

Rancang Bangun *Blower* Otomatis Berbasis Sensor DHT11 untuk Efisiensi Pembakaran Gula Merah

Asrizal^{1*}, dan Muhammad Rizal Fachri²⁾

^{1, 2} Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Jl. Syekh Abdul Rauf Darussalam, Banda Aceh 23111, Indonesia

*Corresponding author E-mail: 190211030@student.ar-raniry.ac.id

ABSTRACT

In the traditional production of palm sugar, inefficient combustion processes often result in excessive firewood consumption and prolonged cooking times. This research aims to design and develop an automatic blower system that optimizes combustion by using a DHT11 temperature sensor, Arduino Uno, and relay control. The blower operates automatically based on real-time temperature readings, providing a consistent air supply to increase combustion efficiency. Experimental results show that the system reduces firewood consumption by 20% and cooking time by 20% compared to manual processes. The accuracy of the DHT11 sensor was measured at 99.386%, with an average error rate of only 0.614%. The implementation of this system offers practical benefits for small-scale palm sugar factories, including reduced operational costs, improved energy efficiency, and enhanced product quality.

Keywords: Automatic blower, combustion efficiency, temperature sensor, DHT11, palm sugar factory

ABSTRAK

Pada proses produksi gula merah secara tradisional, pembakaran yang kurang efisien sering menyebabkan konsumsi kayu bakar berlebih dan waktu pemasakan yang lama. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem blower otomatis yang dapat mengoptimalkan pembakaran menggunakan sensor suhu DHT11, Arduino Uno, dan relay. Blower bekerja secara otomatis berdasarkan pembacaan suhu secara real-time, memberikan suplai udara yang konsisten untuk meningkatkan efisiensi pembakaran. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengurangi konsumsi kayu bakar sebesar 20% dan waktu pemasakan sebesar 20% dibandingkan metode manual. Akurasi sensor DHT11 mencapai 99,386% dengan rata-rata tingkat kesalahan hanya 0,614%. Penerapan sistem ini memberikan manfaat praktis bagi pabrik gula merah skala kecil, seperti menurunkan biaya operasional, meningkatkan efisiensi energi, dan memperbaiki kualitas produk.

Kata Kunci: Blower otomatis, efisiensi pembakaran, sensor suhu, DHT11, pabrik gula merah

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomatisasi dalam beberapa dekade terakhir telah memberikan dampak yang signifikan terhadap berbagai sektor industri, termasuk industri pengolahan hasil pertanian seperti gula merah. Penerapan sistem kendali otomatis tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga mampu mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia dan meminimalkan kesalahan operasional [1], [2].

Pada proses produksi gula merah tradisional, pengaturan pembakaran kayu bakar umumnya masih dilakukan secara manual. Operator mengatur intensitas api berdasarkan pengalaman subjektif tanpa mempertimbangkan parameter suhu secara akurat. Kondisi ini sering mengakibatkan pemborosan energi, waktu pemasakan yang lebih lama, serta konsumsi bahan bakar yang tinggi. Kelemahan sistem manual tersebut terutama disebabkan oleh ketidakmampuan operator dalam mengontrol suplai udara ke tungku secara optimal selama proses pembakaran berlangsung [1], [3], [4].

Blower merupakan salah satu perangkat yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pembakaran dengan cara menyalurkan udara dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi, sehingga proses pembakaran berlangsung lebih sempurna [5], [6]. Dengan suplai udara yang mencukupi, nyala api menjadi lebih stabil dan panas yang dihasilkan lebih merata [7], [8]. Namun, pada sebagian besar pabrik gula merah skala kecil, *blower* masih dioperasikan secara manual tanpa mempertimbangkan kondisi suhu aktual pada tungku. Akibatnya, *blower* tetap beroperasi meskipun suhu telah mencapai titik optimal, yang menyebabkan pemborosan energi dan bahan bakar [9],[10].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem otomatis yang mampu mengatur suplai udara secara adaptif berdasarkan kondisi suhu pembakaran. Penerapan sensor suhu yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino menjadi salah satu solusi yang efektif dan ekonomis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan sensor DHT11 mampu memberikan pembacaan suhu yang cukup akurat untuk aplikasi sistem kendali sederhana [2]. Dengan menghubungkan sensor DHT11 ke Arduino Uno dan

modul relay, *blower* dapat dikendalikan secara otomatis sesuai dengan nilai suhu yang terdeteksi pada tungku [3].

Sistem *blower* otomatis ini diharapkan dapat mengoptimalkan proses pembakaran kayu bakar, meningkatkan efisiensi energi, mempercepat proses pemasakan, serta menurunkan biaya operasional produksi gula merah [11],[12],[13]. Penelitian ini berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian sistem *blower* otomatis berbasis sensor suhu, serta membandingkan performanya dengan metode pembakaran manual guna mengetahui peningkatan efisiensi yang dihasilkan. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan teknologi tepat guna untuk industri kecil dan menengah, khususnya pada sektor pengolahan gula merah [5],[14].

II. METODE

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta kausalitas hubungan-hubungannya. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan/atau hipotesis yang berkaitan dengan suatu fenomena.

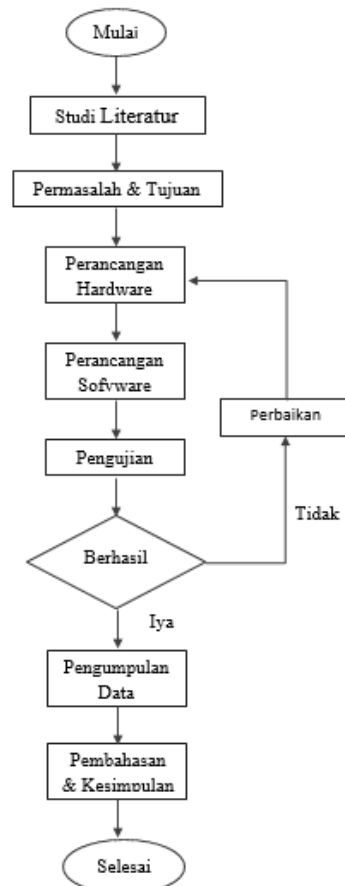
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode uji eksperimental. Metode eksperimental merupakan metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendali. Kondisi dikendalikan agar tidak ada variabel lain yang mempengaruhi variabel dependen. Agar kondisi dapat dikendalikan maka dalam penelitian eksperimen menggunakan kelompok kontrol. Eksperimen dilakukan terhadap sistem kerja dari *blower* otomatis, yang bertujuan untuk mengukur efisiensi *blower* otomatis. Adapun alur dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:

Adapun tahapan Alur penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, adalah sebagai berikut:

- **Mulai**
Peneliti melakukan penggalan informasi pada proses pembakaran kayu bakar dengan tidak menggunakan *blower*
- **Studi Literatur**
Pada tahap studi literatur, peneliti melakukan pengumpulan informasi melalui berbagai sumber bacaan seperti buku-buku, jurnal, diktat, dan sumber literatur lain yang berkaitan dengan perancangan *blower*.
- **Permasalahan dan Tujuan**
Pada tahapan ini, bagian permasalahan dan tujuan merupakan bagian penting untuk menjelaskan arah dan konteks penelitian. Pada bagian ini peneliti menguraikan masalah spesifik yang akan diteliti, memastikan masalah ini jelas dan dapat diukur melalui metode eksperimen.
- **Perancangan hardware *blower* otomatis**
Pada perancangan hardware, agar alat dapat digunakan secara efektif, perencanaan dasar dan

menyeluruh dilakukan pada tahap ini, termasuk menentukan ukuran panjang besi penyalur udara ke tungku dan komponen perangkat keras lainnya.

- **Perancangan Software *Blower* Otomatis**
Pada tahap perancangan software diperlukan perangkat lunak untuk mengembangkan sistem *blower* otomatis.



Gambar 1. Diagram alur rancangan penelitian

- **Pengujian Alat**
Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang digunakan bekerja dengan benar dan menghasilkan data yang valid. seperti mendeskripsikan alat yang digunakan, prosedur pengujian alat, pengujian keakuratan, kendala dan masalah yang dihadapi, kelayakan alat untuk penelitian. Untuk melihat akurasi alat maka jumlah error yang terjadi pada peralatan akan di hitung rata-ratanya seperti pada persamaan 1, berikut:

$$\text{Error Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah keseluruhan error}}{\text{Jumlah pengujian}} \quad (1)$$

- **Pengumpulan Data**
Tujuan pengumpulan data adalah untuk mencari informasi mengenai Data suhu dari sensor DHT11, data hasil perbandingan pembakaran menggunakan *blower* dan tanpa menggunakan *blower*
- **Pembahasan Dan Kesimpulan**
Bagian pembahasan dan kesimpulan bertujuan untuk menganalisis dan menginterpretasikan hasil eksperimen dan rangkuman singkat dari hasil penelitian dan pembahasannya.

B. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data mengacu pada metode atau pendekatan yang dapat digunakan peneliti untuk mengumpulkan data adalah:

- Pengujian Sensor
Pengujian sensor adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan pengamatan secara langsung dan pencatatan informasi tentang objek yang diteliti.
- Dokumentasi
Dokumentasi adalah suatu metode mengakses informasi dalam berbagai bentuk, seperti buku, arsip, tulisan dan gambar, yang terkandung dalam laporan dan catatan pendukung penelitian. Dalam penelitian ini pengumpulan data meliputi pengumpulan bukti-bukti dan catatan penting terkait perancangan ventilator otomatis.

C. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data kuantitatif dengan langkah:

- Data dikumpulkan melalui observasi hasil pengujian sensor DHT11 dan perbandingan pembakaran menggunakan *blower* otomatis dan tanpa *blower*.
- Parameter yang diukur:
 1. Suhu dari sensor DHT11
 2. Suhu dari termometer digital (sebagai acuan)
 3. Jumlah kayu bakar yang digunakan
 4. Waktu pemasakan
- Data dianalisis menggunakan perhitungan rata-rata *error* sensor dengan rumus
- Hasil perhitungan *error* digunakan untuk menentukan akurasi sensor:
- Perbandingan antara dua metode pembakaran dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menghitung persentase penghematan waktu dan penghematan bahan bakar.

D. Rancangan Penelitian

1. Perangkat keras

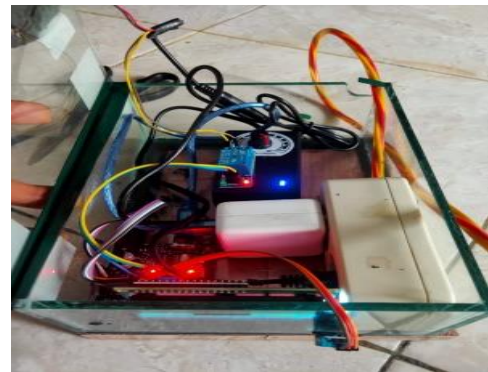
Pada *blower* otomatis terdapat 1 buah mini *blower* 24 volt dengan diameter 11 cm x 7,5 cm sebagai penghembus udara, dan terdapat sensor DHT 11 untuk mengukur suhu pada saat proses pembakaran, juga terdapat LCD yang sudah dilengkapi dengan modul i2c untuk menampilkan suhu yang di terima saat proses pembakaran, dan juga terdapat 1 buah saringan untuk menyaring benda keras agar tidak masuk ke dalam mini *blower*, juga terdapat 1 buah arduino uno r3 dan 1 stop kontak.

Pada rancang bangun *blower* otomatis (Gambar 2) juga terdapat ruang komponen elektronik yang terletak pada bagian bawah, pada ruangan tersebut terdapat 1 buah relay 1 channel yang terhubung ke arduino uno, 1 buah LCD yang sudah dilengkapi dengan modul i2c yang juga terhubung ke arduino uno dan berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan ketahu melalui tampilan layar kristalnya, kemudian juga terdapat adaptor yang terhubung ke kipas dan relay, juga terdapat

wayer 2 kaki sebagai penyuplai arus listrik ke komponen *blower* otomatis. Ada beberapa diagram UML (*Unified Modeling Language*) yang di gunakan dalam rancangan penelitian ini guna menyempurnakan rancangan tersebut.



Gambar 2. Perancangan perangkat keras *blower* otomatis



Gambar 3. Tampak ruang dudukkan komponen *blower* otomatis

2. Perangkat lunak

Alur Program (*Flowchart* *Tekstual*)

- Mulai
- Inisialisasi perangkat
 - 1) Serial monitor
 - 2) Sensor DHT11
 - 3) Relay (OFF pada awalnya)
 - 4) LCD I2C
- *Loop* utama
 - 1) Baca suhu dari sensor DHT11
 - 2) Apakah suhu terbaca valid?
 - Tidak valid → Tampilkan pesan Sensor Error (LCD & Serial), kembali ke awal loop
 - Valid → lanjut
 - 3) Tampilkan nilai suhu di Serial Monitor dan LCD
 - 4) Apakah suhu ≥ 40 °C?
 - Ya → Relay ON → Kipas menyala → LCD tampil "ON"
 - Tidak → Relay OFF → Kipas mati → LCD tampil "OFF"
 - 5) Tunggu 2 detik
- Kembali ke *loop* (monitoring berulang)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keandalan dan akurasi sensor suhu DHT11 dalam mendeteksi perubahan

temperatur lingkungan serta memastikan sistem *blower* otomatis dapat merespons sesuai dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Sensor DHT11 berfungsi sebagai komponen utama dalam mendeteksi suhu udara di sekitar sistem. Data hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan termometer digital sebagai acuan untuk menilai tingkat kesalahan (*error*) pengukuran.

Tabel 1 berikut menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap sensor DHT11 dengan membandingkan pembacaan suhu dari sensor dan termometer.



TABEL 1. HASIL PENGUJIAN SENSOR DHT11

No	Bacaan Sensor (°C)	Termometer (°C)	Error (%)	Kondisi Relay Blower
1	32	31.6	0.12	Of
2	33	32.7	0.91	Of
3	34	33.7	0.89	Of
4	35	34.7	0.86	Of
5	36	35.5	0.14	Of
6	37	36.7	0.81	Of
7	38	37.7	0.79	Of
8	39	38.8	0.51	Of
9	40	39.8	0.50	On

B. Hasil Perbedaan Pembakaran

Pada penelitian ini, dilakukan perbandingan pembakaran kayu bakar dengan menggunakan *blower* dan tanpa menggunakan *blower*, proses dilakukan dengan membakar kayu dengan jumlah dan berat yang sama untuk menghasilkan perbedaan pembakaran yang sesuai. Proses hidup *blower* di sesuaikan dengan suhu saat pembakaran membutuhkan hembusan udara untuk meningkatkan tekanan rendah ke tinggi, maka suhu yang harus di terima sensor DHT11 saat api membutuhkan tekanan adalah 40°C dan di bawah 40°C *blower* akan mati secara otomatis.

TABEL 2. HASIL PEMBAKARAN KAYU BAKAR

Alat Yang Dirancang	Lama Waktu (Menit)	Jumlah Kayu (KG)	Dokumentasi
Dengan Blower	14 : 20 s/d 15 : 00 (40 Menit)	4 kg	
Tanpa Blower	15 : 20 s/d 16 : 10 (50 Menit)	5 kg	

Bedasarkan Tabel 2 dapat dilihat hasil perbedaan pembakaran yang dilakukan selama 1 hari, pembakaran menggunakan *blower* di lakukan pada jam 14:20 s/d 15:00 dan pembakaran dengan tidak menggunakan *blower* di lakukan pada jam 15:20 s/d 16:10. Dapat dilihat perbedaan bahwa pada pembakaran yang menggunakan *blower* kayu bakar yang tersisa lebih banyak dan arang yang di hasilkan lebih sedikit, sedangkan pembakaran dengan tidak menggunakan *blower* menghabiskan lebih banyak kayu bakar namun arang yang dihasilkan lebih banyak. Dan dengan menggunakan *blower* proses pemasakan gula merah

lebih cepat di banding dengan tidak menggunakan *blower*, karena dengan menggunakan *blower* api yang di hasilkan lebih kuat yang di sebabkan oleh hembusan *blower* yang menjadikan udaran dalam tenku meningkat.



Gambar 4. Grafik perbandingan pembakaran kayu bakar

Grafik pada Gambar 4 di atas, adalah grafik perbandingan antara metode pembakaran dan perbandingan waktu dengan dan tanpa *blower* otomatis. Grafik pertama menunjukkan waktu yang dihabiskan (dalam menit), sedangkan grafik kedua menunjukkan jumlah kayu bakar yang digunakan (dalam kilogram). Pembakaran dengan *blower* lebih efisien, menghabiskan waktu lebih singkat (40 menit) dan menggunakan lebih sedikit kayu (kurang dari 4 kg), dibandingkan pembakaran tanpa *blower* yang membutuhkan 50 menit dan lebih banyak kayu. Hasil akhir dari kedua metode pembakaran kayu bakar pada pabrik gula merah yaitu pembakaran kayu bakar yang menggunakan *blower* jauh berbeda dari pembakaran dengan tidak menggunakan *blower*, perbedaannya terletak pada jumlah kayu bakar yang di habiskan lebih sedikit dan pemasakan lebih cepat, berbeda dengan pembakaran tanpa menggunakan *blower* yang menghabiskan banyak kayu bakar dan proses pemasakan sedikit lebih lama. Hal tersebut terjadi karena tidak ada udara yang menekan api untuk lebih tajam.

IV. KESIMPULAN

Dari beberapa percobaan yang dilakukan dan hasil yang didapat, sehingga dapat disimpulkan bahwa sebagai berikut; Hasil perancangan perangkat keras *blower* otomatis mencakup mini *blower* 24 volt berdiameter 11 x 7,5 cm, sensor DHT11 untuk mengukur suhu, dan LCD dengan modul i2c untuk menampilkan suhu. Sistem ini juga memiliki saringan untuk menghalangi benda keras, Arduino Uno R3, serta stop kontak. Komponen elektronik, termasuk relay 1 channel yang terhubung ke Arduino dan adaptor, ditempatkan di bagian bawah. Alat ini diprogram melalui Arduino dan diuji untuk memastikan akurasi sensor DHT11 dengan membandingkan hasil sensor dengan pengukuran manual.

Hasil uji coba menunjukkan bahwa penggunaan *blower* pada pembakaran kayu bakar di pabrik gula merah lebih efisien dibandingkan tanpa *blower*. Pembakaran dengan *blower* membutuhkan lebih sedikit kayu bakar dan mempercepat proses pemasakan, sedangkan tanpa *blower* membutuhkan lebih banyak kayu bakar dan waktu pemasakan lebih lama. Persentase perbandingan dari kedua metode yaitu, dari segi penghematan waktu dengan menggunakan *blower* 20% lebih cepat, dan penghematan kayu bakar dengan menggunakan *blower* 20% lebih sedikit kayu yang digunakan. Ini menunjukkan bahwa metode

dengan *blower* lebih efisien dalam hal waktu dan penggunaan bahan bakar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan dukungan berupa akses ke laboratorium elektro beserta perlengkapannya yang sangat penting bagi kelancaran penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] N. M. Mirda, Analisa Perbandingan Sensor LDR Dengan Sensor Photo Transistor Pada Sun Tracker Tetrahedron, Skripsi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh, 2023.
- [2] F. A. Rachman, dkk., "Analisa Pengaruh Diameter Impeller Pada Unjuk Kerja Blower Sentrifugal," 2012.
- [3] M. R. Fachri and M. Ikhsan, Prototipe sistem keamanan rumah pintar dengan sensor ultrasonik menggunakan kamera smartphone dan Arduino, Jurnal Riset Teknik Fisika, vol. 1, no. 1, pp. 7–15, 2025.
- [4] Ridwan, Statistika Untuk Lembaga dan Instansi Pemerintah/Swasta, Bandung: Alfabeta, 2004.
- [5] Seminar Nasional Inovasi Teknologi, UN PGRI Kediri, Kediri, Indonesia, 24 Juli 2021.
- [6] Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan, Bandung: Alfabeta, 2011.
- [7] R. Indra, Pengertian dan Aplikasi Blower pada Sistem Pembakaran, Skripsi, UNIMAR AMNI Semarang, 2020.
- [8] I. E. A. Pakpahan and U. Hasibuan, "Analisis Kinerja Sensor DHT11 Pada Alat Pendeteksi Suhu Menggunakan Metode Fuzzy Logic", JIKTEKS, vol. 3, no. 01, pp. 35–40, 2024.
- [9] A. W. Tiyas, D. Erwanto, and I. Yanuartanti, "Peningkatan Akurasi Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11 dengan Kalibrasi Suhu Berbasis IoT pada Platform Thingspeak", J. Pendidikan dan Teknologi Indonesia, vol. 5, no. 3, pp. 625–633, 2025.
- [10] D. Yulizar et al., "Performance Analysis Comparison of DHT11, DHT22 and DS18B20 as Temperature Measurement", in Proc. ICSES 2022, pp. 37–45, 2023.
- [11] F. Salam and Onki Alexander, "Perancangan Monitoring Suhu Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 dan Sensor DHT11", J. Ilmiah Informatika, vol. 11, no. 1, 2025, doi: 10.33884/jif.v11i01.6546.
- [12] F. Baskoro et al., "Creative Thinking in the Development of DHT11 Plug-and-Play Temperature Sensor System", INAJEEE, vol. 6, no. 2, pp. 43–48, 2025, doi: 10.26740/inajeee.v6n2.p43-48.
- [13] A. Sudaryanto, Y. A. Wisnu W., and A. Kridoyono, "Accuracy of DHT11 Temperature and Humidity Sensor in Egg Incubator", Infotron, vol. 4, no. 1, 2025, doi: 10.33474/infotron.v4i1.20846.
- [14] M. Irsyad Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, "Konfigurasi Arduino IDE untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11", J. Media Informatika Budidarma, vol. 4, no. 1, 2025, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.