinggian air oleh sensor HC-RS04. Setelah data suhu sapi dan suhu lingkungan didapat lanjut ke fuzzy logic untuk menentukan kondisi miniwater pump. Jika hasil dari fuzzy logic lebih dari 0 dan tinggi air > 4cm maka mini water pump menyala.

Jika hasil dari fuzzy logic mati, maka mini water pump mati, maka lanjut ke proses selanjutnya, yaitu pengiriman data ke database yang di lakukan oleh nodemcu.

3.3 Blok Diagram system

Sensor MLX90614 terletak di atas bilik sapi, dimana sensor ini akan membaca suhu pada sapi yang ada pada bilik tersebut. Kemudian sensor DHT 11 yang terletak di kandang sapi berfungsi untuk mendetekdi suhu dan kelembaban di lingkunan kandang sapi. Dan sensor HC-RS04 dan *mini water pump* yang diletakkan di penampungan air, berfungsi untuk mendeteksi stok air. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. blok diagram sistem

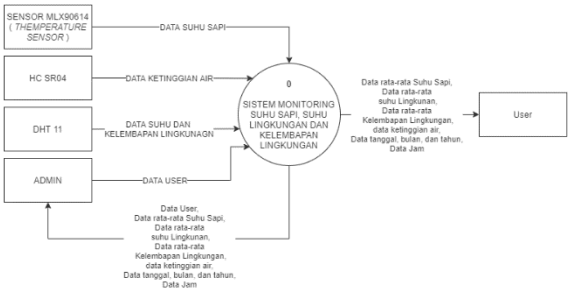
Pada gambar 3 menunjukkan bahwa sensor DHT11 dan sensor MLX90614 di letakkan di kandang dan bilik sapi untuk mengukur suhu lingkunan, kelembaban lingkunan, dan suhu pada sapi. Sedangkan sensor HC-RS04 dan water pump di letakkan di tempat penampungan air, yang mana digunakan untuk mengecek ketinggian air, dan untuk mengaliri air untuk menyiram sapi. Dalam hal ini dapat memudahkan pengelola ternak dalam mendeteksi masalah sapi yang kepanasan dan menanganinya dengan cepat, serta dapat memantau stok air yang digunakan untuk menangani peningkatan suhu pada sapi.

3.4 DFD

a. DFD Level 0

Pada DFD level 0 ini memiliki 1 proses (proses 0), dalam proses ini memiliki 4 sumber data yaitu data suhu sapi yang didapat dari sensor MLX90614, data Krtinggian air yang didapat dari sensor HC-SR04, data suhu lingkungan dan kelembapan lingkungan yang didapat dari sensor DHT11, dan data user yang di tapan dari ADMIN.

Hasil dari proses 0 akan ditampilkan di website, diantaranya data rata-rata suhu sapi (ditampilkan dalam bentuk grafik), data rata-rata suhu lingkungan (ditampilkan dalam bentuk grafik), data rata-rata kelembapan lingkungan (ditampilkan dalam bentuk grafik), data ketinggian air, data tanggal, bulan, tahun, jam, dan data user (hanya pada admin). Seoerti pada Gambar 4

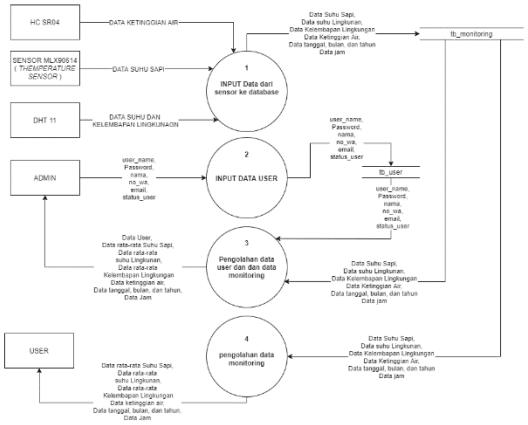


Gambar 4. DFD Level 0

b. DFD Level 1

Pada DFD level 1 ini memiliki 4 proses, proses 1 memiliki 3 sumber data diantaranya dari sensor MLX90614, sensor HC-SR04, dan sensor DHT11. Pada proses 1 data yang didapat dari sensor akan disimpan ke tb_ monitoring, data yang disimpan di dalam tb_ monitoring akan masuk ke proses 3 dan 4 sebagai data input. Pada proses 2 memiliki 1 sumber data yaitu dari admin, proses ini merupakan proses input data user, data yang di input akan disimpan di tb_user.

Pada proses 3 proses data diambil dari tb_ monitoring diantaranya suhu sapi, suhu lingkungan, kelembapan lingkungan akan dicari nilai rata-rata per-jam untuk ditampilkan dalambentuk grafik. Dan untuk data ketinggian air akan ditampilkan data yang terbaru, selain dari tb_ monitoring pada proses 3 mengambil data dari tb_user untuk di tampilkan pada website. Pada proses 4 sama seperti proses 3 yang membedakan pada proses 4 hanya mengambil data dari tb_monitoring. Seperti pada Gambar 5



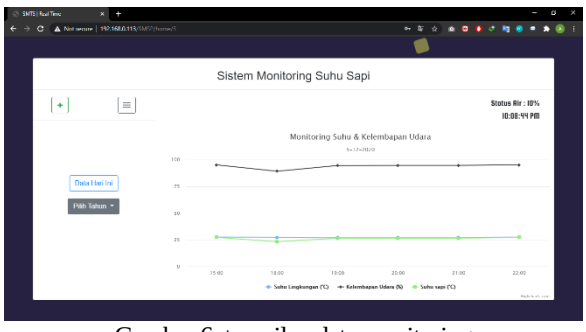
Gambar 5 DFD Level 1

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Hasil dan Pembahasan akan diuraikan proses perancangan dan hasil pengujian sistem yang telah dibuat.

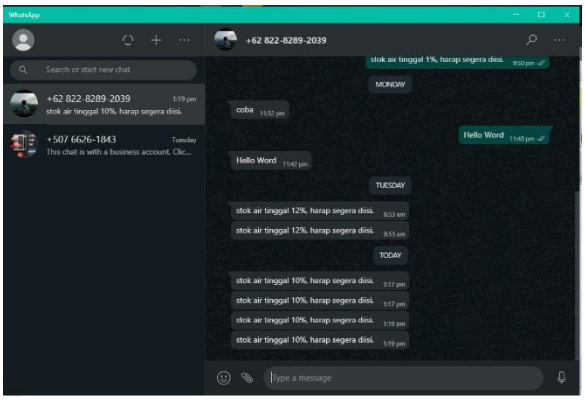
4.1 Pembahasan Website

Pada pembahasan website ini, ditampilkan halaman utama monitoring dan pesan pemberitahuan kondisi penampungan air.



Gambar 6. tampilan data monitoring

Pada gambar 6 merupakan halaman untuk melihat data suhu sapi, suhu lingkungan, kelembabab udatra, dan status penampungan air secara *realtime.*



Gambar 7. pesan pemberitahuan status penampungan air

Pada gambar 7 merupakan tampilan pesan pemberitahuan yang dikirimkan oleh sistem ke pengguna melalui WhatApp.

4.2 Pengujian Sensor MLX90614

Pengujian ini menggunakan sensor MLX90614, sensor diujikan bertujuan untuk mengetahui tingkat error pada sensor MLX90614. Perubahan nilai pada sensor MLX90614 dilakukan dengan memberi jarak yang berbeda pada setiap pengukuran. Seperti pada tabel 1.

Table 1 pengujian sensor MLX90614

Object	Pengambilan data	Jarak (CM)	Sensor MLX90614 (°C)	Infrared termometer (°C)	Selisih	Error (%)
Sapi	Pagi (08:13)	3	37,1	38,2	1,0	2,6
		5	36,5	38	1,5	3,8
		10	35,5	37,9	2,3	6,1
		20	33,4	37,4	4,0	10,7
	Siang (12:56)	3	36,6	39,1	2,4	6,2
		5	37	38,6	1,6	4,0
		10	37,1	38,6	1,5	3,8
		20	34,6	38.5	3,8	9,9
	Sore (17:09)	3	37,2	38.8	1,5	3,9
		5	36,7	38.7	2,0	5,0
		10	35,6	37,8	2,2	5,7
		20	34,5	37,7	3,1	8,2

Pada table 1 pengujian sensor MLX90614 yang di uji dengan mengukur suhu sapi di bagian punggung, dengan jarak pengukuran yang berbeda (3cm, 5cm, 10cm, 20cm), dan waktu pengambilan data yang berbeda (pagi, siang, sore). Dari pengujian ini pada jarak 3 cm memiliki rata-rata *error* 4,2 % dan rata-rata selisih 1,6 °C, pada jarak 5 cm memiliki rata-rata *error* 4,3 % dan rata-rata selisih 1,7 °C, pada jarak 10 cm memiliki rata-rata *error* 5,2 % dan rata-rata selisih 2,0 °C, dan pada jarak 20 cm memiliki rata-rata *error* 9,6 % dan rata-rata selisih 3,6 °C.

4.3 Pengujian Sensor HC-RS04

Pengujian ini menggunakan sensor HC-RS04, sensor diujikan bertujuan untuk mengetahui tingkat error pada sensor HC-RS04. Perubahan nilai pada

sensor HC-RS04 dilakukan dengan pengambilan data jarakj antara sensor HC-RS04 dengan air yang berbeda. Seperti pada tabel 2

Table 2 Pengujian Sensor HC-RS04

Kondisi Tempat Air	Pengukuran Jarak (Sensor)	Pengukuran Jarak (Manual)	Tinggi Air	Selisih (CM)	Error (%)
Tidak Terisi Air	14 cm	14 cm	0 cm	0	0 %
Terisi Air	9 cm	9 cm	5 cm	0	0 %
Terisi Air	5 cm	6 cm	8 cm	1	16.6 %
Rata-rata error				**0,3**	**5.53 %**

Pada table 2 pengujian sensor HC-RS04 yang di uji sebanyak 3 kali dengan jarak antara air dengan sensor HC-RS04 yang berbeda-beda. Dari data yang di ambil, memiliki rata-rata *error* sebanyak 5,53%. dengan masing-masing *error* 0 %, 0%, 16%, dan rata-rata selisih sebanyak 0,3 cm. Dengan begitu sensor HC-RS04 akan bekerja dengan baik pada jarak > 4 cm.

4.4 Pengujian Sensor DHT11

Pengujian ini menggunakan sensor DHT11, sensor diujikan bertujuan untuk mengetahui tingkat error pada sensor DHT11. Perubahan nilai pada sensor DHT11 dilakukan dengan pengambilan data suhu di waktu yang berbeda. Seperti pada tabel 3

Table 3 Pengujian Sensor DHT11

jam	Suhu sensor (°C)	Suhu (Temperature meter (°C))	Selisih (°C)	Error (%)
7:00 WIB	25,2	25,8	0,6	2,3
8:00 WIB	25,3	26,0	0,7	2,8
9:00 WIB	25,7	26,4	0,8	2,9
10:00 WIB	26,4	27,0	0,6	2,1
11:00 WIB	26,9	27,5	0,6	2,2
12:00 WIB	27,7	28,3	0,6	2,1
13:00 WIB	28,3	28,9	0,6	2,2
14:00 WIB	28,8	29,5	0,7	2,3
15:00 WIB	28,9	29,6	0,7	2,4
16:00 WIB	29,0	29,7	0,7	2,3
17:00 WIB	28,7	29,5	0,8	2,8
18:00 WIB	28,4	29,1	0,7	2,4
19:00 WIB	28,1	28,9	0,8	2,8
20:00 WIB	27,9	28,6	0,7	2,4
Rata-Rata Error			**0,7**	**2,4 %**

Pada table 3 pengujian sensor DHT11 yang di uji diwaktu yang berbeda. Nilai dari sensor DHT11 akan di bandingkan dengan hasil pengukuran dari alat Temperature Meter. Pengukuran ini memiliki memiliki rata-rata *error* sebanyak 2,4 % dan rata-rata selisih sebanyak 0,7 °C.

4.5 Pengujian rule fuzzy

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat error yang dihasilkan dari proses fuzzy pada Arduino, dengan membandingkan nilai output fuzzy dari matlab. Seperti pada tabel 4

Tabel 4 pengujian rule fuzzy

No	Rule	input 1	input 2	Output Fuzzy (Arduino)	Output Fuzzy (Matlab)	selisih	Error (%)
1	SS KRITIS and SL PANAS then LAMA	45	35	4	4	0	0
2	SS KRITIS and SL NORMAL then LAMA	45	28	4	4	0	0
3	SS KRITIS and SL DINGIN then SEDANG	45	15	3	3	0	0
4	SS NORMAL and SL PANAS then SEDANG	39	35	3	3	0	0
5	SS NORMAL and SL NORMAL then MATI	39	28	1	1	0	0
6	SS NORMAL and SL DINGIN then MATI	39	15	1	1	0	0
7	SS DINGIN and SL PANAS then SEBENTAR	21	35	2	2	0	0
8	SS DINGIN and SL NORMAL then MATI	21	28	1	1	0	0
9	SS DINGIN and SL DINGIN then MATI	21	15	1	1	0	0
Rata-rata						**0**	**0**

Pada Tabel 4 terdapat pengujian rule fuzzy yang di lakukan dengan membandingkan nilai output fuzzy dari Arduino dengan nilai output fuzzy dari matlab. Pada pengujian ini untuk nilai input 1 dan nilai input 2 diinputkan secara manual, baik di Arduino maupun di matlab. Dan nilai fuzzy yang didapat dari Arduino dan matlab akan dibandingkan. Dari pengujian tersebut menghasilkan rata-rata *error* 0% dan selisih 0. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai output fuzzy dari Arduino sama dengan nilai oputput fuzzy dari matlab.

4.6 Pengujian Website

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon terhadap beberapa web browser. Hasil uji dari web browser dapat dilihat pada Tabel 5

Table 5 Pengujian Website

No	Fungsi Yang Diuji	Google Chrome	Mozilla Firefox	Microsoft Edge
1	Login	✓	✓	✓
2	Halaman Utama Admin	✓	✓	✓
	a. Update *Realtime*	✓	✓	✓
3	Halaman Data User	✓	✓	✓
	a. Tambah Data User	✓	✓	✓
	b. Edit Data User	✓	✓	✓
	c. Hapus Data User	✓	✓	✓
4	Halaman Edit Profil	✓	✓	✓
	a. Edit Profil	✓	✓	✓
5	Filter Data (per tahun)	✓	✓	✓
6	Pemberitahuan VIA WA	-	-	-
	a. Sebagai Pengirim Pemberitahuan	✓	x	x
	b. Sebegai Penerima Pemberitahuan	✓	✓	✓
7	Logout	✓	✓	✓

Pada table 5 Pengujian Website mendapatkan hasil bahwa semua halaman dan *button* pada sistem yang dibuat telah berhasil dan berjalan dengan baik pada browser Mozilla Firefox 83.0, Google Chrome 87.0.4280.88, dan Microsoft Edge 87.0.664.75 dan untuk notifikasi atau pemberitahuan VIA WhatApp dapat berjalan dengan baik pada browser Google Chrome 87.0.4280.88. dan tidak bekerja pada browser Mozilla Firefox 83.0, dan Microsoft Edge 87.0.664.75 dikarenakan API (Waping) yang digunakan untuk mengirim notifikasi atau pesan hanya mendukung di browser Google Chrome.

4.7 Pengujian Pengguna

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon pengguna terhadap web yang dibuat. Hasil uji dari pengguna dapat dilihat pada Tabel 6

Table 6 Pengujian Pengguna

No	Pertanyaan	15 Responden			
		SS	S	KS	TS
1	Apakah Ukuran dan model Font terlihat sesuai dan jelas	9	5	1	0
2	Apakah Antar Muka Aplikasi Terlihat Menarik	7	8	0	0
3	Apakah Pemberitahuan Informasi kondisi terbatu penampungan air melalui WhatsApp sangat efektif	8	7	0	0
4	Apakah perpaduan warna pada komponen website terlihat sesuai	6	8	1	0
Total		**30**	**28**	**2**	**0**
Persentasi		**50 %**	**47 %**	**3 %**	**0 %**

Keterangan :

SS = Sangat Setuju
S = Setuju
KS = Kurang Setuju
TS = Tidak Setuju

Dari pengujian pengguna didapatkan hasil presentase responden 50% Sangat Setuju, 47% Setuju dan 3% Kurang Setuju, jadi mayoritas responden menilai Sangat Setuju terhadap penggunaan aplikasi.

4.8 Pengujian Alat Secara Teknis

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk melihat apakah alat datar bekerja baik. Seperti pada tabel 7

Table 7 Pengujian Secara Teknis

No	Bagian / Komponen Yang Diuji	Hasil Uji Coba	
		Berhasil (✓)	Tidak Berhasil (✓)
1	Sensor Infrared Thermometer MLX906614 mendeteksi tanpa object	✓	
2	Sensor Infrared Thermometer MLX906614 mendeteksi ketika ada object	✓	
3	Sensor DHT11 mendeteksi Suhu dan Kelembaban udara	✓	
4	Mini Waterpump menyala sesuai kondisi dari sensor MLX90614 dan DHT11	✓	
5	NodeMCU mengirim data dari sensor ke database	✓	

Pada table 7 pengujian produk secara teknis berjalan dengan baik untuk setiap komponen sensor dan metode yang digunakan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem secara keseluruhan, maka kesimpulan dari alat yang dibuat diuraikan sebagaimana berikut:

1. Bedasarkan langkah-langkah yang dilaksanakan diketahuai sistem monitoring suhu sapi potong berbsais *Internet of Things* dengan mengimplementasi logika fuzzy mamdani dapat dikembangkan.
2. Data dari sensor dapat dimonitoring melalui website.
3. Data dari sensor dapat terus di *update*, dan ditampilkan secara *realtime* dalam bentuk grafik.
4. Sistem pinyiraman air dapat bekerja secara otomatis sesuai *output* dari fuzzy.
5. Berdasarkan hasil pengujian Rule Fuzzy yang telah dilakukan, perhitungan menggunakan matlab dengan perhitungan yang dilakukan oleh arduino menghasilkan rata-rata error sebesar 0% dan rata-rata selisih sebesar 0.
6. Berdasarkan hasil pengujian sensor MLX90614 yang telah dilakukan, dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan Infrared termometer, dengan hasil pengukuran menggunakan sensor MLX90614 menghasilkan rata-rata error sebesar 4,2% dan rata-rata selisih sebesar 1,6°C untuk jarak 3cm, rata-rata error sebesar 4,3% dan rata-rata selisih sebesar 1,7°C untuk jarak 5cm, rata-rata error sebesar 5,2% dan rata-rata selisih sebesar 2,0°C untuk jarak 10cm, dan rata-rata error sebesar 9,6% dan rata-rata selisih sebesar 3,6°C untuk jarak 20cm.
7. Berdasarkan hasil pengujian sensor DHT11 yang telah dilakukan, dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan Suhu (Temperature meter (°C)), dengan hasil pengukuran menggunakan sensor DHT11 menghasilkan rata-rata error sebesar 2,4% dan rata-rata selisih sebesar 0,7°C.
8. Berdasarkan hasil pengujian sensor HC-RS04 yang telah dilakukan, dengan membandingkan hasil pengukuran manual menggunakan penggaris, dengan hasil pengukuran menggunakan sensor HC-RS04 menghasilkan rata-rata error sebesar 5,53% dan rata-rata selisih sebesar 0,3cm.
9. Bedasarkan hasil pengujian fungsional sistem yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa website dapat bekerja dengan baik paka browser Google Chrome 87.0.4280.88, untuk browser Microsoft Edge 87.0.664.75. dan Mozilla Firefox 83.0 pengiriman pesan via WhatApp tidak dapat bekerja.
10. Hasil pengujian pengguna dari 15 responden menunjukkan bahwa 0% pengguna menyatakan tidak setuju, 3% pengguna menyatakan kurang setuju, 47% menyatakan bahwa pengguna setuju, dan 50% menyatakan bahwa pengguna sangat setuju.

5.2 Saran

Dalam melakukan penyusunan skripsi mulai pembuatan laporan hingga alat dapat beroperasi, penyusun mendapatkan hasil yang baik dan memuaskan, namun walau demikian, penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi dan pembuatan alat ini masih terdapat banyak kelemahan yang perlu dilakukan perbaikan agar kinerja system dapat lebih optimal, diantara:

1. Pembacaan data suhu, dan penyiraman otomatis dapat bekerja dengan baik pada maket berskala 1:25. Diharapkan pengembang selanjutnya dapat mengaplikasikan program ini pada kandang sapi yang sebenarnya.

2. Hasil perhitungan fuzzy mamdani dan perhitungan dengan metlab menghasilkan error 0%. Diharapkan untuk pengembang berikutnya bisa menggunakan metode yang lain seperti metode fuzzy tsukamoto, fuzzy sugeno, dll. Agar dapat membandingkan tingkat error dengan metode yang sudah digunakan.
3. Model sensor MLX90614 yang digunakan dapat mendeteksi suhu pada object dengan baik pada jarak < = 4 cm. akan lebih baik jika pengemba selanjutnya dapat menggunakan model sensor MLX90614ESF-BCC atau model sensor MLX90614ESF-DCI dengen jarak pembacaan yang lebih jauh.
4. Sensor ultrasonic dapat mendeteksi jarak dengan baik, tetapi tidak cocok untuk ditempatkan pada tempat terbuka. karena sensor dapat rusak jika terkena air (cuaca hujan). Diharapkan pengambang selanjutnya dapat mendesain ulang untuk penempatan ultrasonic agar tidak terkena air dari luar (air hujan), dan air dari dalam (air dari penampungan), atau dapat giganti dengan sensor yang kusus untuk mengukur ketinggian air dan dapat ditempatkan di tempat terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Lampung, B. P. (n.d.). *Tabel Dinamis Subjek Peternakan*. Retrieved September 29, 2020, from Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung: https://lampung.bps.go.id/subject/24/peternakan.html#subjekViewTab5.

[2] K P D J P D K H. (2017, Juni 14). *Upaya Kementrian Pertanian Mewujutkan Ketahanan Pangan Asal Ternak.* Retrieved September 29, 2020, from KEMENTRIAN PERTANIAN DIREKTORAT JENDRAL PETERNAKAN DAN KESEHATAN HEWAN: https://ditjenpkh.pertanian.go.id/upaya-kementerian-pertanian-mewujudkan-ketahanan-pangan-asal-ternak

[3] K P D J P D K H. (2016, Juni 13). *Management Agribisnis Sapi Potong*. Retrieved September 29, 2020, from KEMENTRIAN PERTANIAN DIREKTORAT JENDRAL PETERNAKAN DAN KESEHATAN HEWAN: https://ditjenpkh.pertanian.go.id/manajemen-agribisnis-sapi-potong

[4] medion. (2018, April 28). *Menanggulangi Stress pada Sapi Potong*. Retrieved sEPTEMBER 29, 2020, from medion Bandung-Indonesia: https://www.medion.co.id/id/menanggulangi-stress-pada-sapi-potong/

[5] Sokku, S. R., & Harun, S. F. (2019, December). Deteksi Sapi Sehat Berdasarkan Suhu Tubuh Berbasis Sensor MLX90614 dan Mikrokontroller. In Seminar Nasional LP2M UNM.

[6] Erlina, T. (2017). Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban Dan Gas Amonia Pada Kandang Sapi Perah Berbasis Teknologi Internet of Things (Iot). JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering), 1(01), 1-7.

[7] Alawiah, A., & Al Tahtawi, A. R. (2017). Sistem kendali dan pemantauan ketinggian air pada tangki berbasis sensor ultrasonik. KOPERTIP: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer, 1(1), 25-30.

[8] Ontowirjo, F. Y., Poekoel, V. C., Manembu, P. D., & Robot, R. F. (2018). Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Ruangan Pengering Berbasis Web. Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer, 7(3), 331-338.

[9] Utomo, M. A. P., Aziz, A., & Harjito, B. (2019, August). Server room temperature & humidity monitoring based on Internet of Thing (IoT). In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1306, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.

[10] iMe. (n.d.). *Pengertian Arduino UNO*. Retrieved September 29, 2020, from iMe (iLearning Media): https://ilearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/

[11] Saputro, T. T. (2017, April 17). *Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama*. Retrieved sEPTEMBER 29, 2020, from embeddednesia.com: https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/

[12] Putu, Y. N. N., & Pebralia, J. (2015). Studi Penerapan Sensor MLX90614 Sebagai Pengukur Suhu Tinggi secara Non-kontak Berbasis Arduino dan Labview. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains.

[13] Arief, U. M. (2011). Pengujian sensor ultrasonik ping untuk pengukuran level ketinggian dan volume air. Jurnal Ilmiah Elektrikal Enjiniring UNHAS, 9(2), 72-77.

[14] Pranata, T., & Beni Irawan, I. (2015). Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler. Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi, 3(2).