



PROTOTYPE DESIGN OF SMART COOP WARMING SYSTEM (SCOWAS) WITH GASIFICATION METHOD USING WOOD PELLETS IN BROILER LIVESTOCK

Ni Wayan Cantika Maharani¹, Komang Rianti Arista Permatasari^{2*}, Muhammad Zuhul Dzikru Rahmat³, Ida Bagus Alit Swamardika⁴, I Nyoman Budiastira⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

^{1,2,3,4,5}Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung, Bali

E-Mail: cantikaamhrnii@gmail.com¹, aristaapermatasariiii@gmail.com^{2*}, dzikrurv@gmail.com³, gusalit@unud.ac.id⁴, budiastira@unud.ac.id⁵

Article history:

Received: May 18, 2024

Revised: June 27, 2024

Accepted: July 16, 2024

Corresponding authors

*aristaapermatasariiii@gmail.com

Keywords:

Broiler Chickens;

Gasification;

Wood Pellets.

Abstract

Broiler chickens are a livestock business in great demand by the public because the harvest period is relatively fast and has high economic value. The initial growth phase of broiler chicks is an important stage that breeders must pay attention to. Broiler chickens will grow optimally if they are supported by environmental factors and appropriate care. One of the challenges for broiler chicken breeders is managing temperature and humidity in the cage, especially during the starter phase. In the starter phase, namely, chickens aged 0-14 days, chickens are not yet able to regulate their body temperature so breeders use machines to help get the optimal temperature. This cage heating machine uses fuel, namely Liquefied Petroleum Gas (LPG). The challenge currently faced by chicken farmers is the difficulty of obtaining LPG fuel, especially 3 kg in large quantities. The availability of LPG fuel can cause shortages at certain periods, thus affecting the optimization of the cage heating system. In this research, a prototype SCOWAS (Smart Coop Warming System) machine has been designed which can meet the optimal temperature and humidity requirements of the cage and uses wood pellets as an alternative fuel. The expected result of this research is to develop a conventional chicken coop heater as an alternative and efficient solution for the sustainability of broiler chicken farming in the agricultural and livestock sectors.



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

I. INTRODUCTION

Di Indonesia, peternakan ayam broiler menjadi salah satu usaha yang populer dikalangan masyarakat karena pemeliharaannya lebih sederhana jika dibandingkan dengan ayam buras. Selain itu, ayam broiler memiliki periode panen yang relatif singkat yakni 30-40 hari [1]. Menurut Badan Pusat Statistik, pada tahun 2022 populasi ayam broiler mencapai angka sebesar 3.168.325.176 ekor. Data ini menunjukkan tingginya kontribusi peternak ayam broiler terhadap penyediaan stok daging ayam di Indonesia.

Fase starter pada ayam broiler sangat penting karena ayam broiler membutuhkan suhu lingkungan

yang hangat, mengingat pada usia ini mereka belum bisa mengatur suhu tubuhnya sendiri. Suhu ideal untuk fase ini berkisar antara 28-33°C dengan kelembapan sekitar 55%-65% RH. Penghangat kandang ayam buatan menjadi solusi bagi peternak untuk mencapai suhu yang ideal. Penghangat seperti lampu pijar dan gas brooder heater sering digunakan oleh peternak, di mana gas brooder heater menggunakan LPG sebagai bahan bakar utamanya. Namun penggunaan LPG sebagai bahan bakar utama mengakibatkan konsumsi LPG yang tinggi dan kurang efisien. Ketersediaan LPG yang terbatas menjadi tantangan bagi peternak.

Sebagai solusi, dikembangkan mesin penghangat kandang otomatis menggunakan biomassa berupa

wood pellet, yang menghasilkan energi panas dengan emisi CO₂ rendah. Mesin ini menggunakan metode gasifikasi dan dilengkapi sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, serta blower untuk menyalurkan suhu. Sistem ini memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui teknologi IoT, memudahkan peternak dalam monitoring suhu dan kelembapan kandang.

Implementasi sistem ini melibatkan penggunaan komponen seperti Arduino Mega 2560, sensor DHT22, dan Sensor Termokopel MAX6675. Data sensor dikirimkan melalui Bot Telegram dan ThingSpeak untuk pemantauan real-time. Purwarupa mesin SCOWAS (Smart Coop Warming System) diharapkan dapat meningkatkan efektivitas kerja, efisiensi bahan bakar, dan mengurangi ketergantungan pada pasokan bahan bakar komersial, sehingga mendukung keberlanjutan peternakan ayam broiler.

II. LITERATURE

2.1. Ayam Broiler

Ayam broiler atau yang disebut dengan ayam ras pedaging merupakan hasil persilangan ketat dari berbagai bangsa ayam dengan kriteria utama memiliki produktivitas karkas atau daging yang tinggi. Ayam broiler memiliki tingkat produktivitas yang sangat tinggi dibandingkan dengan ayam kampung. Fase panen ayam broiler tergolong relatif cepat dengan umur ayam 5-6 minggu. Faktor genetik dari ayam dapat mempengaruhi cepatnya produktivitas ayam broiler tersebut. Selain itu, faktor pendukung seperti lingkungan dan pakan yang baik juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ayam broiler [2].

Pertumbuhan ayam broiler terbagi menjadi 3 fase, antara lain fase starter (0-14 hari), fase grower (15-21 hari), dan fase finisher (22-35 hari). Fase starter atau fase awal pertumbuhan ayam merupakan fase yang paling berisiko dalam menentukan pertumbuhan ayam broiler. Pada fase ini ayam broiler belum dapat mengatur suhu tubuhnya sendiri karena bulu ayam belum dapat tumbuh sempurna. Suhu dingin menyebabkan anak ayam bergerombol dan malas untuk beraktivitas termasuk makan dan minum, sedangkan suhu yang panas menyebabkan anak ayam banyak mengonsumsi air dan sedikit mengonsumsi pakan [3].

Pada fase starter suhu optimal yang diperlukan oleh anak ayam berkisar 28-35°C dengan kelembapan yaitu 55-60%. Hal ini menjadikan peternak ayam broiler harus menggunakan teknologi alat Brooder (pemanas) yang dapat mengatur suhu kandang agar sesuai dengan kebutuhan ayam. Brooder dinyalakan 24 jam ketika usia ayam 0-4 hari, sedangkan dinyalakan 12 jam ketika usia ayam 5-9 hari [3].

Pertumbuhan ayam broiler sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan lingkungannya. Pemeliharaan dan penggunaan pakan yang optimal tidak akan efektif apabila pemeliharaan ayam dilakukan pada suhu dan kelembapan lingkungan yang tidak sesuai. Apabila hal ini terjadi secara terus

menerus akan mengakibatkan pertumbuhan ayam yang tidak optimal dan dapat menyebabkan kematian.

2.2. Penghangat Kandang Ayam Broiler

Mesin penghangat kandang merupakan hal penting yang perlu disediakan dalam proses pertumbuhan ayam umur 0-14 hari (fase starter). Gas Heater yaitu jenis penghangat kandang yang umumnya digunakan oleh peternak ayam broiler saat ini. Mesin ini menggunakan Liquefied Petroleum Gas (LPG) sebagai bahan bakar utamanya. Mesin penghangat dipilih berdasarkan kemampuan dalam menghasilkan suhu ruang yang optimal dan stabil bagi ayam broiler, serta kemudahan dalam mencari bahan bakar.

Berdasarkan wawancara dengan salah satu peternak kandang ayam broiler, mesin penghangat kandang yang terhubung dengan selang regulator LPG bekerja dengan menghidupkan atau menyalakan saklar ON/OFF. Kemudian, api dan blower pada mesin akan menyala untuk menyebarkan hawa panas ke ruangan. Pada kandang terdapat alat ukur suhu temptron yang terhubung dengan exhaust di dalam kandang. Penjaga kandang akan memonitoring alat ukur temptron, ketika suhu melebihi 28-33°C maka exhaust kandang akan menyala untuk mengeluarkan hawa panas berlebih dan penjaga kandang akan mematikan mesin penghangat. Kondisi ini terjadi secara terus menerus saat mesin digunakan dalam kurun waktu 12-24 jam.

2.3. Wood Pellet (Bahan Bakar)

Biomassa adalah bahan organik dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan seperti limbah pertanian, hutan, dan kotoran hewan, yang memanfaatkan CO₂, udara, air, dan sinar matahari dalam proses fotosintesis [4]. Biomassa non-fosil menjadi pilihan bahan bakar alternatif, contohnya seperti *wood pellet*. *Wood pellet* berasal dari serbuk kayu yang dipadatkan, *wood pellet* akan di bakar untuk menghasilkan suhu panas dan sering digunakan untuk memanaskan rumah, bisnis, dan pembangkit listrik [5].

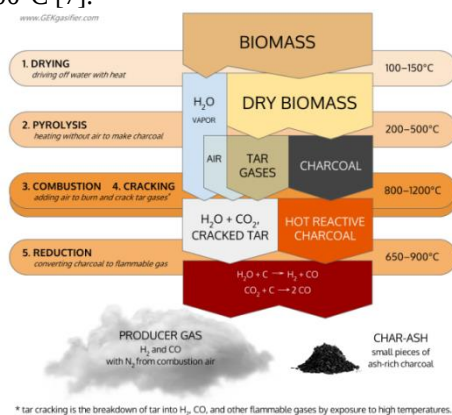
Wood pellet memiliki kerapatan antara 600-750 kg/m³ tergantung jenis kayu, dan proses pembuatannya melibatkan pengujian bentuk dan warna nyala api untuk memastikan kualitas pembakaran yang optimal. Penggunaan biomassa, termasuk *wood pellet*, mendukung pembuatan energi secara berkelanjutan, karena dampak emisi gas rumah kacanya lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil.

2.4. Metode Gasifikasi

Gasifikasi merupakan proses konversi energi dari bahan bakar padat atau cair menjadi bahan bakar gas seperti karbon dioksida (CO), metilena (CH₂), hidrogen (H₂), dan bentuk gas lainnya yang tergantung pada reaktan tertentu dan kondisi operasi yang dilakukan dalam reaktor. Teknologi gasifikasi yang mengandung hidrokarbon adalah gasifikasi biomassa, yang merupakan proses termokimia yang mengubah benda padat seperti kayu, jerami, limbah tanaman, atau sampah organik lainnya menjadi bahan bakar. Efisiensi yang dapat dicapai dengan teknologi gasifikasi sekitar 30-40%, lebih tinggi dari teknologi pembakaran biasa [6].

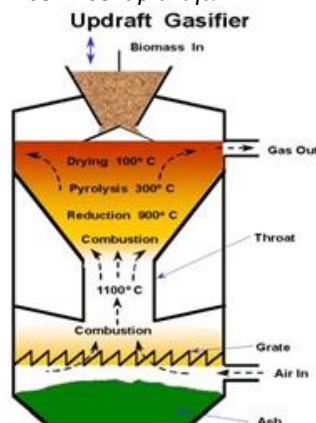
Gasifikasi terdiri dari empat tahapan yang terjadi pada proses pembakaran yaitu:

1. Tahapan Pengeringan
Tahap pengeringan terjadi perubahan kelembapan menjadi uap air, dengan suhu pada tahap ini yaitu berkisar 100-200°C. Konversi tersebut terjadi karena perpindahan panas antara gas panas dari tahanan oksidasi ke bahan bakar di tahap pengeringan. Air yang direduksi dikeluarkan berupa uap.
2. Tahapan Pirolisis
Tahap pirolisis terjadi pemecahan biomassa atau bahan organik melalui proses pemanasan. Molekul biomassa diuraikan menjadi gas kondensasi, tar, dan arang pada suhu antara 250-500°C tanpa adanya oksigen.
3. Tahapan Oksidasi
Tahap oksidasi temperatur oksidasi sekitar 700-1200°C. Panas yang dilepaskan selama oksidasi digunakan untuk proses pengeringan, pirolisis dan reaksi endotermik lainnya selama reduksi.
4. Tahapan Reduksi
Tahap reduksi terjadi reaksi endoterm dan temperatur yang keluar dari gas harus diperhatikan. Pada proses ini terjadi pada temperatur 400°C - 900°C [7].



Gambar 1. Tahapan Proses Gasifikasi

Berdasarkan metode dan kondisi operasionalnya, gasifikasi dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori seperti *up draft*, *down draft*, dan *cross draft*. Pada penelitian ini jenis gasifikasi yang digunakan adalah jenis klasifikasi *up draft*.



Gambar 2. Gasifikasi Up Draft

Gasifikasi *up draft* merupakan metode sederhana dan dapat diimplementasikan dengan mudah untuk berbagai jenis bahan bakar, termasuk biomassa, *wood pellet*, maupun limbah pertanian, selain itu sistem *up draft* lebih tahan lama terhadap kontaminan seperti abu dan sebagian besar senyawa anorganik, adapun proses *up draft* dapat mengurangi dampak negatif pada gas bahan bakar yang dihasilkan sehingga dapat menghasilkan gas yang cukup bersih [8].

III. RESEARCH METHODS

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada peternakan ayam broiler milik masyarakat Desa Cau Belayu, Kecamatan Marga, Kabupaten Gianyar, Bali. Sedangkan waktu penelitian dilaksanakan selama 6 bulan dari bulan Januari 2024 hingga Juni 2024 yang dilakukan dengan kondisi lingkungan berbeda yaitu cuaca cerah dan cuaca hujan.

3.2. Sumber dan Jenis Data Penelitian

Sumber data pada penelitian ini berasal dari hasil pengujian dan dari beberapa sumber referensi literatur seperti, buku, jurnal, artikel ilmiah dan tugas akhir mahasiswa yang terdiri dari data kuantitatif dan kualitatif. Data penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang dihasilkan langsung dari hasil pengukuran pada mesin SCOWAS. Pada data primer ini hasil yang digunakan yaitu hasil dari sensor DHT 22, Temptron dan Anemometer yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan pada kandang. Selain itu data suhu pada ruang pembakaran diperoleh dari sensor termokopel yang dihasilkan dari pembakaran wood pellet dan untuk data kadar polusi udara yang dihasilkan pada mesin menggunakan sensor MQ135 yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat polutan dan Parts Per Million (PPM).

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari beberapa sumber referensi literatur, seperti buku, jurnal, tugas akhir mahasiswa, wawancara narasumber, datasheet, website, serta buku-buku yang berhubungan dengan ayam broiler, mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor DHT 22, metode gasifikasi, bahan bakar wood pellet, blower sentrifugal, tangential fan blower dan perancangan purwarupa penghangat kandang ayam broiler.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh berdasarkan metode berikut :

1. Metode Kepustakaan

Pengumpulan data dengan cara studi literatur dari beberapa referensi seperti jurnal, skripsi, tugas akhir, artikel ilmiah, datasheet serta buku-buku

yang dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

2. Metode Eksperimen

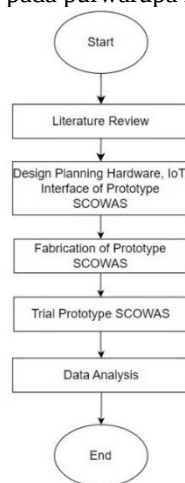
Pengumpulan data yang dilakukan dengan melakukan pengujian dan pengambilan data secara langsung terhadap parameter-parameter yang sudah ditentukan.

3.4. Instrumen Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah PC/Laptop, Sensor MQ135, Anemometer GM816, Avometer, Temptron, dan Higrometer sebagai alat bantu untuk mengukur temperatur suhu dan kelembapan.

3.5. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan untuk memperoleh data-data yang objektif yang di mulai dari proses perancangan purwarupa mesin SCOWAS hingga pencatatan data yang diperoleh. Berikut diagram alur tahapan penelitian pada purwarupa mesin SCOWAS.



Gambar 3. Diagram Alur Tahapan Penelitian

3.5.1. Prosedur Pelaksanaan Pengujian

Pengujian mesin prototipe SCOWAS di dalam kandang ayam broiler melalui prosedur berikut, antara lain:

1. Mempersiapkan alat uji dan peralatan yang diperlukan.
2. Meletakkan sensor DHT22 dan alat ukur suhu pada tempat yang sudah di rencanakan.
3. Menghubungkan mesin prototipe SCOWAS dengan aliran listrik.
4. Menghubungkan arduino ke laptop untuk mendapatkan data pembacaan sensor.
5. Ketentuan Pengukuran DHT22
Temperatur minimal: 28°C
Temperatur maksimal: 35°C

IV. RESULTS

4.1. Desain Mesin Prototipe SCOWAS

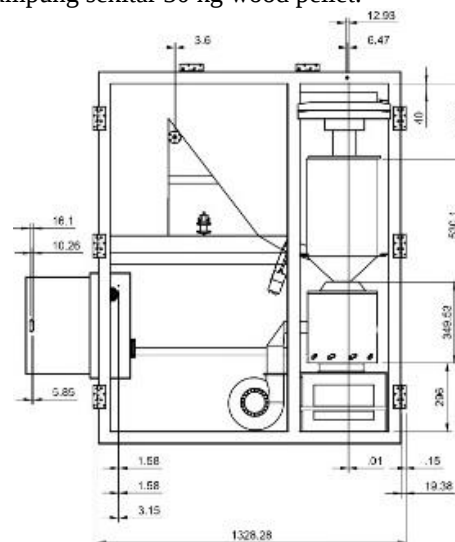
Dalam penelitian ini diawali dengan melakukan desain prototipe yang akan digunakan. Desain ini dirancang untuk mencapai beberapa tujuan utama sebagai berikut:

1. Menghasilkan mesin yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT) sehingga mampu

mengontrol dan memonitor suhu serta kelembaban secara otomatis dan efisien.

2. Mengimplementasikan tungku pembakaran dengan metode gasifikasi up draft guna meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi.
3. Memanfaatkan wood pellet sebagai bahan bakar utama dalam proses pembakaran untuk menghasilkan hawa panas yang akan di sebarakan ke seluruh kandang dan menjadi pilihan bagi peternak ketika kesulitan LPG.

Dengan menggunakan software Autodesk Fusion 360 untuk merancang desain mesin purwarupa SCOWAS dengan dimensi keseluruhan panjang 1328 mm, lebar 611 mm, dan tinggi 1366 mm. Untuk ukuran komponen utama, Water Tank memiliki volume air sebesar 94,3 liter dengan dimensi panjang 251 mm, lebar 573 mm, dan tinggi 656 mm. Sementara itu, Pellet Storage memiliki dimensi panjang 512 mm, lebar 573 mm, dan tinggi 656 mm, yang mampu menampung sekitar 30 kg wood pellet.



Gambar 4. Rancangan Dimensi Mesin SCOWAS

Model mesin purwarupa SCOWAS ini dirancang dengan beberapa komponen yang bekerja secara sinergis terhubung dengan relay yang berjalan sesuai fungsi untuk menghasilkan panas melalui metode gasifikasi. Berikut cara kerja komponen dari mesin ini:

1. Pellet storage sebagai tempat penyimpanan bahan bakar wood pellet.
2. Motor Vibrator berfungsi untuk memastikan wood pellet bergerak dan tidak menggumpal.
3. Water Tank sebagai wadah penyimpanan air.
4. Water Pump sebuah pompa yang mengalirkan air dari wadah penyimpanan air ke komponen yang memerlukan pendinginan atau pengaturan kelembapan untuk mencegah overheating
5. Motor DC berfungsi untuk menggerakkan buka/tutup pintu jalur jatuhnya wood pellet.
6. Panel box sebuah panel yang berisi elektronik dari mesin SCOWAS.
7. Exhaust fan berfungsi untuk mengeluarkan udara panas hasil pembakaran ke luar mesin.

8. Blower sentrifugal berfungsi menghasilkan aliran tekanan udara untuk membantu proses gasifikasi.
9. Blower tangensial berfungsi membantu dalam penyebaran panas secara merata.
10. Filter burner merupakan penyaring partikel-partikel sisa pembakaran.
11. Burner chamber sebagai ruang pembakaran atau reaktor gasifikasi.
12. Ash storage sebagai wadah penampungan abu sisa hasil pembakaran wood pellet biomassa.

4.2. Desain Tungku Pembakaran pada Mesin Prototipe SCOWAS

Pada mesin prototipe SCOWAS terdapat tungku pembakaran yang digunakan pada proses pembakaran wood pellet. Tungku pembakaran ini menggunakan metode gasifikasi tipe updraft yang dimana terdapat 3 lapisan sebagai berikut:

1. Tungku pembakaran lapisan pertama (terdalam) menggunakan tabung besi dengan ukuran tinggi 260 mm, diameter 160 mm dan ketebalan 8 mm. Tungku ini berfungsi sebagai tempat utama pembakaran wood pellet. Pada bagian atas terdapat satu deret lubang dan bagian bawah terdapat dua deret lubang dengan diameter masing-masing lubang yaitu 13 mm serta jarak antar lubang yaitu 30 mm. Lubang ini berfungsi sebagai aliran udara dalam proses gasifikasi. Selain itu, terdapat juga beberapa rongga yang berfungsi sebagai saluran instalasi gas igniter serta jalur semburan api.



Gambar 6. Lapisan Pertama Tampak Atas dan Bawah



Gambar 7. Lapisan Pertama Tampak Depan dan Belakang

2. Pada lapisan kedua (tengah) menggunakan tabung freon kosong yang berkapasitas 10 kg dengan tinggi 330 mm dan diameter 240 mm. Pada bagian atas tabung terdapat lubang berukuran 13 mm dengan jarak tiap lubang yaitu 40 mm. Lapisan ini berfungsi sebagai aliran udara sekunder pada gasifikasi. Pada lapisan ini juga terdapat beberapa rongga yang berfungsi sebagai saluran instalasi gas igniter.



Gambar 8. Lapisan Kedua Tampak Depan dan Belakang



Gambar 9. Lapisan Kedua Tampak Atas dan Bawah

3. Pada lapisan ketiga (bagian luar) menggunakan drum bekas dengan ukuran tinggi 370 mm dan diameter 300 mm yang berfungsi sebagai layer paling luar untuk aliran udara primer pada gasifikasi. Terdapat lubang pada bagian bawah dengan diameter 60 mm sebagai masuknya saluran blower ke dalam lapisan ketiga dan kemudian dialirkan menuju lapisan kedua melalui proses gasifikasi. Terdapat lubang sebagai saluran instalasi gas igniter menuju lapisan kedua.



Gambar 10. Lapisan Ketiga (Terluar)

4.3. Proses Penelitian

Pada proses penelitian dilakukan tahapan yang sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan dalam melakukan proses pengujian mesin pemanas kandang ayam broiler sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat uji dan peralatan yang diperlukan. Pada penelitian ini tahapan yang pertama dilakukan yaitu menguji alat ukur suhu dan kelembapan yang digunakan selama masa uji coba, yaitu menggunakan sensor DHT 22 sebanyak 2 buah, menggunakan alat ukur temptron dan anemometer.

a. DHT 22

Sensor ini berfungsi sebagai pemantauan kondisi suhu dan kelembapan di dalam kandang. Sensor DHT 22 memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan sensor lainnya sensor DHT 22 memiliki tingkat akurasi tinggi, rentang pengukuran lebih luas, memiliki stabilitas jangka panjang saat digunakan, dan sudah memiliki output digital yang mudah diintegrasikan [9]. Spesifikasi sensor DHT 22 yaitu:

- Tegangan input: 3,3-6 VDC
 - Suhu: 40°C - 80°C
 - Kelembapan: 0-100% RH
 - Akurasi: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (Temperatur) dan $\pm 5\%$ RH (Kelembapan)
- b. Temptron
Temptron berfungsi untuk mengukur dan mengatur suhu di dalam kandang, selain itu alat ukur temptron juga digunakan untuk mengatur kipas, exhaust hingga cooling pad yang berada di dalam kandang. Temptron sendiri sudah dilengkapi dengan sensor suhu, layar digital, sistem pengendali dan output kontrol. Hal ini menjadikan proses pengaturan suhu menjadi lebih akurat dan otomatis.
 - c. Anemometer
Anemometer merupakan alat yang biasanya digunakan untuk mengukur kecepatan dan arah angin. Namun beberapa aplikasi, anemometer juga dilengkapi sensor suhu untuk mengukur suhu udara. Pada penelitian ini kami menggunakan anemometer sebagai salah satu alat ukur suhu yang digunakan di dalam kandang.
2. Meletakkan sensor DHT22 dan alat ukur suhu pada tempat yang sudah di rencanakan. Pada penelitian ini mesin SCOWAS dan letak sensor sudah di rencanakan sesuai dengan kebutuhan.
 - a. Dimensi Kandang
Pada saat melakukan uji coba kandang yang digunakan merupakan kandang ayam broiler milik salah satu peternak yang terletak di Desa Cau Belayu, Tabanan. Kandang yang digunakan dengan ukuran P x L x T adalah 60m x 5 m x 2 m, yang disekat menjadi ukuran 7m x 5m x 2m dengan volume kandang 70 m³
 - b. Posisi Sensor
Sensor DHT 22 dipasang sebanyak 2 buah dan 1 alat ukur temptron dengan jarak yang berbeda-beda. Pada peletakan sensor dibagi menjadi 3 titik pengukuran dengan 3 alat ukur yang berbeda yang terletak pada depan mesin SCOWAS, yaitu dengan jarak 1,6m, 3,3m, 4,8m. Sensor DHT 1 terletak pada jarak 3,3m dari depan mesin. Jarak yang lebih jauh menyebabkan waktu pendistribusian panas menjadi lebih lama untuk mencapai suhu ideal. Sensor DHT 2 terletak pada jarak 1,6m di depan mesin. Jarak yang lebih dekat dengan mesin menyebabkan penerimaan panas yang terbaca lebih cepat untuk mencapai suhu idealnya. Temptron terletak pada jarak 4,8 m di depan mesin, temptron berfungsi untuk mendeteksi suhu ruang, dan memberikan gambaran umum mengenai pendistribusian panas di area kandang.



Gambar 11. Posisi Sensor DHT22 dan alat ukur temptron pada kandang ayam broiler

3. Menghubungkan mesin prototipe SCOWAS dengan aliran listrik. Pada penelitian ini untuk mengoperasikan mesin prototipe SCOWAS, mesin harus terhubung dengan sumber listrik. Setelah memastikan semua komponen yang terpasang pada mesin sudah benar, dan peletakan sensor yang berada di dalam kandang sesuai dengan posisinya, maka mesin prototipe SCOWAS siap untuk disambungkan ke aliran listrik menggunakan kabel daya. Begitu mesin prototipe SCOWAS mendapatkan daya, mesin akan mulai menjalankan tugasnya dan proses pengambilan data siap dilakukan.
 4. Menghubungkan arduino ke laptop untuk mendapatkan data pembacaan sensor. Untuk mengambil data pembacaan dari kedua sensor DHT, arduino dan laptop harus terhubung dengan kabel USB. Setelah kandang disiapkan dan sensor sudah diletakkan sesuai dengan posisinya, maka mesin SCOWAS akan menyala dan arduino akan membaca data yang nantinya akan ditampilkan pada laptop.
 5. Pengukuran Sensor DHT22 dan alat ukur lainnya. Sensor DHT22 akan membaca hasil pengukuran suhu dan kelembapan, kemudian nilai akan terlihat pada serial monitor arduino. Pencatatan manual akan dilakukan setiap 7 menit sekali, dengan ketentuan temperatur yaitu:
 - Temperatur minimal: 28°C
 - Temperatur maksimal: 35°C
 Apabila temperatur minimal, maka mikrokontroler akan bekerja sesuai dengan perintah yang sudah ditetapkan. Sedangkan apabila temperatur maksimal, maka exhaust kandang akan menyala untuk mengeluarkan hawa panas dan mikrokontroler akan bekerja sesuai dengan perintah yang sudah ditetapkan.
- #### 4.4. Data Pengujian
- Pengujian dilakukan selama 4 hari dengan cuaca lingkungan yang berbeda yaitu cuaca hujan dan cuaca cerah. Suhu rata-rata lingkungan pada kandang ayam broiler berkisar 25-28°C. Dalam pengujian ini diperoleh data sebagai berikut:
1. Pengujian tungku pembakaran wood pellet untuk menentukan valve inlet blower yang akan digunakan.
 2. Pembacaan nilai temperatur dan kelembaban ruangan oleh sensor.

- Pembacaan nilai arus pada tiap komponen dalam kondisi ON.
- Total penggunaan wood pellet selama 4 hari pengujian.

Tungku pembakaran wood pellet diujikan di luar rangka prorotipe mesin SCOWAS untuk menentukan valve inlet blower yang akan digunakan. Massa bahan bakar yang digunakan pada pengujian yaitu 100 gr, 250 gr, 500 gr, dan 1000 gr serta valve inlet blower yang bervariasi dalam kondisi tertutup, terbuka setengah atau tertutup. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui durasi pembakaran dan kondisi api yang dihasilkan pada dua kondisi yang berbeda agar keluaran api yang dihasilkan tidak melebihi batas ruang pembakaran.

Pengujian temperatur dan kelembapan di dalam kandang menggunakan power supply 12 V sebagai sumber daya utama pada mesin prorotipe SCOWAS. Sistem kontrol pada mesin prorotipe SCOWAS bergantung pada temperatur di dalam tungku pembakaran yang akan dideteksi oleh sensor termokopel. Terdapat 4 kondisi yang akan aktif sesuai waktu yang telah diperintahkan oleh mikrokontroler untuk mendapatkan temperatur dan kelembapan yang sudah ditentukan.



Gambar 12. Tampak Depan Prototipe Mesin SCOWAS di dalam kandang ayam broiler

4.4.1. Tungku Pembakaran Wood Pellet

Pada pengujian tungku pembakaran ini mengacu pada kondisi api yang dihasilkan pada proses pembakaran gasifikasi. Hasil percobaan disajikan dalam bentuk tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Percobaan tungku pembakaran metode gasifikasi

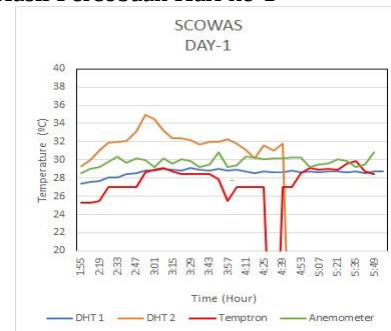
No	Massa Bahan Bakar	Kondisi Valve Inlet Blower		
		Tertutup	Setengah	Terbuka
1	0.1kg			
Durasi Pembakaran (Menit)		07.02	05.52	04.03
4	0.25kg			
Durasi Pembakaran (Menit)		09.39	08.11	07.03
7	0.5kg			
Durasi Pembakaran (Menit)		17.41	16.02	14.56
10	1kg			
Durasi Pembakaran (Menit)		35.23	33.51	32.07

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa pembakaran sistem gasifikasi berhasil dan tidak menunjukan adanya asap yang dihasilkan. Pembakaran yang stabil dapat tercapai ketika valve inlet blower berada pada kondisi setengah terbuka. Pada kondisi ini menunjukan nyala api yang tidak terlalu tinggi dan sesuai dengan standar gasifikasi pada prototipe mesin SCOWAS yang diharapkan. Selain itu, valve inlet blower juga mempengaruhi durasi pembakaran wood pellet. Saat kondisi valve inlet blower tertutup durasi pembakaran lebih lama dibandingkan dengan kondisi setengah terbuka dan terbuka. Maka, pada percobaan prototipe mesin SCOWAS selama 4 hari ini menggunakan valve inlet blower dengan kondisi setengah terbuka.

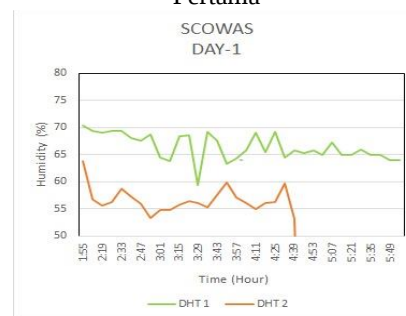
4.4.2. Distribusi Temperatur

Distribusi temperatur di dapat dari pembacaan dua buah sensor DHT 22, satu alat ukur tempron, dan satu alat ukur anemometer. Berdasarkan data hasil pengujian dan pencatatan nilai setiap 7 menit, hasil pembacaan sensor disajikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan dalam menganalisis.

1. Hasil Percobaan Hari ke-1

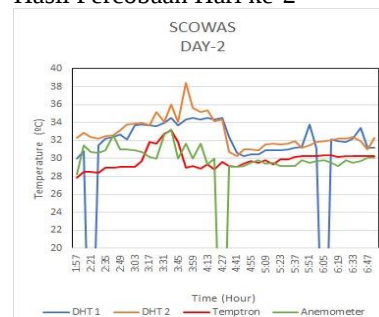


Gambar 13. Grafik Hasil Pengujian Suhu Hari Pertama

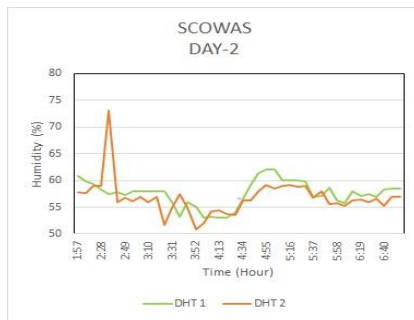


Gambar 14. Grafik Hasil Pengujian Kelembapan Hari Pertama

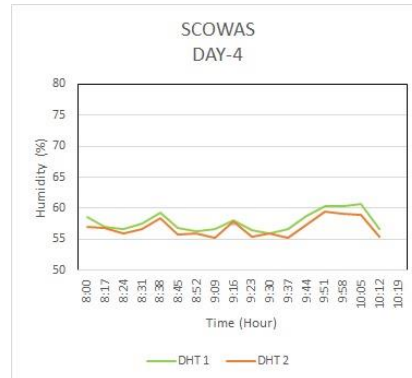
2. Hasil Percobaan Hari ke-2



Gambar 15. Grafik Hasil Pengujian Suhu Hari Kedua

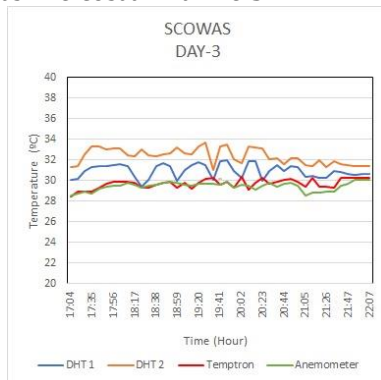


Gambar 16. Grafik Hasil Pengujian Kelembapan Hari Kedua

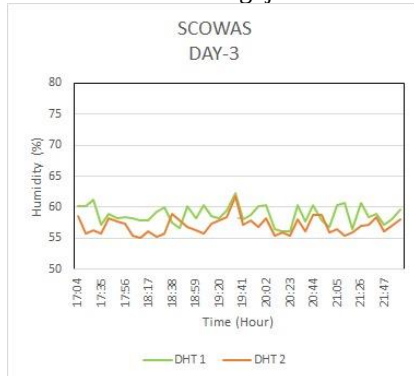


Gambar 20. Grafik Hasil Pengujian Kelembapan Hari Keempat

3. Hasil Percobaan Hari ke-3

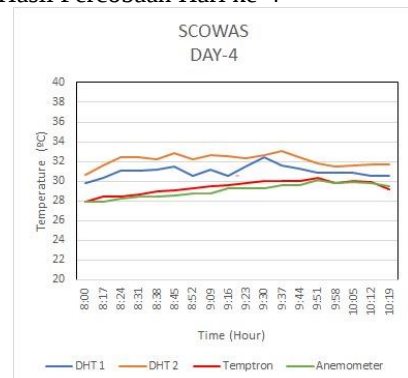


Gambar 17. Grafik Hasil Pengujian Suhu Hari Ketiga



Gambar 18. Grafik Hasil Pengujian Kelembapan Hari Ketiga

4. Hasil Percobaan Hari ke-4



Gambar 19. Grafik Hasil Pengujian Suhu Hari Keempat

Berdasarkan grafik hasil percobaan selama 4 hari, dapat di analisa sebagai berikut:

Pengujian hari pertama dilakukan pada kondisi lingkungan cuaca cerah dengan waktu 5 jam pengujian yaitu dari pukul 01:55 - 06:00 AM. Rata-rata peningkatan suhu pada DHT 1 adalah 0,037°C, sedangkan pada DHT 2 rata-rata peningkatan suhunya adalah 0,127°C. Suhu pada kandang mencapai titik ideal pada waktu 28 menit dengan besaran suhu 28°C. Sedangkan, kelembapan DHT 2 mencapai titik ideal pada waktu 24 menit yaitu 56,8% dan DHT 1 mencapai titik ideal pada waktu 60 menit yaitu 64,5%. Alat ukur temptron mencapai suhu optimal 28°C pada menit ke 60 dan alat ukur anemometer mencapai suhu optimal pada 17 menit pertama pengujian. Perbedaan ini disebabkan karena adanya perbedaan jarak posisi pada kedua sensor DHT dan alat ukur.

Pengujian hari kedua dilakukan pada kondisi lingkungan cuaca hujan dengan waktu 6 jam pengujian yaitu dari pukul 01:57 - 07:00 AM. Rata-rata peningkatan suhu pada DHT 1 adalah 0.114°C, sedangkan pada DHT 2 rata-rata peningkatan suhunya adalah 0.182°C. Berdasarkan pengukuran sensor DHT, suhu pada kandang mencapai titik ideal pada waktu starting 17 menit dengan besaran suhu yaitu 30°C. Sedangkan, kelembapan juga mencapai titik ideal pada waktu starting yaitu 57-60%. Alat ukur temptron mencapai suhu optimal 28,5°C pada menit ke 24 dan alat ukur anemometer mencapai suhu optimal pada 17 menit pertama pengujian.

Pengujian hari ketiga dilakukan pada kondisi lingkungan cuaca cerah dengan waktu 5 jam pengujian yaitu dari pukul 17:04 - 22:08 PM. Rata-rata peningkatan suhu pada DHT 1 adalah 0.06°C, sedangkan pada DHT 2 rata-rata peningkatan suhunya adalah 0.051°C. Berdasarkan pengukuran sensor DHT, suhu pada kandang mencapai titik ideal pada waktu starting dengan besaran suhu 30°C. Sedangkan, kelembapan juga mencapai titik ideal pada waktu starting yaitu 58-60%. Pada 17 menit awal pengujian, alat ukur temptron sudah mencapai suhu optimal 28,5°C dan alat ukur anemometer juga mencapai suhu optimal 28,6°C.

Pengujian hari keempat dilakukan pada kondisi lingkungan cuaca cerah dengan waktu 2 jam pengujian

yaitu dari pukul 08:00 AM - 10:19 AM. Rata-rata peningkatan suhu pada DHT 1 adalah 0.156°C, sedangkan pada DHT 2 rata-rata peningkatan suhunya adalah 0.147°C. Berdasarkan pengukuran sensor DHT, suhu pada kandang mencapai titik ideal pada waktu starting dengan besaran suhu 29°C - 30°C. Sedangkan, kelembapan juga mencapai titik ideal pada waktu starting yaitu 57-58%. Alat ukur temptron mencapai suhu optimal 28,5°C pada menit ke 24 dan alat ukur anemometer mencapai suhu optimal 28,2°C pada 30 menit pengujian.

4.5. Hasil Pengukuran Arus Komponen

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui arus yang mengalir pada saat semua komponen dalam kondisi ON dengan menggunakan Avometer. Ini memastikan arus sesuai spesifikasi, mencegah kerusakan, dan memastikan kinerja optimal komponen. Berikut Tabel 2 yang menunjukkan hasil pengukuran arus komponen menggunakan avometer.

Tabel. 2 Hasil Pengukuran Arus Komponen

No	Komponen	Tegangan (Volt)	Hasil Pengukuran dengan Avometer (Ampere)
1	Power Supply 1	220 V	
2	Power Supply 2	220 V	
3	Blower Sentrifugal	220 V	
4	Tangential Fan Blower	230 V	
5	Exhaust Fan 2&3	220 V	

4.6. Hasil Perhitungan dengan Rumus Analisa Teknis dan Biaya pada Mesin Prototipe SCOWAS

Pada rancang bangun mesin purwarupa SCOWAS ini didapatkan hasil dari jumlah total daya mesin dan kebutuhan bahan bakar wood pellet selama uji coba di kandang dalam waktu 4 hari dengan mesin beroperasi 5 jam/hari. Maka perhitungan yang didapatkan sebagai berikut.

1. Perhitungan Daya Komponen dan Daya Total Mesin Prototipe SCOWAS

a. Menghitung daya per komponen:

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

Keterangan: • P: Daya (W) • V: Tegangan (V) • I: Arus (A) • Cos φ : Faktor Daya (0,9).
Maka hasil yang didapatkan sebagai berikut:

1) Menghitung Power Supply 1

$$P = 220 \text{ V} \times 0,373 \text{ A} \times 0,9 = 73,85 \text{ Watt}$$

2) Menghitung Power Supply 2

$$P = 220 \text{ V} \times 0,042 \text{ A} \times 0,9 = 8,31 \text{ Watt}$$

3) Menghitung Blower Sentrifugal

$$P = 220 \text{ V} \times 0,646 \text{ A} \times 0,9 = 127,9 \text{ Watt}$$

4) Menghitung Tangential Fan Blower

$$P = 230 \text{ V} \times 0,168 \text{ A} \times 0,9 = 34,77 \text{ Watt}$$

5) Menghitung Exhaust Fan 2&3

$$P = 220 \text{ V} \times 0,304 \text{ A} \times 0,9 = 60,19 \text{ Watt}$$

b. Menghitung Daya pada Mesin Prototipe SCOWAS

$$P \text{ Total} = \text{Jumlah daya semua komponen (watt)}$$

Maka hasil yang didapatkan sebagai berikut:

$$P \text{ Total} = 73,85 + 8,31 + 127,9 + 34,77 + 60,19$$

$$P \text{ Total} = 305,02 \text{ Watt}$$

c. Perhitungan Mesin Menyala

Testing Day	Time
Day-1	5 (hours)
Day-2	5 (hours)
Day-3	5 (hours)
Day-4	2 (hours)

d. Penggunaan Bahan Bakar Wood Pellet

Testing Day	The consumption of wood pellets (Kg)
Day 1	9.25 Kg
Day 2	12.75 Kg
Day 3	9.5 Kg
Day 4	4.7 Kg

V. CONCLUSION

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan rancang Bangun purwarupa mesin SCOWAS (*Smart Coop Warming System*) menggunakan wood pellet pada peternakan ayam broiler dengan komponen pellet storage, motor vibrator, tangki air, pompa air, motor DC, panel box, exhaust fan, blower sentrifugalm tangential fan blower, filter burner, tungku pembakaran, dan penyimpanan abu berhasil dibangun sesuai dengan perancangan awal. Metode gasifikasi up draft telah berhasil diterapkan dalam rancang bangun purwarupa mesin pembakaran pada SCOWAS (*Smart Coop Warming System*). Pada tungku pembakaran menggunakan valve inlet blower setengah terbuka untuk aliran udara dalam proses gasifikasi. Purwarupa mesin SCOWAS (*Smart Coop Warming System*) berhasil dalam mencapai suhu optimal di dalam kandang ayam broiler sesuai dengan kebutuhan anak ayam broiler. Mesin prototipe SCOWAS dapat beroperasi sesuai perencanaan awal dengan spesifikasi

teknis. Dengan nilai arus yang aman dan dapat kinerja optimal dengan daya total yaitu 305.02 Watt. Penggunaan wood pellet dinilai efektif dalam menghasilkan panas melalui pembakaran.

References

- [1] E. Satriawan and F. F. Ramadhan, "KONTROL SUHU, KELEMBAPAN DAN PAKAN PADA KANDANG AYAM USIA 0-15 HARI BERBASIS TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT)," 2018.
- [2] E. Safitri and H. Plumerastuti, *Ayam Broiler Aspek Fisiologi Reproduksi & Patologinya*. Surabaya : Airlangga University Press, 2023. Accessed: Oct. 25, 2023. [Online]. Available: <http://repository.unair.ac.id/id/eprint/127952>
- [3] G. Hendrix, "Management Guide Alternative Production Systems," 2022.
- [4] Energy Information Administration, "Biomass Explained." Accessed: Jul. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/>
- [5] C.-E. Dumitru and M. Karampinis, "European Pellet Council." Accessed: Jul. 19, 2024. [Online]. Available: <https://bioenergyeurope.org/epc/>
- [6] US Department of Energy, "Hydrogen Production: Biomass Gasification," Hydrogen and Fuel Cell Technologies Office.
- [7] A. Molino, S. Chianese, and D. Musmarra, "Biomass gasification technology: The state of the art overview," *Journal of Energy Chemistry*, vol. 25, no. 1, pp. 10–25, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.jechem.2015.11.005.
- [8] M. ¹ Kamba *et al.*, "KOMPOR BIOMASSA SISTEM BATCH MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI," 2019.
- [9] F. Fatimatuzzahra, L. A. Didik, and B. Bahtiar, "Analisis Periodisitas Gempa Bumi Diwilayah Kabupaten Lombok Barat Dengan Menggunakan Metode Statistik Dan Transformasi Wavelet," *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 16, no. 1, p. 33, Feb. 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5717.