

IMPLEMENTASI KAMERA ESP32-CAM UNTUK MONITORING HAMA BURUNG PADA TANAMAN PADI

Rita Erma Pujianti¹, Primaadi Airlangga²

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

E-mail: ritaerma78@gmail.com¹, primaadiairlangga@unwaha.ac.id²

Abstrak

Hama burung pipit merupakan salah satu masalah utama yang mempengaruhi produktivitas tanaman padi. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan sistem monitoring yang efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan kamera ESP32-CAM dalam mendeteksi dan memonitoring hama burung pipit pada tanaman padi, serta memberikan notifikasi secara real-time melalui bot Telegram kepada petani. Rumusan masalah yang diangkat meliputi efektivitas penggunaan ESP32-CAM dalam mendeteksi hama, bagaimana implementasi sistem pemantauan ini, serta dampak penggunaan teknologi ini terhadap proses monitoring hama secara keseluruhan. Sistem ini menggunakan ESP32-CAM sebagai perangkat utama untuk menangkap gambar dan video dari area persawahan dan setiap deteksi dikirimkan secara langsung ke bot Telegram sebagai notifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ESP32-CAM mampu mendeteksi dan mengidentifikasi kehadiran hama secara efektif, serta memberikan informasi secara real-time kepada petani, memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan cepat. Selain itu, implementasi sistem ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam memantau hama secara berkelanjutan dengan biaya yang relatif terjangkau. Kesimpulannya, penggunaan kamera ESP32-CAM yang terintegrasi dengan bot Telegram merupakan solusi yang praktis dan efisien untuk monitoring hama burung pipit pada tanaman padi. Teknologi ini memberikan kontribusi positif dalam upaya peningkatan hasil pertanian melalui pemantauan hama yang lebih cerdas dan responsif.

Kata Kunci — Hama Burung Pipit, ESP32-CAM, Notifikasi Real-Time.

Abstract

Sparrow pests are one of the main problems affecting rice crop productivity. To overcome this, an effective and efficient monitoring system is needed. This research aims to implement the ESP32-CAM camera in detecting and monitoring sparrow pests on rice plants, as well as providing real-time notifications via Telegram bot to farmers. The formulation of the problem raised includes the effectiveness of using ESP32-CAM in detecting pests, how to implement this monitoring system, as well as the impact of using this technology on the overall pest monitoring process. This system uses ESP32-CAM as the main device for capturing images and videos from rice fields and each detection is sent directly to the Telegram bot as a notification. The research results show that the ESP32-CAM is able to detect and identify the presence of pests effectively, as well as provide real-time information to farmers, enabling them to take quick action. Apart from that, the implementation of this system has been proven to increase efficiency and accuracy in monitoring pests on an ongoing basis at a relatively affordable cost. In conclusion, the use of the ESP32-CAM camera integrated with the Telegram bot is a practical and efficient solution for monitoring sparrow pests on rice plants. This technology makes a positive contribution to efforts to increase agricultural yields through smarter and more responsive pest monitoring.

Keywords — Sparrow Pest, ESP32-CAM, Real-time Notification.

1. PENDAHULUAN

Belakangan ini banyak permasalahan yang dihadapi oleh produksi padi di Indonesia. Berdasarkan data yang didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) di Indonesia, produksi padi mengalami penurunan sebesar 0,23% mulai Januari hingga September 2023 dibandingkan dengan periode pada tahun 2022. Jika produksi padi dikonversikan menjadi beras, maka terjadi penurunan sebesar 0,22% pada periode yang sama. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian bagi para petani padi. Salah satu faktor yang mengurangi jumlah padi yang dipanen oleh petani ialah hama burung. Bulir padi yang telah menguning selama masa tanam 70 hari sangat disukai oleh burung sehingga membuat para petani padi kewalahan dikarenakan serangannya dapat menyebabkan kerusakan pertanian yang signifikan, yang dapat menurunkan produksi padi hingga 30% hingga 50%. Jenis burung ini termasuk burung manyar, bondol, dan pipit. Untuk mengatasi permasalahan ini biasa para petani menggunakan cara manual seperti menggunakan kaleng, orang-orangan sawah bahkan senapan angin untuk mengusir hama burung tersebut. Mereka harus bertahan dari pagi hingga sore hari untuk menjaga sawah dari serangan hama burung agar dapat panen maksimal. Tetapi jika burung-burung tersebut dibasmi akan terjadi ketidak seimbangan ekosistem yang dapat meningkatkan hama belalang dan ulat. Padahal banyak teknologi baru, khususnya dalam bidang sensor, muncul sebagai akibat dari pesatnya kemajuan teknologi saat ini. Bahkan sektor 2 pertanian perlu sebuah alat inovasi yang dapat mendeteksi hama dilahan persawahan, yang biasanya dilakukan secara manual oleh petani. Dengan adanya pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT), semua pekerjaan bisa dilakukan dengan mudah serta lebih efisien dan efektif. Petani tidak perlu lagi bersusah payah panas-panasan berada di area persawahan, mereka hanya perlu memonitor area persawahan melalui aplikasi telegram dari jarak jauh saja.

Padi merupakan tanaman pangan terpenting karena tergolong sebagai salah satu kebutuhan pangan dunia khususnya bagi masyarakat Indonesia. Semakin meningkatnya kebutuhan beras, peran budidaya padi sangat penting. Kurangnya luas lahan dan lahan yang kurang memadai di perkotaan Indonesia menjadi masalah utama untuk memulai budidaya padi, karena tingginya tingkat pertumbuhan penduduk akan kebutuhan lahan untuk keperluan non pertanian seperti perumahan, pusat perbelanjaan, dll. Terlebih dari permasalahan yang ada di wilayah Kalimantan khususnya Kota Tarakan, karena belum adanya sawah untuk menghasilkan kebutuhan pangan seperti beras. Dan Pertanian merupakan salah satu sektor penting dalam perekonomian banyak negara, termasuk Indonesia. Pertanian menyediakan bahan pangan yang dibutuhkan oleh masyarakat serta memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan dan ketahanan pangan suatu negara. Beberapa wilayah di Indonesia seperti Kabupaten Jember yang merupakan kabupaten di Jawa Timur dengan potensi lahan pertanian padi yang tinggi dengan luasan lahan 2.743 ha dapat menghasilkan padi hingga 16.620 ton dengan 60,60 kw/ha pada tahun 2022 (BPS Kabupaten Jember, 2022). Budidaya tanaman padi saat ini memang selalu ditingkatkan dengan pertimbangan kebutuhan pangan meningkat seiring bertambahnya populasi penduduk (Hilalullailiy et al., 2021). Namun, sektor ini menghadapi berbagai tantangan, yang salah satunya adalah serangan hama pada tanaman.

Hama merupakan sebagian masalah yang dihadapi oleh petani. Serangan hama pada tanaman budidaya menyebabkan petani mengalami kerugian terutama secara materi. Salah satu hama yang merugikan adalah hama burung yang memakan biji-bijian terutama biji tanaman padi. Burung hama dapat mengganggu karena memakan biji padi dan mengambil sebagian malai tanaman untuk membuat sarang (Hollaus et al, 2022). Padi yang habitatnya di sawah, dimana sawah menjadi lahan pertanian utama, sering menjadi target empuk bagi ribuan burung yang mencari makanan diantara tanaman yang berbuah dan mendekati masa panen. Serangan ini dapat mengakibatkan kerugian besar bagi para petani, menyebabkan penurunan hasil panen dan dampak ekonomi yang menyengsarakan Masyarakat khususnya petani. Laporan kegagalan panen di Mojokerto tahun 2019 hampir mencapai ratusan kilogram (Surya Co.id, 2019) Di kota Banjar, puluhan hektar padi gagal panen akibat serangan burung pipit (Supendi, 2019). Puluhan hektare tanaman padi di kawasan tersebut

rusak akibat serangan hama burung pipit, bahkan ada yang sampai gagal panen dan harus diganti dengan tanaman lain (Siswawidodo, 2022).

Kawanan burung pipit menyerang tanaman padi milik para petani di wilayah Ngemplak, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Bahkan, para petani di wilayah tersebut sampai memasang jaring untuk mencegah tanaman padinya tidak dihindangi burung pipit yang datang bermigrasi dan hinggap tanaman padi yang telah menguning dan memasuki masa panen di wilayah Ngemplak dan Banyudono (zamani, 2022). Kasus serupa terjadi di Jombang, sejumlah petani di Desa Turipinggir, Kecamatan Megaluh, Kabupaten Jombang, Jawa Timur mengantisipasi serangan hama burung pipit dengan memasang jaring atau perangkap burung di sawah dengan luas sekitar 5 hektare tanaman padi yang menjadi incaran hama burung pipit. Serangan hama burung pipit ini sudah menyerang tanaman padi yang berumur 70 hari (Rahmat, 2023).



gambar 1. Serangan hama burung pipit pada tanaman padi
(sumber:sihombing,2023)

Oleh sebab itu deteksi dini hama burung pipit menjadi penelitian yang perlu dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi. Penggunaan teknologi dalam pertanian, atau yang dikenal dengan istilah “pertanian cerdas” (smart farming), telah menjadi salah satu Solusi untuk mengatasi berbagai tantangan dalam sektor pertanian. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk deteksi dini hama pertanian adalah dengan memonitoring hama menggunakan kamera. Kamera yang sering digunakan karena efisiensi dan efektifitasnya adalah kamera Esp32-Cam, dimana modul kamera yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 ini menawarkan Solusi yang ekonomis dan efektif untuk berbagai aplikasi IoT (Internet of Things). Implementasi Esp32-Cam untuk monitoring hama pada tanaman pertanian memiliki beberapa keunggulan. Pertama, modul ini memiliki kemampuan untuk menangkap gambar dengan resolusi tinggi, sehingga detail dari objek yang tertangkap dapat dianalisis dengan baik. kedua, Esp32-Cam dilengkapi dengan fitur konektivitas Wi-Fi yang memungkinkan pengiriman data secara real-time ke server atau cloud untuk analisis lebih lanjut, ketiga, biaya implementasi dan operasional dari Esp32-Cam relatif rendah dibandingkan dengan sistem monitoring lainnya, membuatnya lebih terjangkau bagi petani.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring hama burung pipit pada tanaman padi menggunakan kamera ESP32-CAM. Sistem ini diharapkan dapat mendeteksi adanya hama burung pipit secara cermat dan mengirimkan notifikasi kepada petani melalui aplikasi mobile. Selain itu, sistem ini juga dapat mengaktifkan alat pengusir hama secara otomatis untuk mengurangi kerusakan pada tanaman padi. Dengan implementasi kamera ESP32-CAM, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian, serta mengurangi kerugian ekonomis akibat serangan hama burung pipit.

Berdasarkan uraian masalah di atas mengenai hama burung pipit masih terdapat

tidak konsisten dari hasil-hasil penelitian sebelumnya. Hal ini mendorong penulis mengambil judul “Implementasi Kamera ESP32-Cam untuk Monitoring Hama Burung Pada Tanaman Padi”.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D). Menurut Sugiyono (2012) penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Nana Syaodih Sukmadinata (2006 dalam Okpatrioka 2023) mendefinisikan penelitian dan pengembangan merupakan pendekatan penelitian untuk menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Jadi penelitian pengembangan merupakan metode untuk menghasilkan produk tertentu atau menyempurnakan produk yang telah ada serta menguji keefektifan produk tersebut. (Isnaini, 2014).

Menurut Sugiyono, metode R&D merupakan aktivitas penelitian dasar untuk mendapatkan informasi kebutuhan penggunaan. Setelah mendapatkan informasi, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan pengembangan untuk menghasilkan produk dan mengkaji keefektifan produk tersebut. Adapun penelitian dan pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk baru melalui proses pengembangan. metode R&D sebagai metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifannya. Sebagai sebuah metode penelitian. R&D dipergunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk yang digunakan dalam proses pembelajaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Tampilan dari ESP32-CAM dan kabel USB (dokumentasi pribadi)



Gambar 3. Tampilan alat monitoring hama

Camera ESP32-CAM (Gambar 1. dan gambar 2.) merupakan modul kamera terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 yang berbasis WI-FI dan Bluetooth. Kamera ini dirancang oleh Espressif Systems, dan modul ESP32-CAM menambahkan kemampuan kamera untuk menangkap gambar dan video. (ESP32-CAM Datasheet).



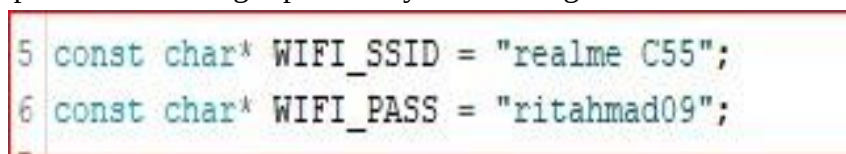
gambar 4.

gambar 4.

#include <WebServer.h>: Mengimpor library untuk membuat server web pada ESP32.

#include <WiFi.h>: Mengimpor library untuk menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi.

#include <esp32cam.h>: Mengimpor library untuk mengontrol kamera ESP32-CAM.



Gambar 5. wifi dan password (dokumen asli)

Gambar 5. wifi dan password, Pada halaman coding ini, pengguna dapat menginput dan mengganti username serta password Wi-Fi yang digunakan. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan pengaturan Wi-Fi sesuai dengan sambungan yang tersedia. Dengan demikian, perangkat dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi yang diinginkan dengan mudah, sehingga mendukung kinerja optimal perangkat jaringan.

```

WebServer server(80);

static auto loRes = esp32cam::Resolution::find(320, 240);
static auto midRes = esp32cam::Resolution::find(350, 530);
static auto hiRes = esp32cam::Resolution::find(800, 600);

```

Gambar 6.

Gambar 6. resolusi kamera

WebServer server(80): Membuat instance server web pada port 80.

loRes, midRes, hiRes: Mendefinisikan resolusi gambar yang akan digunakan oleh kamera.

Tiga pilihan resolusi yang tersedia adalah rendah, sedang, dan tinggi.

```

void serveJpg()
{
    auto frame = esp32cam::capture();
    if (frame == nullptr) {
        Serial.println("CAPTURE FAIL");
        server.send(503, "", "");
        return;
    }
    Serial.printf("CAPTURE OK %dx%d %db\n", frame->getWidth(), frame->getHeight(),
        static_cast<int>(frame->size()));

    server.setContentLength(frame->size());
    server.send(200, "image/jpeg");
    WiFiClient client = server.client();
    frame->writeTo(client);
}

```

Gambar 7.

Gambar 7. mengambil dan mengirim gambar

serveJpg(): Fungsi ini menangkap gambar dari kamera dan mengirimnya ke klien melalui HTTP. Jika pengambilan gambar gagal, server mengirimkan status 503.

```
void handleJpgLo()
{
    if (!esp32cam::Camera.changeResolution(loRes)) {
        Serial.println("SET-LO-RES FAIL");
    }
    serveJpg();
}

void handleJpgHi()
{
    if (!esp32cam::Camera.changeResolution(hiRes)) {
        Serial.println("SET-HI-RES FAIL");
    }
    serveJpg();
}

void handleJpgMid()
{
    if (!esp32cam::Camera.changeResolution(midRes)) {
        Serial.println("SET-MID-RES FAIL");
    }
    serveJpg();
}
```

Gambar 8.

Gambar 8. Handler untuk Resolusi Rendah, Sedang, dan Tinggi

handleJpgLo(), handleJpgMid(), handleJpgHi(): Ketiga fungsi ini mengubah resolusi kamera sesuai dengan yang diinginkan (rendah, sedang, atau tinggi) sebelum mengambil gambar.

```
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Serial.println();

    // Configure camera
    using namespace esp32cam;
    Config cfg;
    cfg.setPins(pins::AiThinker);
    cfg.setResolution(hiRes);
    cfg.setBufferCount(2);
    cfg.setJpeg(80);

    bool ok = Camera.begin(cfg);
    Serial.println(ok ? "CAMERA OK" : "CAMERA FAIL");

    // Connect to WiFi
    WiFi.persistent(false);
    WiFi.mode(WIFI_STA);
    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
    Serial.print("Connecting to WiFi ");
    Serial.print(WIFI_SSID);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        Serial.print(".");
        delay(500);
    }
    Serial.println();
    Serial.println("WiFi connected");
    Serial.print("Camera IP address: http://");
    Serial.println(WiFi.localIP());
}
```

Gambar 9.

```

// Print available routes
Serial.println(" /cam-lo.jpg");
Serial.println(" /cam-hi.jpg");
Serial.println(" /cam-mid.jpg");

// Setup routes
server.on("/cam-lo.jpg", handleJpgLo);
server.on("/cam-hi.jpg", handleJpgHi);
server.on("/cam-mid.jpg", handleJpgMid);

server.begin();
}

```

Gambar 10.

Gambar 9. gambar 10. inisialisasi dan setup

Serial.begin(115200): Memulai komunikasi serial pada kecepatan 115200 bps.

Config cfg: Mengkonfigurasi kamera dengan pin default untuk modul AiThinker, resolusi tinggi, buffer dua gambar, dan kompresi JPEG 80%.

WiFi.persistent(false): Menonaktifkan penyimpanan WiFi di NVS.

WiFi.mode(WIFI_STA): Mengatur mode WiFi sebagai station (bukan access point).

WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS): Memulai koneksi ke jaringan WiFi yang ditentukan.

Server.on(...): Mendaftarkan rute HTTP yang menghubungkan path URL dengan handler yang sesuai.

```

}

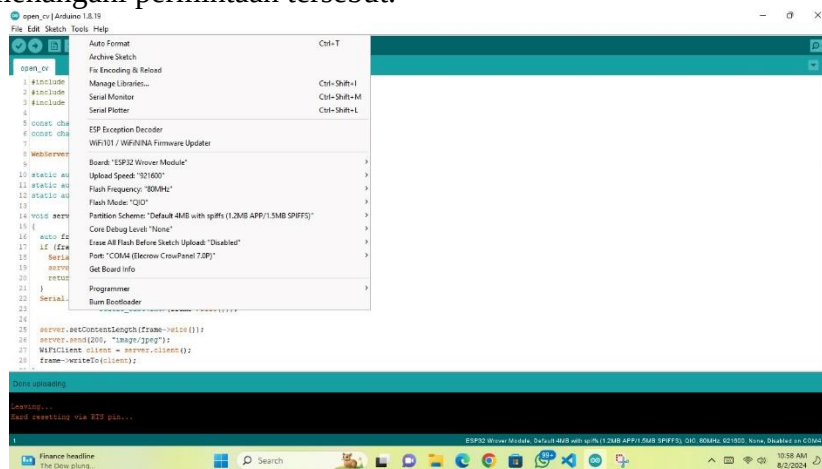
SERIAL_PRINT_LOOP() {
  loop();
}

```

Gambar 11.

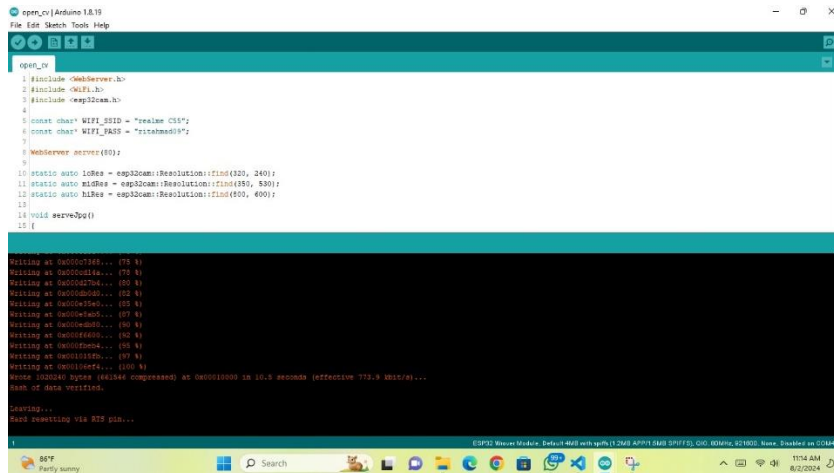
Gambar 11. looping utama

loop(): Fungsi ini terus-menerus memeriksa jika ada klien yang meminta layanan dari server, dan menangani permintaan tersebut.



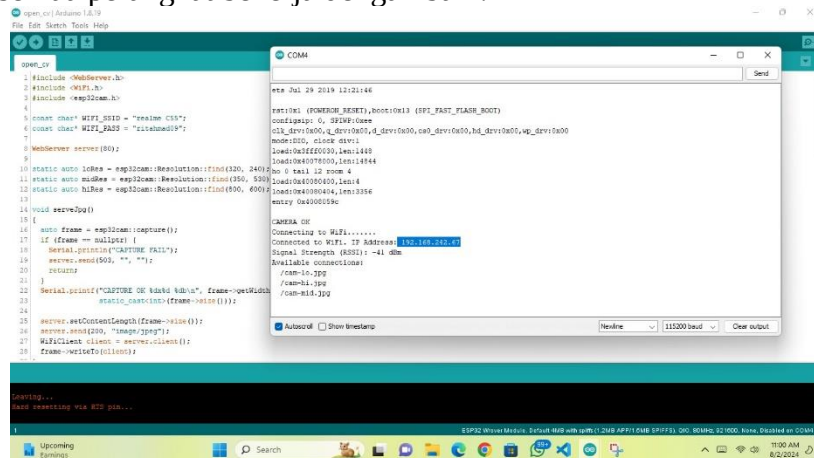
Gambar 12

Tampilan dari Gambar 12 Arduino IDE. board yang digunakan adalah “ESP32 Wrover Module”. Untuk port-nya, bila kabel USB dan ESP32-CAM sudah terhubung, port akan otomatis menjadi COM4. Pada perangkat Elecrow CrowPanel7.0P, konfigurasi ini memastikan konektivitas sensor ESP32-CAM pada arduino ide.



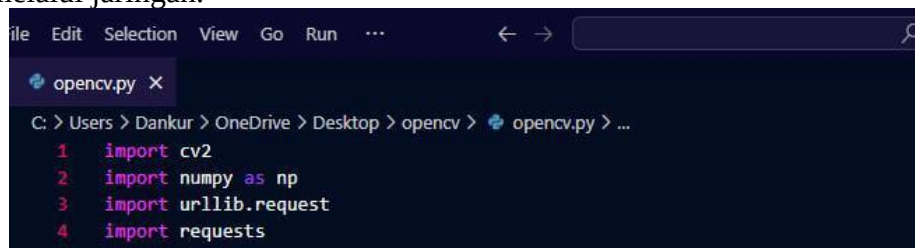
Gambar 13. (dokumen asli)

Gambar 13. menunjukkan bahwa setelah semua komponen berhasil dihubungkan, seperti ESP32-CAM, board, dan port, serta setelah proses upload selesai, maka tampilan yang dihasilkan akan terlihat seperti pada gambar di atas. Langkah-langkah ini memastikan semua perangkat bekerja dengan baik.



Gambar 14. serial monitor (dokumen asli)

Gambar di atas (Gambar 14) menunjukkan hasil pada serial monitor yang berhasil terhubung ke Wi-Fi dengan baud rate 115200. Jika sudah muncul alamat IP, salin alamat tersebut dan pindahkan ke baris 20 di Visual Studio Code pada URL yang sesuai. Langkah-langkah ini memastikan bahwa perangkat terhubung dengan benar dan dapat diakses melalui jaringan.



Gambar 15. (dokumen asli)

Gambar 15. library

cv2: OpenCV, digunakan untuk manipulasi gambar dan video.

numpy: Digunakan untuk operasi array, termasuk konversi gambar.

urllib.request: Untuk mengambil gambar dari URL.

requests: Untuk mengirim permintaan HTTP, dalam hal ini, untuk mengirim pesan ke Telegram.

```
6 # Konfigurasi Telegram
7 TELEGRAM_BOT_TOKEN = '7127205726:AAEspHeb4P__J3faPzxvsE18hQp5T1CaqVQ'
8 TELEGRAM_CHAT_ID = '6163790279' # Ganti dengan ID chat Anda yang benar
9
```

Gambar 16. (dokumen asli)

Gambar 16 konfigurasi telegram

TELEGRAM_BOT_TOKEN: Token yang didapat dari Bot API Telegram untuk autentikasi.

TELEGRAM_CHAT_ID: ID chat Telegram tempat pesan akan dikirim. Harus disesuaikan dengan ID chat yang benar.

```
10 def send_telegram_message(message):
11     url = f'https://api.telegram.org/bot{TELEGRAM_BOT_TOKEN}/sendMessage'
12     payload = {
13         'chat_id': TELEGRAM_CHAT_ID,
14         'text': message
15     }
16     response = requests.post(url, data=payload)
17     print('Telegram response:', response.text) # Print response for debugging
18     return response
```

Gambar 17 (dokumen asli)

Gambar 17 fungsi mengirim pesan ke telegram

send_telegram_message(message): Mengirim pesan teks ke chat Telegram menggunakan bot.

```
20 url = 'http://192.168.108.235/cam-hi.jpg' # Pastikan URL benar
21
22 whT = 320
23 confThreshold = 0.5
24 nmsThreshold = 0.3
25
26 # Path file model dan kelas
27 classesfile = 'C:\\Users\\USER\\Desktop\\opencv\\coco.names'
28 modelConfig = 'C:\\Users\\USER\\Desktop\\opencv\\yolov3.cfg'
29 modelWeights = 'C:\\Users\\USER\\Desktop\\opencv\\yolov3.weights'
30
```

Gambar 18 (dokumen asli)

Gambar 18 konfigurasi kamera dan yolo

url: URL tempat gambar kamera dapat diambil.

whT: Ukuran gambar untuk model YOLO.

confThreshold: Threshold confidence untuk mendeteksi objek. Deteksi di bawah threshold ini akan diabaikan.

nmsThreshold: Threshold untuk Non-Maximum Suppression, untuk mengurangi overlapping bounding box.

classesfile, modelConfig, modelWeights: Lokasi file yang berisi nama kelas (COCO dataset), konfigurasi model, dan bobot model YOLO.

```
33 # Load class names
34 with open(classesfile, 'rt') as f:
35     classNames = f.read().rstrip('\n').split('\n')
36
37 net = cv2.dnn.readNetFromDarknet(modelConfig, modelWeights)
38 net.setPreferableBackend(cv2.dnn.DNN_BACKEND_OPENCV)
39 net.setPreferableTarget(cv2.dnn.DNN_TARGET_CPU)
```

Gambar 19. (dokumen asli)

Gambar 19 memuat nama kelas dan model yolo

Memuat daftar nama kelas dari file coco.names.

Membaca konfigurasi model dan bobot YOLO menggunakan OpenCV.

Mengatur backend dan target untuk inference menggunakan CPU.

```
41 def findObject(outputs, im):
42     hT, wT, cT = im.shape
43     bbox = []
44     classIds = []
45     confs = []
46     found_cat = False
47     found_bird = False
48     found_pipit = False
49
50     for output in outputs:
51         for det in output:
52             scores = det[5:]
53             classId = np.argmax(scores)
54             confidence = scores[classId]
55             if confidence > confThreshold:
56                 w, h = int(det[2] * wT), int(det[3] * hT)
57                 x, y = int((det[0] * wT) - w / 2), int((det[1] * hT) - h / 2)
58                 bbox.append([x, y, w, h])
59                 classIds.append(classId)
60                 confs.append(float(confidence))
61
62     indices = cv2.dnn.NMSBoxes(bbox, confs, confThreshold, nmsThreshold)
```

Gambar 20 (dokumen asli)

```
64 if len(indices) > 0:
65     for i in indices.flatten():
66         box = bbox[i]
67         x, y, w, h = box[0], box[1], box[2], box[3]
68         label = classNames[classIds[i]]
69
70         if label == 'pipit bird': # Asumsi 'pipit bird' adalah label kelas dalam coco.names
71             found_pipit = True
72             # Gambar kotak dan label pada gambar
73             cv2.rectangle(im, (x, y), (x + w, y + h), (255, 0, 255), 2)
74             cv2.putText(im, f'{label.upper()} {int(confs[i] * 100)}%', (x, y - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.6, (255, 0, 255), 2)
75             print('Pipit bird detected')
76             # Kirim notifikasi ke Telegram
77             response = send_telegram_message('Hama burung pipit terdeteksi!')
78             print('Telegram response:', response.text) # Debugging response
79
80         elif label == 'cat':
81             found_cat = True
82             # Gambar kotak dan label pada gambar
83             cv2.rectangle(im, (x, y), (x + w, y + h), (255, 0, 255), 2)
84             cv2.putText(im, f'{label.upper()} {int(confs[i] * 100)}%', (x, y - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.6, (255, 0, 255), 2)
85             print('Cat detected')
86
87 if not found_pipit:
88     response = send_telegram_message('Tidak ada burung terdeteksi.')
89     print('Telegram response:', response.text) # Debugging response
```

Gambar 21 (dokumen asli)

Gambar 20 dan gambar 21 Fungsi untuk Mencari dan Mengidentifikasi Objek findObject(outputs, im): Menganalisis output dari YOLO untuk menemukan dan mengidentifikasi objek dalam gambar.

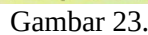
Mencari kotak pembatas (bbox), ID kelas (classIds), dan tingkat keyakinan (confs).

Menggunakan Non-Maximum Suppression untuk mengurangi overlapping kotak pembatas.

Jika objek dengan label pipit bird terdeteksi, mengirim notifikasi ke Telegram.

```
91 while True:
92     try:
93         img_resp = urllib.request.urlopen(url, timeout=10)
94         imgnp = np.array(bytearray(img_resp.read()), dtype=np.uint8)
95         im = cv2.imdecode(imgnp, -1)
96
97         blob = cv2.dnn.blobFromImage(im, 1 / 255, (wH, wH), [0, 0, 0], 1, crop=False)
98         net.setInput(blob)
99         layerNames = net.getLayerNames()
100
101         # Memastikan output layer names diakses dengan benar
102         out_layers = net.getUnconnectedOutLayers()
103         outputNames = [layerNames[i - 1] for i in out_layers]
104
105         outputs = net.forward(outputNames)
106         findObject(outputs, im)
107
108         cv2.imshow('Image', im)
109         if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
110             break
111
112     except urllib.error.URLError as e:
113         print(f"URL Error: {e.reason}")
114     except TimeoutError:
115         print("Request timed out")
116
117 cv2.destroyAllWindows()
```

Gambar 22. (dokumen asli)



Pengujian kinerja alat

Tabel 1. Pengujian kinerja alat

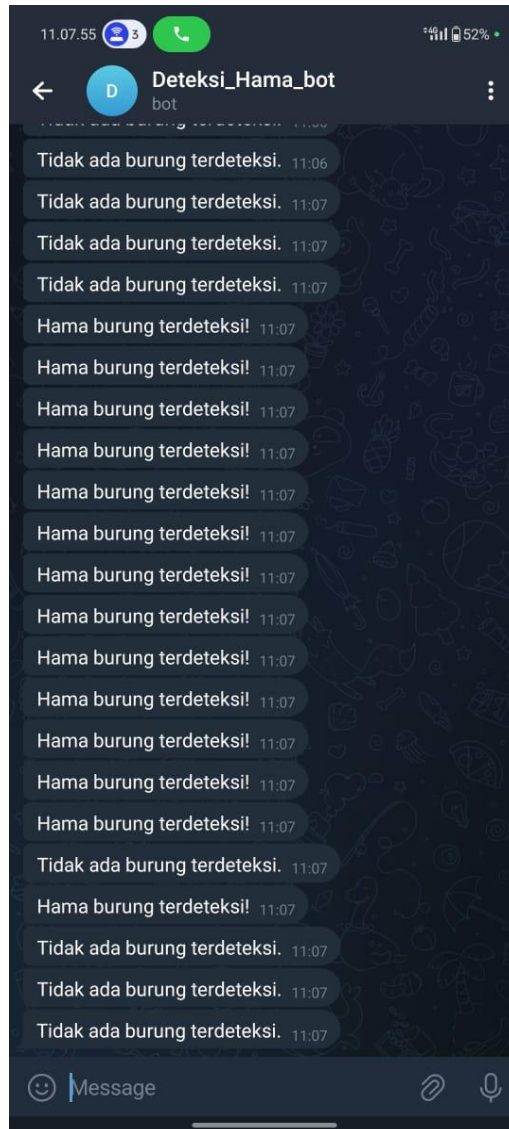
NO	Pengujian	Fungsi	Output	Hasil Uji
1	Pengujian koneksi perangkat jaringan pada wifi	Terhubungnya perangkat jaringan pada wifi yang telah di tautkan	Perangkat wifi di hubung ke jaringan yang di tujukan pada arduino ide dengan menghubungkan nama wifi dan password yg di gunakan pada wifi tersebut.	Berhasil
2	Pengujian sensor ESP32CAM untuk memonitoring hama burung	Mendeteksi hama burung	Terdeteksinya hama burung pada sensor ESP32CAM	Berhasil

Pengujian di lapangan



Gambar 25. pengujian di lapangan (dokumen asli)

Gambar 25. pengujian hama di lapangan dengan jarak sekisar 5 M pada pukul 16:28 WIB.



Gambar 26. bot telegram (dokumentasi pribadi)

Gambar 26. Menunjukkan notifikasi hama yang terdeteksi oleh kamera esp32-cam berdasarkan hasil simulasi untuk hama burung. Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan kamera ESP32-CAM pada citra beberapa hama yang di input untuk dikenali dan dihubungkan ke telegram sebagai media notifikasi kepada user, diketahui bahwa kemampuan kamera ESP32-CAM dalam menangkap citra atau gambar dari obyek yang di tentukan memiliki 50% keberhasilan menampilkan dan memberikan notifikasi kepada telegram.

4. KESIMPULAN

Dalam implementasi ESP32-CAM untuk monitoring hama burung pipit pada tanaman padi, sistem ini berhasil memadukan teknologi kamera dan bot Telegram untuk memberikan notifikasi secara real-time kepada petani. Kamera ESP32-CAM mendeteksi keberadaan burung pipit di area pertanian, dan data visual yang dihasilkan dikirimkan melalui bot Telegram sebagai bentuk peringatan. Sistem ini efektif dalam membantu petani memantau ancaman hama tanpa harus berada di lokasi secara langsung, memungkinkan respons cepat dalam penanganan hama. Teknologi ini menawarkan solusi praktis dan efisien dalam meningkatkan pengawasan dan menjaga hasil panen dari kerusakan yang disebabkan oleh burung pipit.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai alat deteksi hama burung yang memiliki potensi untuk membantu petani mencegah terjadinya kerugian dalam hasil panen. Maka alat deteksi hama ini perlu dikembangkan dan di sempurnakan untuk mendeteksi hama lainnya..

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadi, M. (2024). Python: A Comprehensive Guide.
- Astutic, L., & Susanto, B. (2013). Monitoring dan Evaluasi Program: Panduan Praktis untuk Organisasi Nirlaba dan Pemerintah. Jakarta: Grasindo.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. (2022). Laporan Produktivitas Padi Kecamatan Sumbersari. Jember: BPS Kabupaten Jember.
- Burange, L., & Misalkar, S. (2015). Understanding the Internet of Things (IoT). *International Journal of Computer Applications*, 113(6), 15-19.
- Darmawan, D. (2020). Evolution and Impact of Internet of Things (IoT). *Proceedings of the International Conference on Internet of Things*, 25(4), 45-52.
- Echo. (2021). Penyebab Penurunan Produksi Padi Akibat Hama Burung Pipit. Jakarta: Agromedia.
- Fahana, I., & Ridho, A. (2018). Panduan Praktis Penggunaan Aplikasi Telegram. Jakarta: Kompas Gramedia.
- Fitriansyah, I. (2020). Implementasi Teknologi IoT untuk Monitoring Hama Pertanian Berbasis Telegram. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 98-104.
- Hilalullaili, D., Purwanto, A., & Ramdani, S. (2021). *Dinamika Budidaya Tanaman Padi di Indonesia*. Surabaya: Penerbit Akademika.
- Hollaus, K., McCann, T., & Yates, C. (2022). Agroecological Interactions: Bird Pests in Rice Ecosystems. *Agroecology Journal*, 30(3), 267-282.
- https://www.rri.co.id/sumatera-selatan/daerah/361303/kawanan-burung-pipit-jadi-ancaman-gagal-panen-di-empat-lawang?utm_source=news_main&utm_medium=internal_link&utm_campaign=general_campaign
- Imam, M. (2022). *Biologi Hama dan Penyakit Tanaman*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Isnaini, N. (2014). Konsep dan Implementasi Penelitian Pengembangan. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 55-67. [Publisher or Source if available].
- Kandari, A., Ardiansyah, D., & Yusuf, M. (2020). Hama dalam Perspektif Ekologi Pertanian. Bandung: Pustaka Agraria.
- Keoh, S., Rannenbergh, K., & Ziegeldorf, J. H. (2014). The Internet of Things: Opportunities and Challenges. *Journal of Internet Technology and Secured Transactions*, 3(2), 113-122.
- Okpatrioka, O. (2023). Pendekatan Penelitian dan Pengembangan dalam Konteks Pendidikan. *Journal of Educational Research and Development*, 7(3), 100-110.
- Pracaya, R. (1995). *Hama dan Pengelolaan Hasil Panen*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rachmawati, A. (2023). *MicroSD: A Compact Storage Solution*.
- Rahmat, H. (2023). Dampak Serangan Hama Burung Pipit di Desa Turipinggir, Jombang. *Jurnal Pertanian*, 18(4), 220-226.
- Roza, H. (2024). *Pemrograman Dasar dengan Arduino IDE*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Sihombing, P. (2023). Kasus Serangan Hama Burung Pipit di Kecamatan Tebing Tinggi, Empat Lawang. *Sumatera Agriculture Review*, 12(2), 112-117.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sukmadinata, N. S. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Sulasno, M., & Rakhmat, B. (2020). *Pemantauan Sistem Komputer: Pendekatan Efisiensi*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Supendi, E. (2019). Kasus Gagal Panen Akibat Serangan Burung di Kota Banjar. *Surya Journal*, 12(2), 145-150.
- Surya Co.id. (2019). *Laporan Gagal Panen Akibat Serangan Hama Burung di Mojokerto*.

Mojokerto: Surya Co.
Zamani, M. (2022). Studi Kasus Serangan Hama Burung Pipit di Boyolali. *Agronomy Reports*, 20(3), 176-182.