

RANCANG BANGUN ALAT PENGENDALI SUHU DAN KELEMBABAN TEMPAT PENYIMPANAN BERAS BERBASIS IOT

Khairunnisa D, Mahmud Mustafa, Faisal Syfar

Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika

Universitas Negeri Makassar

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah 1) Menghasilkan alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras berbasis IoT. 2) Untuk menguji fungsi alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras. 3) Untuk mengetahui kelayakan alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras dalam penerapannya. Adapun jenis penelitian yang digunakan yaitu rancang bangun yang menghasilkan sebuah produk berupa alat. Penelitian ini menggunakan model perancangan *Prototype* yang memiliki beberapa tahapan yaitu: analisis kebutuhan, perakitan alat, evaluasi dan revisi. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi dan kuesioner. Hasil penelitian dalam rancang bangun alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras ini yaitu untuk pengujian *functionality* dan aplikasi diperoleh hasil 100% yang memiliki interferensi sangat baik dan untuk pengujian *usability* diperoleh hasil 91% dengan kategori "Sangat Layak". Dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengujian *functionality* dan aplikasi serta pengujian *usability* maka diperoleh produk alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras berbasis IoT.

Kata Kunci: Suhu, Kelembaban, Tempat Penyimpanan Beras, IoT.

PENDAHULUAN

Salah satu syarat mendasar bagi kelangsungan hidup manusia adalah akses terhadap pangan. Beras merupakan makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Sebagian masyarakat Indonesia memanfaatkan beras sebagai sumber pangan utama dan makanan pokok karena merupakan pangan dengan kandungan karbohidrat tinggi yang dapat memenuhi kebutuhan energi. (Sari et al., 2020).

Di Indonesia, beras diproduksi di berbagai daerah, beberapa di antaranya mempunyai tingkat produksi yang relatif signifikan, seperti Sulawesi Selatan

Berdasarkan data-data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Sulawesi Selatan tahun 2021, produksi beras untuk konsumsi pangan penduduk Sulsel mengalami kenaikan 8.12 persen dari tahun sebelumnya yaitu mencapai 2.92 juta ton. Untuk melindungi beras dari dampak cuaca dan hama, serta untuk menghindari atau menekan perubahan kualitas dan kandungan nutrisi, penyimpanan merupakan langkah pasca panen yang sangat penting untuk dilakukan dengan benar. Pada titik ini, dimungkinkan terjadinya variasi kualitas dan kuantitas yang dipengaruhi oleh interaksi makhluk hidup gudang (organisme mikroskopis, serangga hama, dan rodentia), keadaan lingkungan, dan kondisi beras (kualitas).

Kerusakan beras di tempat penyimpanan disebabkan oleh serangan hama serangga pasca panen yang kadang disebut hama gudang. (Rahayu, 2015). Di dalam Gudang beras akan tersimpan cukup lama berkisar 1-2 tahun sebelum dipasarkan dan ini akan menyebabkan turunnya kualitas beras. Disisi lain, konsumen beras mengalami penurunan ini dirasakan oleh pengusaha beras yang mengalami dampak negatif dari kurangnya konsumen yang membeli beras. Penurunan konsumen mengakibatkan beras tersimpan dalam waktu yang lama. Menyimpan beras yang terlalu lama menyebabkan beras mengalami penurunan kualitas sehingga pedagang atau pengusaha beras akan mengalami kerugian. Selain itu, beras yang tersimpan di ruangan terbuka menyebabkan beras mudah terkena hama (kutu beras) yang juga akan mengalami penurunan kualitas beras (wawancara dengan Sanging, 04 Juli 2022). Oleh karena itu, tata cara penyimpanan beras perlu diperhatikan agar kualitas beras tetap terjaga dan tetap layak untuk dijual dan dikonsumsi di kemudian hari.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ratnawati, 2013) “Suhu dan kelembaban selama penyimpanan berdampak negatif terhadap kualitas beras. Dalam penelitian tersebut digunakan tiga jenis beras yaitu beras yang mendekati SNI mutu III, memenuhi SNI mutu IV, dan beras yang tidak memenuhi standar mutu SNI. Kisaran suhu relatif untuk penyimpanan beras adalah 29–32°C, sedangkan tingkat kelembaban relatif 65–95%.

Dampaknya, mutu ketiga varietas beras tersebut mengalami penurunan yang ditandai dengan meningkatnya jumlah gabah pecah, menir, dan gabah menguning.. Selain itu, munculnya kutu beras dengan kecepatan pertumbuhan 3 ekor/100g beras/minggu. Hal ini menunjukkan bahwa bahkan beras dengan kualitas yang dapat diterima pun akan mengalami degradasi seiring berjalannya waktu karena kondisi penyimpanan seperti suhu dan kelembaban.” Oleh sebab itu, untuk menjaga kualitas beras penting untuk mengatur suhu dan kelembaban ruang penyimpanan beras.

Pengendali suhu dan kelembaban tentunya sulit untuk dilakukan secara manual, bahkan beras yang tersimpan di tempat penyimpanan beras yang cukup besar. Perubahan suhu yang terkombinasi langsung dengan beras terjadi secara berserakan sehingga tidak dapat diprediksi. Oleh karena itu, selain hasil pengukuran suhu dan kelembaban ditampilkan dalam LCD pada tempat penyimpanan beras diperlukan juga suatu sistem yang dapat memonitor dan mengontrol suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras secara otomatis.

Gagasan “*Internet of Things*” bertujuan untuk meningkatkan manfaat konektivitas internet yang selalu terhubung, serta kapasitas untuk mengatur dan berbagi data. Ide ini biasanya digunakan di berbagai industri yang membutuhkan informasi data yang berkesinambungan, termasuk pemantauan atau pengendalian (Wijaya et al., 2019).

Sistem IoT (*Internet of Things*) yang dapat menjadi solusi dalam perancangan alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras yaitu dengan aktuator dapat menjalankan perintah sesuai dengan algoritma mikrokontroler dan hasil pengukuran atau deteksi sensor.

Dari uraian tersebut menjadi dasar penelitian penulis mengenai alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras. Sehingga dapat dirumuskan dalam bentuk penulisan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu dan Kelembaban Tempat Penyimpanan Beras Berbasis IoT”

Kualitas Beras

Kualitas beras merupakan sesuatu perpaduan antara ciri fisik serta kimia yang diperlukan buat pemakaian tertentu oleh pengguna tertentu. Mutu ataupun kualitas beras dipengaruhi oleh sebagian aspek semacam kualitas fisik, kualitas tanak, serta kualitas rasa. Kualitas fisik serta kualitas tanak diukur memakai perlengkapan ukur yang objektif sebab dipengaruhi oleh kandungan amilosa, temperatur gelatinisasi serta konsistensi gel sebaliknya kualitas rasa diukur secara subjektif sebab dipengaruhi oleh Kerutinan, area, pembelajaran, pekerjaan, serta tingkatan pemasukan konsumen ataupun responden. Mutu beras pula sangat tergantung pada kualitas gabah yang digunakan. Kualitas gabah dipengaruhi oleh genetik tumbuhan, cuaca, waktu pemanenan, serta penindakan pascapanen (Munarso et al., 2020). Kualitas beras dapat tetap terjaga ketika suhu relatifnya berada pada $< 28^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban relatif berada pada $< 64\%$.

Karakteristik umum yang banyak mempengaruhi mutu beras di pasaran adalah ukuran dan bentuk, derajat sosoh, kebersihan dan kemurnian, serta warnadan aroma. Selain itu, sifat fisik beras seperti ukuran, bentuk, keseragaman dan penampakan sangat berperan dalam mutu karena beras dikonsumsi dalam bentuk butiran yang utuh (David H & Kartiaty, 2019).

Mikrokontroler ESP32

ESP-32 ialah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System serta berperan buat menampung serta memproses seluruh port serta ic sehingga dapat mengendalikan driver sehingga *port* ataupun *device* yang tersambung keMikrokontroler tersebut bisa berjaladengan baik. Mikrokontroler ini pula mempunyai keahlian buat tersambung dengan internet lewat jaringan *wireless* tanpa bonus board lagi sebab telah ada materi WiFi dalam *chip* sehingga sangat menunjang guna membuat sistem aplikasi *Internet of Things* (Halim et al., 2019).

Sensor DHT22

Sensor DHT22 mengukur udara di sekitarnya menggunakan termistor dan kapasitor. Ini adalah sensor suhu dan kelembaban relatif digital. Sensor ini dapat mengukur kelembaban dari 0% hingga 100% dan suhu antara -40°C hingga 125°C . Karena sensor DHT22 mempunyai tingkat kestabilan yang sangat tinggi dan memiliki fitur kalibrasi dengan hasil yang presisi, maka dapat dengan mudah menggunakan mikrokontroler jenis Arduino. (Puspasari et al., 2020).

dibandingkan sensor DHT11, hal tersebut dapat disimpulkan dari beberapa penjelasan di atas.

Relay

Relay ialah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik yang juga ialah komponen (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama ialah Elektromagnet (*Coil*) serta Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/ *Switch*). Relay memakai prinsip elektromagnetik guna menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) yang bisa menghantarkan listrik yang bertegangan lebih besar (Saleh & Haryanti, 2017).

Ungkapan *Pole* (jumlah kontak yang dimiliki relai) dan *Throw* (jumlah kondisi yang dimiliki suatu kontak) juga digunakan untuk menggambarkan saklar semacam ini. Elektromagnet (*coil*), *armature*, *awtich contact point* (saklar), dan pegas adalah empat bagian mendasar dari sebuah relai. Relai dapat menjalankan fungsi waktu tunda (*Time Delay Function*), menjalankan operasi logika), dan mengoperasikan rangkaian tegangan tinggi menggunakan sinyal tegangan rendah.

LCD 16x2

Layar elektronik yang dikenal sebagai LCD (*Liquid Crystal Display*) yang dibuat dengan teknologi logika CMOS berfungsi dengan memantulkan cahaya dari sekitarnya ke layar dengan cahaya depan atau dengan mentransmisikan cahaya dari layar dengan cahaya latar. Data dapat ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*) berupa karakter, huruf, angka, atau gambar. (Iman, 2016).

Lampu

Lampu adalah benda yang berfungsi memberikan sumber pencahayaan yang dihasilkan melalui penyaluran listrik untuk dapat menerangi keadaan atau ruangan yang gelap. Lampu juga memberikan panas yang dihasilkan dengan membakar filamen dari penyaluran listrik sehingga dapat bermanfaat untuk menghangatkan ruangan.

Pada penelitian ini menggunakan lampu yang berfungsi sebagai aktuator dari alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras untuk dapat mengurangi kelembaban di dalam tempat penyimpanan beras.

Cooling Fan

Salah satu peralatan yang ada pada komputer adalah *cooling fan* atau kipas pendingin. Tugas utama kipas pendingin komputer adalah menghilangkan panas dari sistem dan memberikan udara segar ke dalamnya. (Sutrisno & Sutopo, 2019). Pada penelitian ini menggunakan cooling fan pendingin yang berfungsi sebagai aktuator dari alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras untuk dapat menurunkan suhu di dalam tempat penyimpanan beras.

Internet of Things

Internet of Things beroperasi melalui penggunaan argumen pemrograman, di mana setiap perintah argumen menghasilkan koneksi antara dua mesin yang berinteraksi secara otomatis, tanpa campur tangan manusia, dan dalam jarak berapa pun. Kedua pertukaran mesin tersebut terhubung melalui internet, dan manusia hanya bertindak sebagai pengontrol dan pengawas langsung peralatan tersebut. (Efendi, 2018).

Firestore

Google menawarkan Firestore sebagai layanan untuk membantu pengembang aplikasi menyederhanakan proses penyempurnaan program mereka. Firestore berfungsi sebagai mediator atau titik kontak antara *board* NodeMCU dan aplikasi Android yang dihasilkan. Google pertama kali membeli Firestore, dan pada bulan Oktober 2015, Google membeli Divshot dan menggabungkannya dengan Firestore. Dengan beragam layanan, Firestore Google berkembang pesat dan menjadi *platform* terpadu bagi pengembang aplikasi. Beberapa layanan Google lainnya saat ini diyakini terhubung dengan Firestore. Di Firestore, komputasi awan memerlukan transmisi informasi ke pusat data melalui internet, termasuk data, aplikasi, film, dan foto. *Cloud* menawarkan semua layanan, penyimpanan, berbagi data, dan sumber daya sistem lainnya untuk penggunaan umum. Komputasi awan, yang mengacu pada tindakan pertukaran semua data, sangat terkait dengan gagasan *Internet of Things* (IoT). (Gunadi et al., 2020).

Kodular

Kodular adalah situs web untuk pengembang aplikasi yang memungkinkan orang membuat aplikasi berbasis Android secara gratis dan tanpa koding menggunakan blok pemrograman. (Rismayanti et al., 2022). Kodular diciptakan di atas sebuah proyek *open source* MIT App Inventor yang menyediakan lebih banyak kemampuan dan alat dibandingkan MIT App Inventor, meskipun faktanya MIT App Inventor sendiri masih dapat digunakan

untuk membuat aplikasi berbasis sistem operasi Android. (Ronaldo & Ardoni, 2020). Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa, kodular merupakan sebuah situs web yang memberikan *tools* untuk menghasilkan sebuah aplikasi berbasis android.

METODE PENELITIAN

Desain Perancangan

Tahap desain menggambarkan interaksi, proses, dan desain tampilan produk yang dibuat. Perancangan dihasilkan sesuai dengan analisis kebutuhan pengguna yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun prosedur rancang bangun dari alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras sebagai berikut.

1. Analisis Kebutuhan

Pada tahapan ini peneliti melaksanakan analisis kebutuhan pada penelitian yang telah dilakukan untuk menggali lebih banyak penjelasan terhadap penelitian yang akan dijalankan, dalam hal ini yaitu “Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu dan Kelembaban Tempat Penyimpanan Beras Berbasis IoT”.

2. Perakitan Alat

Setelah melakukan studi literatur, peneliti telah dapat menyimpulkan komponen apa saja yang dibutuhkan untuk mendukung pelaksanaan proses penelitian ini khususnya yang berkaitan dengan alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras berbasis IoT.

Perancangan Hardware

Perancangan hardware dalam hal ini adalah pengelolaan *hardware* dari mekanik alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras berbasis IoT, adapun perangkat keras dari produk ini akan di uji

untuk menentukan kualitas *functionality* dan Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah desain yang dibuat sudah sesuai dengan yang diinginkan dan mampu berfungsi dengan baik.

Penggunaan Software

Software dalam penelitian ini terdiri dari software Arduino IDE. Software ini merupakan antarmuka untuk mengakses mikrokontroler jenis ESP 32. Pada aplikasi ini akan dirancang seperti apa program/coding yang akan berfungsi mengontrol proses monitoring untuk menampilkan suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras

Evaluasi

Pada tahapan ini, uji coba sekaligus validasi alat dilakukan untuk mengevaluasi program pada perangkat keras dan perangkat lunak dapat bekerja dengan semestinya. Dalam hal ini, untuk melihat apakah seluruh sistem kontrol bekerja sebagaimana mestinya, dan alat dapat berfungsi sesuai dengan harapan peneliti.

Revisi

Berdasarkan kesimpulan dari validasi alat secara keseluruhan tahapan ini berisi penyesuaian dan perbaikan jika terdapat sistem pada alat yang tidak dapat bekerja dengan fungsi semestinya yang telah dijelaskan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP 32 dibuat dan digunakan untuk para pengusaha beras baik dengan skala kecil maupun berskala besar seperti gudang yang dapat menjaga

kualitas beras selama penyimpanan. Produk ini dapat mengontrol dan memonitor kondisi beras dengan jarak jauh agar suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras dapat terjaga dengan suhu relatif $< 28^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban relatif

$< 64\%$. Proses penerapan sistem monitoring suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras berbasis IoT ini memerlukan prosedur penelitian rancang bangun dengan model prototype yang berisikan empat tahap yakni: Analisis kebutuhan, Perakitan alat, Evaluasi serta Revisi.

Hasil Pengujian

Data yang didapatkan dari hasil uji coba memerlukan pengujian *functionality* dilakukan oleh validator, dan untuk hasil data yang diperoleh dari pengujian usability, pengujian aplikasi dilakukan oleh peneliti.

1. Pengujian Functionality

Pengujian *functionality* ditentukan dari hasil perincian skor menggunakan metode analisis deskriptif dimana efektivitas masing-masing komponen dalam menjalankan fungsi individualnya serta reaksi terhadap perintah yang dikeluarkan menggunakan program yang menentukannya digunakan untuk mengevaluasi pengujian dan alat dapat menjalankan *monitoring* pada tempat penyimpanan beras. Pengujian dilakukan oleh dosen ahli alat dengan 13 fungsi butir uji dalam 6 komponen yang diujikan yaitu adaptor, Node MCU, modul *relay*, sensor DHT22, *step down*, dan LCD 16x2. Masing-masing fungsi berjalan dengan baik dimana pengujian memberikan tanda *checklist* di kolom keterangan "Ya".

Berdasarkan pengujian *functionality*, dapat diketahui hasil skor untuk masing-masing penilaian adalah:

$$\text{Kelayakan (\%)} = \frac{13}{13} \times 100\% = 100\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat berfungsi sebagaimana mestinya dan dapat digunakan untuk penyimpanan beras karena hasil uji fungsionalitas dan hasil uji viabilitas alat masing-masing 100% dan memiliki korelasi yang sangat baik.

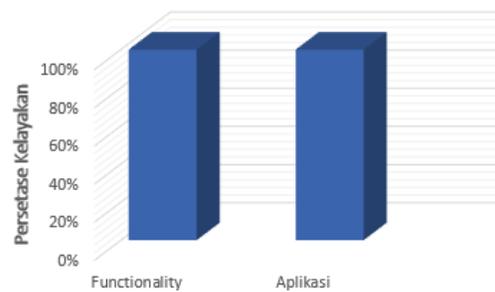
2. Pengujian Aplikasi

Pengujian terhadap aplikasi yakni Pengujian aplikasi melibatkan pemeriksaan setiap tindakan dan reaksi untuk melihat apakah aplikasi dapat mengirim, menampilkan, dan mengoperasikan alat dan/atau perangkat keras. Pengujian dilakukan oleh dosen ahli alat untuk subjektivitas data pengujian. Pengujian ini menggunakan metode analisis deskriptif dimana pengujian tersebut dinilai berdasarkan hasil kemampuan pada setiap komponen untuk menjalankan fungsinya masing-masing. Berdasarkan pengujian aplikasi, dapat diketahui hasil skor untuk masing-masing penilaian adalah:

$$\text{Kelayakan (\%)} = \frac{5}{5} \times 100\% = 100\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil dari pengujian aplikasi dengan hasil kelayakan pengujian aplikasi bernilai 100% dan dapat dinyatakan bahwa respon aplikasi pada alat berfungsi dengan baik dan alat dapat diterapkan pada tempat penyimpanan beras.

Hasil Pengujian Functionality dan Aplikasi



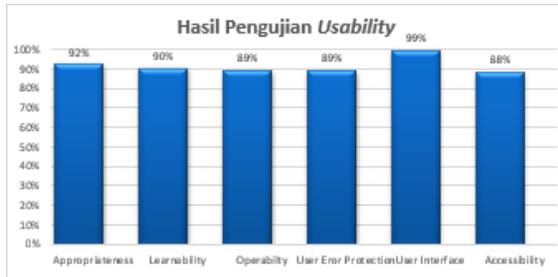
Gambar 3.1. Persentase Hasil Uji *Functionality* dan Aplikasi

Pada gambar diatas merupakan grafik persentase hasil uji *functionality* dan uji aplikasi yang dapat dilihat bahwa hasil dari pengujian alat dan aplikasi dengan hasil kelayakan pengujian *functionality* alat dan aplikasi menunjukkan persentase kelayakan yang sama yaitu 100% yang dapat dinyatakan bahwa respon alat dan aplikasi berfungsi dengan baik dan alat dapat diterapkan pada tempat penyimpanan beras.

3. Pengujian *Usability*

Berdasarkan hasil respon pengguna dengan 6 kategori, persentase kategori *Appropriateness* (Kelayakan perangkat untuk digunakan) adalah 92%, kategori *Learnability* (Mudahnya sebuah perangkat lunak untuk dipelajari) yang didapatkan adalah 90%, kategori *Operability* (Kemampuan sebuah perangkat dalam pengoperasiannya) adalah 89%, kategori *User Error Protection* (kecil kemungkinan bagi pengguna dalam melakukan kesalahan) hasil persentase yang didapatkan adalah 89%, *User Interface* (Tampilan dari perangkat lunak) hasil persentase yang didapatkan adalah 99%, *Accessibility* (Kemudahan sebuah perangkat untuk diakses) hasil persentase yang didapatkan adalah 88%. Sehingga hasil persentase rata-rata dari 6

kategori yang didapatkan adalah 91% dengan kategori “Sangat Layak” menurut tabel konversi kualitatif dari persentase kelayakan yang digunakan.



Gambar 3.2. Persentase Setiap Kategori Hasil Uji Usability

Pembahasan

Alat Pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras berbasis IoT merupakan alat yang dibuat untuk para pengusaha beras sehingga dapat menjaga kualitas beras pada tempat penyimpanan beras. alat ini dilengkapi dengan aplikasi untuk memonitor suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras secara jarak jauh.

Penyimpanan beras pada tempat penyimpanan beras terkadang tersimpan pada waktu yang cukup lama. Maka dari itu, pada saat penyimpanan beras kondisi suhu dan kelembaban mempengaruhi kualitas yang mengalami penurunan dan resistansi beras terhadap kutu beras. Untuk itu, pada penelitian ini merancang alat yang dapat mengendalikan dan memonitor suhu dan kelembaban menggunakan aplikasi yang dibuat khusus dan LCD yang terpasang pada tempat penyimpanan beras agar tetap terjaga.

Fungsi utama produk ini adalah untuk mengendalikan suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras sehingga dapat menjaga kualitas beras menggunakan aktuator yaitu

lampu untuk menjaga kelembaban serta kipas atau cooling fan untuk menjaga suhu pada tempat penyimpanan beras menggunakan koneksi internet. Produk ini menggunakan smartphone yang telah terpasang aplikasi untuk memonitor suhu dan kelembaban secara otomatis berbasis IoT. Cara kerja dari produk ini adalah mengetikkan angka 1 pada menu home bagian kontrol otomatis kemudian menekan tombol kirim. Aplikasi akan mengirimkan data ke firebase. Data yang berada pada firebase akan dibaca oleh Node MCU menggunakan koneksi internet. Sensor DHT22 akan membaca suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras kemudian hasil pembacaan tersebut dikirim ke Node MCU dan Node MCU mengirim data yang diterima dari DHT22 ke firebase untuk dibaca oleh aplikasi dan Node MCU juga mengirim data ke LCD untuk menampilkan pembacaan sensor DHT22 serta status lampu dan cooling fan. Relay akan menerima perintah dari Node MCU untuk mengontrol lampu dan cooling fan tempat penyimpanan beras. Selain itu, pada aplikasi terdapat pilihan kontrol manual yang berfungsi sebagai tombol switch untuk lampu dan cooling fan pada saat kontrol otomatis tidak berfungsi ketika suhu maupun kelembabannya sudah berada di atas kapasitas yang telah di program.

Untuk proses pembuatan alat dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian rancang bangun dan desain dengan model perancangan prototype meliputi 4 tahapan yaitu analisis kebutuhan, perakitan alat, evaluasi dan revisi yaitu (1) analisis kebutuhan dimana peneliti melakukan analisis kebutuhan alat dan mengobservasi kondisi dimana alat akan diterapkan serta kebutuhan lain yang akan digunakan selama proses perancangan.

(2) Perakitan alat dalam penelitian ini, peneliti telah mengumpulkan komponen yang dibutuhkan untuk mendukung perancangan alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras berbasis IoT. (3) Pada tahap evaluasi, uji coba alat dilakukan dengan memvalidasi fungsi alat untuk mengetahui seluruh komponen alat ini dapat bekerja sesuai dengan tujuan penggunaannya yang diharapkan oleh peneliti. (4) Revisi, berdasarkan hasil uji coba alat pada tahapan ini berisikan perbaikan jika terdapat komponen atau sistem pada alat yang tidak dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

Pengujian *functionality* dan aplikasi dilakukan dengan memberikan instrumen dalam bentuk kuesioner penilaian untuk tanggapan dosen ahli. Kuesioner ini diberikan kepada 2 dosen ahli dengan 13 fungsi butir uji dalam 6 komponen yang diujikan yaitu adaptor, Node MCU, modul relay, sensor DHT22, *step down*, dan LCD 16x2 untuk uji *functionality* dan 6 butir uji untuk pengujian aplikasi. Berdasarkan hasil kuesioner diperoleh hasil pada pengujian *functionality* dan aplikasi dengan persentase 100% yang memiliki interferensi sangat baik maka dinyatakan bahwa alat berfungsi baik. Pengujian selanjutnya adalah pengujian *usability* yang dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada 10 responden dengan 13 pernyataan dalam 6 indikator yaitu indikator *appropriateness* dengan hasil persentase 92%, indikator *learnability* dengan hasil persentase 90%, indikator *operability* dengan hasil persentase 89%, indikator *user error protection* dengan hasil persentase 89%, indikator *user interface* dengan hasil persentase 99% dan indikator

accessibility dengan persentase 88%. Berdasarkan hasil persentase dari 6 kategori menurut respon pengguna maka diperoleh hasil rata-rata persentase yaitu 91% dengan kategori “Sangat Layak”.

Berdasarkan hasil penelitian “Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu dan Kelembaban Tempat Penyimpanan Beras” dengan melakukan pengujian aspek *functionality*, aplikasi dan *usability* dapat ditarik kesimpulan bahwa alat yang dirancang dapat digunakan oleh pengguna serta diterapkan pada tempat penyimpanan beras karena telah lulus pada tahap pengujian.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Cara merancang produk alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras berbasis IoT sebagai alat bantu untuk menjaga kualitas beras yaitu dengan memberikan fitur yang dapat suhu dan kelembaban pada aplikasi dan LCD yang terpasang serta dapat menghidupkan dan mematikan lampu dan *cooling fan* secara manual dengan menekan switch pada aplikasi.
2. Penelitian ini menggunakan pengujian *functionality* untuk menguji fungsi alat dengan hasil persentase 100% yang memiliki interferensi sangat baik maka dinyatakan bahwa alat berfungsi baik dan berdasarkan hasil uji coba aplikasi dinyatakan bahwa hasil pengujian baik dan alat layak diterapkan.
3. Hasil pengujian *usability* pada penelitian ini dengan menggunakan respon pengguna untuk mengetahui kelayakan alat pengendali suhu dan kelembaban tempat penyimpanan beras dengan persentase

indikator *appropriateness* 92%, persentase indikator *learnability* 90%, persentase indikator *operability* 89%, persentase indikator *user error protection* 89%, persentase indikator *user interface* 99% dan persentase indikator *accessibility* 88%. Sehingga persentase rata-rata indikator adalah 91% dengan kategori “Sangat Layak” dan dinyatakan alat layak digunakan.

Saran

1. Alat pengendali dan aplikasi monitoring suhu dan kelembaban dapat digunakan sebagai salah satu sumber belajar yang dapat mendukung proses pembelajaran dosen dan mahasiswa di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dalam mendesain dan memprogram sebuah aplikasi pada situs web Kodular dan memprogram mikrokontroler ESP 32 dengan pemrograman menggunakan software Arduino IDE.
2. Alat pengendali dan aplikasi monitoring suhu dan kelembaban dirancang untuk dapat membantu para pengusaha beras untuk lebih mudah dalam memonitor dan menjaga kualitas beras. namun, sebaiknya alat dan aplikasi monitoring ini dirancang atau dikembangkan lagi untuk digunakan di skala besar seperti Gudang beras Bulog agar pembacaan sensor suhu dan kelembaban lebih akurat.
3. Alat dan aplikasi ini sebaiknya dikembangkan lebih lanjut untuk memaksimalkan performanya terutama pada tampilan aplikasi yang dapat dikembangkan menggunakan android studio, untuk penyimpanan data sebaiknya dibuatkan web agar dapat memuat data lebih banyak.

4. Kekurangan dari penelitian ini adalah ketentuan untuk menjaga kualitas beras diperlukan menggunakan standar SNI dan pengujian dalam penelitian ini perlu ditambahkan seperti uji efektivitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*,4(1), 19–26.<https://doi.org/10.35329/jiik.v4i1.48>
- Rahayu, F. R. (2015). Fluktuasi Populasi *Sitophilusoryzae* Linnaeus, *Rhizopertha dominica* Fabricius, *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, *Tribolium castaneum* Herbst, dan *Cryptolestes ferrugineus* Stephens Di Gudang Beras Sesudah Fumigasi dan Spraying. 2015. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/130754/>
- Ratnawati. (2013). Perubahan Kualitas Beras Selama Penyimpanan. *Pangan*, 22(3), 199–207.
- Rismayanti, T. A., Anriani, N., & Sukirwan, S. (2022). Pengembangan E-Modul Berbantu Kodular pada Smartphone untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 859–873. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.1286>
- Ronaldo, R., & Ardoni, A. (2020). Pembuatan Aplikasi Mobile “Wonderful of Minangkabau” sebagai

Gudang Informasi Pariwisata di Sumatera Barat Melalui Website Kodular. *Info Bibliotheca: Jurnal Perpustakaan Dan Ilmu Informasi*, 2(1),88–93.

<https://doi.org/10.24036/ib.v2i1.90>

Sari, A. R., Martono, Y., & Rondonuwu, F.S. (2020). Identifikasi Kualitas Beras Putih (*Oryza sativa* L.) Berdasarkan Kandungan Amilosa dan Amilopektin di Pasar Tradisional dan “Selepan” Kota Salatiga. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 12(1), 24–30. <https://doi.org/10.30599/jti.v12i1.599>

Wijaya, R. A., Lestari, S. W. L. W., & Mardiono, M. (2019). Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Alat Baby Incubator Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknologi*, 6(1), 52. <https://doi.org/10.31479/jtek.v6i1.5>