

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merakit seluruh komponen sistem sesuai rancangan pada Bab III. Mikrokontroler ESP8266 NodeMCU digunakan sebagai pusat kendali yang mengatur jalannya sistem pemberian pakan. Perangkat keras yang digunakan meliputi:

1. ESP8266 NodeMCU

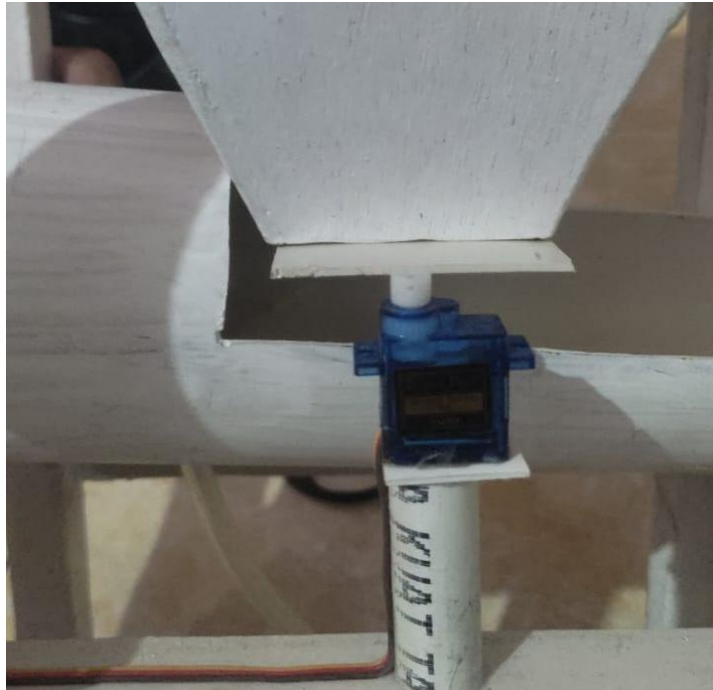
Mikrokontroler ini mengendalikan seluruh sistem, menerima perintah dari website, menjalankan jadwal pakan otomatis, mengatur servo motor, mengaktifkan pompa air melalui relay, dan mengirim log ke ThingSpeak API.



Gambar 4. 1 ESP8266 NodeMCU sebagai pusat kendali sistem.

2. Servo Motor SG90

Berfungsi untuk membuka dan menutup pintu tandon pakan. Pergerakan servo dikontrol oleh sinyal PWM dari ESP8266.



Gambar 4. 2 Servo Motor SG90 untuk membuka/tutup tandon pakan.

3. Modul Relay 1 Channel

Menghubungkan dan memutus arus listrik ke pompa air DC berdasarkan sinyal dari ESP8266.



Gambar 4. 3 Modul Relay 1 channel untuk mengontrol pompa air.

4. Pompa Air DC 12V

Digunakan untuk membasahi dedak sebelum dikonsumsi oleh bebek.



Gambar 4. 4 Pompa Air DC 12V untuk membasahi pakan dedak

5. Power Supply

Memberikan suplai daya 12V untuk semua perangkat dalam sistem pakan otomatis.

6. Tandon Pakan Dedak

Wadah penyimpanan pakan yang dilengkapi pintu kontrol servo untuk membuka-tutup aliran pakan.



Gambar 4. 5 Tandon pakan dedak.

Perakitan dilakukan sesuai diagram wiring final, di mana ESP8266 dihubungkan ke servo motor melalui pin PWM, ke modul relay melalui pin digital. Modul relay dihubungkan ke pompa air DC yang memerlukan suplai 12V.

Gambar 4.6 Rangkaian/wiring final sistem pakan bebek otomatis.
(masukkan foto wiring final di sini)

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem pakan bebek otomatis ini terdiri dari dua bagian utama program pada ESP8266 NodeMCU dan website kontrol.

1. Program ESP8266

Program pada ESP8266 dibuat menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Fungsi utamanya meliputi:

a. Inisialisasi Sistem dan Koneksi Wi-Fi

Menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi yang telah ditentukan serta menyiapkan koneksi ke ThingSpeak API.

```
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("WiFi Terhubung!");
```

Gambar 4. 6 Sketch a Inisialisasi Sistem dan Koneksi Wi-Fi

b. Sinkronisasi Waktu

Menggunakan NTPClient untuk mendapatkan waktu real-time sebagai acuan eksekusi jadwal otomatis.

```
NTPClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org", 7 * 3600); // GMT+7 WIB
timeClient.begin();
```

Gambar 4. 7 Sketch Sinkronasi Waktu

c. Penerimaan Perintah Manual

Mengecek status *field* di ThingSpeak API. Jika bernilai "1", sistem mengeksekusi pemberian pakan secara manual.

```
if (payload == "1" && lastPayload != "1") {
  jalankanServoRelay();
  resetThingSpeakField();
}
```

Gambar 4. 8 Sketch Penerimaan Perintah Manual

d. Eksekusi Jadwal Otomatis

Membandingkan waktu saat ini dengan daftar jadwal yang disimpan, lalu mengeksekusi pemberian pakan jika waktunya sesuai.

e. Fungsi Eksekusi Servo dan Relay

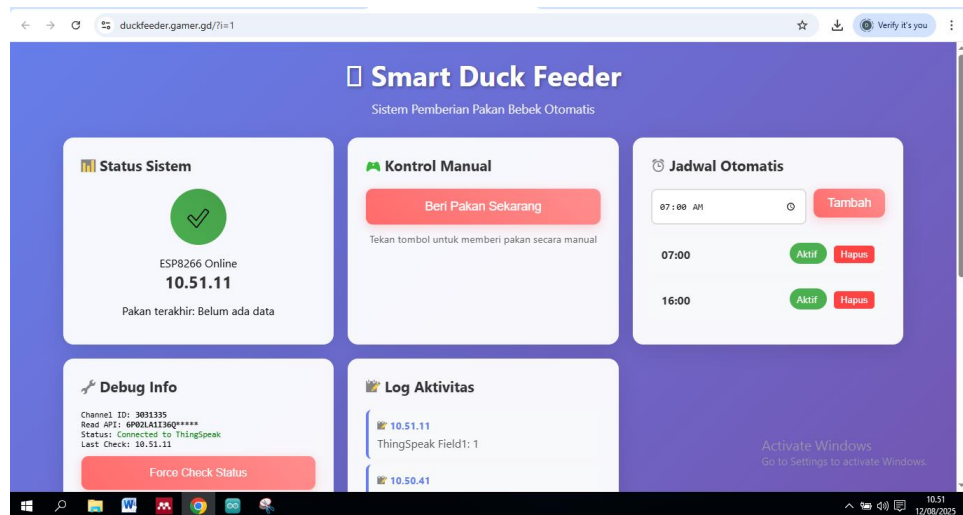
Menggerakkan servo motor ke posisi buka, menyalakan pompa air melalui relay, lalu mengembalikan servo ke posisi semula dan mem

```
void jalankanServoRelay() {
  digitalWrite(relayPin, LOW); // Relay ON
  myservo.write(180); // Buka pintu tandon
  delay(5000);
  myservo.write(0); // Tutup pintu tandon
  digitalWrite(relayPin, HIGH); // Relay OFF
}
```

Gambar 4. 9 Sketch Eksekusi Servo Dan Relay

2. Website Kontrol

Website kontrol dirancang agar pengguna dapat memantau status sistem, memberikan pakan secara manual, serta mengatur jadwal pemberian pakan otomatis. Tampilan halaman utama website ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Tampilan halaman utama website kontrol sistem pakan bebek otomatis

Website ini terdiri dari beberapa komponen utama:

1. Status Sistem

Menampilkan status koneksi ESP8266, waktu terakhir online, dan informasi pakan terakhir.

2. Kontrol Manual

Tombol "Beri Pakan Sekarang" untuk mengirim perintah langsung ke ESP8266.

3. Jadwal Otomatis

Form pengaturan jadwal pakan otomatis dengan opsi menambah dan menghapus jadwal.

4. Debug Info

Menampilkan informasi teknis seperti Channel ID dan status koneksi ThingSpeak.

5. Log Aktivitas

Menampilkan catatan waktu dan status eksekusi pakan.

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pakan bebek otomatis dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dalam dua mode utama yaitu mode otomatis dan mode manual, dengan memanfaatkan website kontrol sebagai media input perintah.

4.2.1 Pengujian Mode Otomatis

Pengujian mode otomatis bertujuan untuk memastikan sistem dapat mengeksekusi pemberian pakan pada waktu yang telah dijadwalkan secara tepat. Jadwal pengujian disesuaikan dengan dua waktu pakan yang telah ditentukan pada sistem, yaitu pukul 07:00 dan 16:00 WIB.

Langkah Pengujian:

1. Mengatur jadwal pakan otomatis pada website kontrol.
2. Memastikan waktu pada ESP8266 telah sinkron dengan waktu lokal (WIB) melalui NTPClient.
3. Menunggu hingga waktu eksekusi sesuai jadwal.
4. Mengamati proses pergerakan servo dan pompa air saat waktu pakan tiba.
5. Mencatat hasil eksekusi serta memeriksa log pada website.

Kriteria Keberhasilan:

1. Servo membuka pintu tandon pada waktu yang tepat.
2. Pompa air aktif selama durasi yang telah ditentukan.
3. Data eksekusi terekam di log aktivitas pada website.

Hasil Pengujian Mode Otomatis

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Mode Otomatis:

No	Jadwal Pakan (WIB)	Waktu Eksekusi Aktual (WIB)	Selisih (detik)	Status Servo	Status Pompa	Status Log Website
1	07:00	07:00:02	1 detik	Berhasil	Berhasil	Terekam
2	16:00	16:00:01	1 detik	Berhasil	Berhasil	Terekam
3	07:00	07:00:04	2 detik	Berhasil	Berhasil	Terekam
4	16:00	16:00:03	1 detik	Berhasil	Berhasil	Terekam

Berdasarkan Tabel 4.1, sistem pemberian pakan bebek otomatis mampu menjalankan perintah sesuai jadwal yang telah ditentukan, yaitu pada pukul 07:00 WIB dan 16:00 WIB. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu eksekusi aktual hanya memiliki selisih 1 sampai 2 detik dari waktu yang dijadwalkan. Selisih ini termasuk sangat kecil dan dapat diterima, mengingat adanya proses sinkronisasi waktu menggunakan NTP (Network Time Protocol) dan pemrosesan perintah di mikrokontroler.

Pada seluruh percobaan, servo berfungsi dengan baik dalam membuka pintu tandon pakan, sementara pompa air juga beroperasi normal selama durasi yang telah diprogram. Semua aktivitas eksekusi tercatat pada log website, sehingga pengguna dapat memantau riwayat pemberian pakan secara real-time.

Konsistensi hasil ini menunjukkan bahwa sistem stabil, akurat, dan dapat diandalkan dalam memberikan pakan otomatis sesuai jadwal, tanpa adanya keterlambatan signifikan atau kegagalan eksekusi.



Gambar 4. 11 Servo Bergerak Membuka Tandon Pakan.



Gambar 4. 12 Foto Pompa Air Sedang Aktif Membasahi Dedak

4.2.2 Pengujian Mode Manual

Pengujian mode manual bertujuan untuk memastikan bahwa pengguna dapat memberikan pakan bebek secara langsung melalui website kontrol dengan menekan tombol “Berikan Pakan Sekarang” tanpa menunggu jadwal otomatis. Sistem ini dilengkapi fitur *cooldown* selama ± 1 menit untuk menghindari pemberian pakan berulang secara berdekatan.

Langkah Pengujian:

1. Mengakses halaman utama website kontrol.
2. Menekan tombol Beri Pakan Sekarang pada bagian *Kontrol Manual*.
3. Memantau respon sistem melalui perangkat keras (servo dan pompa air) serta log pada website.
4. Mencatat waktu eksekusi dan hasil yang terjadi.
5. Mencoba menekan kembali tombol sebelum 1 menit untuk memastikan perintah ditolak (tidak ada respon).
6. Menunggu 1 menit, lalu menekan tombol kembali untuk memastikan perintah dapat dieksekusi ulang.

Kriteria Keberhasilan:

- 1 Servo motor bergerak membuka pintu tandon sesaat setelah perintah manual dikirim.
- 2 Pompa air aktif selama durasi yang ditentukan.
- 3 Data eksekusi pakan manual terekam pada log aktivitas di website.
- 4 Perintah kedua sebelum 1 menit tidak dieksekusi.
- 5 Perintah baru dapat dieksekusi kembali setelah cooldown 1 menit.

Hasil Pengujian Mode Manual

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Mode Manual:

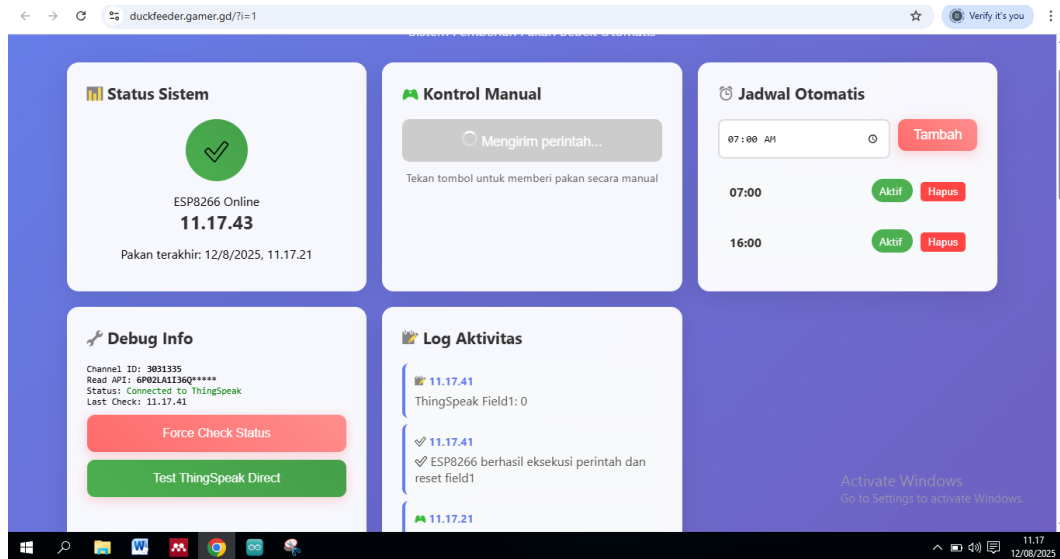
No	Waktu Perintah Manual (WIB)	Waktu Eksekusi Aktual (WIB)	Selisih (detik)	Status Servo	Status Pompa	Status Log Website	Cooldown 1 Menit
1	10:30:00	10:30:02	+2	Berhasil	Berhasil	Terekam	Berfungsi
2	14:15:10	14:15:12	+2	Berhasil	Berhasil	Terekam	Berfungsi
3	09:05:05	09:05:06	+1	Berhasil	Berhasil	Terekam	Berfungsi
4	15:45:50	15:45:53	+3	Berhasil	Berhasil	Terekam	Berfungsi

Berdasarkan data pada Ta bel diatas, dapat dilihat bahwa setiap perintah manual yang dikirim melalui website dapat dieksekusi dengan baik oleh sistem. Seluruh pengujian menunjukkan status servo dan pompa berfungsi normal, di mana servo berhasil membuka pintu tandon pakan dan pompa air aktif selama durasi yang telah diprogram.

Selisih waktu antara perintah manual dengan eksekusi aktual berkisar antara 1 Sampai 3 detik, yang masih tergolong sangat cepat dan menunjukkan respons sistem yang baik. Selisih ini disebabkan oleh waktu propagasi data melalui jaringan Wi-Fi dan proses pembacaan perintah oleh mikrokontroler ESP8266.

Status log pada website selalu menampilkan catatan eksekusi perintah manual, sehingga memudahkan pengguna untuk memantau aktivitas yang telah dilakukan. Selain itu, fitur cooldown 1 menit juga berfungsi sebagaimana mestinya pada seluruh percobaan. Hal ini dibuktikan dengan tidak adanya eksekusi ganda saat tombol ditekan kembali sebelum jeda 1 menit berakhir, sehingga mencegah pemberian pakan secara berlebihan.

Hasil pengujian ini membuktikan bahwa mode manual sistem pakan bebek otomatis dapat bekerja dengan respon cepat, akurat, dan aman.



Gambar 4. 13 Halaman Website Saat Tombol “Beri Pakan Sekarang” Ditekan.

4.3 Analisis Pengujian Sistem

Berdasarkan hasil pengujian pada mode otomatis dan manual, dapat disimpulkan bahwa sistem pemberian pakan bebek berbasis ESP8266 dengan kontrol web berjalan dengan respon cepat, akurat, dan stabil.

Pada mode otomatis, sistem mampu mengeksekusi perintah pemberian pakan sesuai jadwal dengan selisih waktu hanya 1–2 detik dari jadwal yang ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa proses sinkronisasi waktu dengan NTP berjalan optimal, dan mikrokontroler dapat merespon perintah tanpa keterlambatan signifikan. Seluruh komponen perangkat keras seperti servo dan pompa air berfungsi dengan baik, dan setiap eksekusi tercatat pada log website.

Pada mode manual, sistem juga mampu merespon perintah dari pengguna dengan cepat, dengan selisih waktu eksekusi 1–3 detik setelah tombol ditekan. Seluruh perintah manual terekam pada log website, dan komponen perangkat keras bekerja sesuai harapan. Keberadaan fitur *cooldown* 1 menit pada mode

manual terbukti efektif mencegah pemberian pakan berulang dalam waktu singkat, sehingga menghindari risiko pemberian pakan berlebihan.

Perbandingan kedua mode menunjukkan bahwa:

1. Kecepatan respon pada mode otomatis sedikit lebih stabil dibandingkan mode manual, karena perintah dijalankan langsung berdasarkan jadwal internal tanpa menunggu input pengguna.
2. Akurasi eksekusi pada kedua mode sama-sama baik, dengan selisih waktu yang sangat kecil.
3. Keamanan operasional lebih terjaga pada mode manual berkat adanya mekanisme cooldown.
4. Konsistensi pencatatan aktivitas terjaga pada kedua mode melalui log website, memudahkan pemantauan oleh pengguna.

Dengan hasil ini, sistem dapat dinyatakan layak digunakan untuk membantu peternak dalam mengelola pemberian pakan bebek secara otomatis maupun manual, dengan tingkat keandalan tinggi dan fitur keamanan yang memadai.

4.4 Pembahasan

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada mode otomatis dan manual menunjukkan bahwa sistem pemberian pakan bebek berbasis ESP8266 dengan integrasi web kontrol mampu bekerja dengan efektif dan efisien. Sistem ini menggabungkan keunggulan otomatisasi berbasis jadwal dan kontrol manual jarak jauh melalui website, sehingga memberikan fleksibilitas penuh bagi pengguna.

Pada mode otomatis, sistem menjalankan perintah pemberian pakan sesuai jadwal yang telah ditentukan dengan ketepatan waktu yang tinggi. Selisih

eksekusi sebesar 1–2 detik dapat dianggap sangat kecil dan wajar, mengingat proses sinkronisasi waktu menggunakan NTP serta faktor komunikasi data di jaringan Wi-Fi. Keberhasilan seluruh eksekusi otomatis membuktikan bahwa algoritma pengendalian berbasis waktu berjalan stabil.

Sementara itu, mode manual memberikan kendali langsung kepada pengguna melalui tombol “Beri Pakan Sekarang” pada website. Dengan waktu respon 1–3 detik, sistem dapat dikatakan cukup responsif untuk penggunaan real-time. Keberadaan fitur cooldown 1 menit pada mode manual memberikan perlindungan tambahan terhadap risiko overfeeding, yang dapat berdampak pada kesehatan bebek dan pemborosan pakan.

Integrasi website kontrol yang menampilkan status perangkat, jadwal pakan, kontrol manual, log aktivitas, serta informasi debug memberikan transparansi penuh kepada pengguna. Fitur log aktivitas menjadi nilai tambah yang signifikan karena memudahkan pemantauan riwayat pemberian pakan, baik otomatis maupun manual.

Jika dibandingkan dengan sistem pemberian pakan konvensional, rancangan ini memiliki beberapa keunggulan utama:

1. Efisiensi waktu

Peternak tidak perlu hadir langsung untuk memberikan pakan.

2. Konsistensi jadwal pakan diberikan tepat waktu setiap hari.

3. Kontrol fleksibel

Pengguna dapat mengatur jadwal atau memberi pakan secara manual dari jarak jauh.

4. Keamanan pemberian pakan

Mekanisme cooldown mencegah pemberian pakan berlebihan.

Secara keseluruhan, sistem ini dapat membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi pengelolaan peternakan bebek, sekaligus mengurangi beban kerja manual bagi peternak.