

Sistem Deteksi Pakan Otomatis Berbasis Sensor RGB yang Terintegrasi dengan Smartphone

Muhammad Fais¹
M. Asrafi¹

AFILIASI :

¹⁾ Jurusan Fisika, Fakultas
Matematika dan Ilmu
Pengetahuan, Universitas
Jember

ALAMAT:

Universitas Jember, Jalan Kalimantan
Tegal Boto, Nomor 37, Jember, Jawa
Timur 68121

KORESPONDENSI:

Muhammad Fais
221810201059@mail.unej.ac.id
+6285716480927

KATA KUNCI:

IoT, sensor RGB, deteksi pakan,
otomatisasi, smartphone

JEI

<https://journal.unej.ac.id/JEI>
jei@unej.ac.id
FMIPA UNIVERSITAS JEMBER
ISSN:3032 3398

ABSTRAK:

Artikel ini mengembangkan sistem pendeteksi pakan otomatis berbasis sensor RGB TCS34725 yang terintegrasi dengan smartphone menggunakan aplikasi Blynk untuk memantau ketersediaan pakan secara real-time. Sistem ini memanfaatkan nilai RGB untuk mendeteksi perubahan kondisi pakan dari penuh ke kosong dan memberikan notifikasi otomatis kepada peternak saat pakan perlu diisi ulang. Penelitian menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif dengan pengujian dalam dua kondisi, yaitu lingkungan terkontrol dan lingkungan terbuka. Pada lingkungan terkontrol, sensor menunjukkan akurasi tinggi dengan nilai RGB yang stabil pada jarak 30 hingga 50 cm. Pada lingkungan terbuka dengan pengaruh dari intensitas cahaya luar terutama pada siang hari dengan gangguan maksimum sebesar 21.540 dapat memengaruhi hasil pembacaan. Kalibrasi menggunakan sensor TCM6000 membantu meningkatkan akurasi pembacaan nilai RGB dalam kondisi pencahayaan variabel. Hasil menunjukkan akurasi optimal sebesar 100% pada malam hari dan penurunan akurasi hingga 62,7% di siang hari. Sistem ini memungkinkan pemantauan pakan secara otomatis dan real-time sehingga mengurangi risiko kelalaian dan meningkatkan efisiensi manajemen pakan. Integrasi dengan aplikasi Blynk memberikan kemudahan bagi peternak untuk memantau kondisi pakan kapan saja dan di mana saja. Penelitian ini menunjukkan potensi besar teknologi IoT berbasis sensor RGB dalam mendukung efisiensi dan keberlanjutan sektor peternakan modern. Pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan algoritma koreksi otomatis atau penambahan filter optik dapat dilakukan untuk mengatasi efek gangguan cahaya luar sehingga sistem ini memiliki dapat memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam mendeteksi tingkat ketersediaan pakan.

PENDAHULUAN

Peternakan merupakan kegiatan pengembangbiakan dan pembudidayaan hewan ternak yang bertujuan untuk memperoleh manfaat serta hasil dari hewan ternak yang dipelihara, baik dalam bentuk pangan, bahan baku, maupun produk lainnya [1]. Manfaat yang diperoleh dari kegiatan peternakan dapat sangat beragam, seperti penyediaan sumber protein hewani yang penting bagi kebutuhan gizi manusia, penghasil produk olahan seperti susu, daging, dan telur yang dapat berkontribusi pada ketahanan pangan. Peternakan juga berperan dalam peningkatan ekonomi masyarakat, seperti membuka lapangan kerja dan sumber pendapatan bagi masyarakat. Dengan praktik yang berkelanjutan, peternakan dapat membantu menjaga keseimbangan ekosistem, serta mendukung perkembangan inovasi teknologi dalam pengelolaan sumber daya alam secara efisien [2].

Internet of Things (IoT) merupakan perangkat yang bekerja dalam jaringan sistem yang saling terhubung dan dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan alat yang dirancang untuk mengumpulkan bertukar data secara luas [3]. Penerapan IoT dalam bidang peternakan dapat membawa revolusi signifikan dalam cara pengelolaan hewan ternak. Melalui penggunaan sensor pintar dan perangkat pemantauan, peternak dapat mengakses informasi penting mengenai kesehatan, pertumbuhan, dan perilaku hewan secara langsung. Penerapan teknologi IoT dalam praktik peternakan, efisiensi produksi dapat meningkat, kualitas produk ternak dapat terjaga, dan pada akhirnya, dapat memperkuat kontribusi sektor peternakan terhadap ketahanan pangan dan ekonomi lokal [4].

Pemantauan ketersediaan pakan merupakan salah satu aspek penting dalam peternakan untuk memastikan hewan ternak tumbuh dan berkembang dengan optimal [5]. Metode yang masih banyak digunakan oleh peternak saat ini adalah pemeriksaan

manual, di mana peternak harus turun langsung ke peternakan untuk memeriksa kondisi pakan [6]. Metode ini kurang efisien, karena memerlukan waktu dan tenaga, serta berisiko terjadi kelalaian dalam pemantauan yang berdampak pada operasional peternakan [7]. Penggunaan sensor RGB menjadi solusi dalam memantau kondisi pakan secara otomatis yang lebih efisien dan akurat.

Artikel ini dibuat untuk merancang sistem pendeteksi pakan hewan otomatis yang terintegrasi dengan smartphone, guna membantu peternak dalam memantau ketersediaan pakan secara real-time. Penelitian ini menggunakan parameter nilai warna RGB sebagai alternatif untuk memantau kondisi pakan secara akurat. Nilai RGB dipilih karena dapat menggambarkan ketersediaan pakan dengan baik dan memberikan informasi secara langsung kepada peternak. Dari sudut pandang peternak, sistem ini memberikan kemudahan dalam memantau pakan secara real-time melalui integrasi dengan smartphone. Dengan sistem otomatis, peternak tidak lagi perlu melakukan pemantauan manual dan akan mendapatkan notifikasi langsung saat pakan habis. Hal ini mengurangi kekhawatiran akan ketersediaan pakan dan meningkatkan ketepatan waktu pemberian pakan. Tantangan utama saat ini adalah sulitnya memantau ketersediaan pakan di peternakan yang luas. Metode manual membutuhkan banyak waktu dan tenaga, serta berpotensi menyebabkan keterlambatan dalam pemberian pakan. Oleh karena itu, solusi otomatis yang dapat diterapkan di lapangan menjadi sangat diperlukan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan sensor RGB dengan penyesuaian khusus untuk digunakan dalam berbagai aplikasi. Penelitian tentang pemanfaatan sensor RGB untuk deteksi bahan kimia tertentu pernah dilakukan oleh beberapa penelitian terdahulu. Penelitian yang dilakukan oleh Linyu dkk (2024) [8] mengembangkan sistem deteksi Cr(VI) dalam



tanah menggunakan sensor RGB portabel. Linyu dkk (2024) mengekstrak Cr(VI) dari tanah dan menggunakan sensor RGB untuk menentukan konsentrasi dengan akurasi tinggi. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Gaurav dkk (2024) [9] yang mengembangkan sistem deteksi Hg(II) pada sampel air lingkungan. Gaurav dkk (2024) mengekstrak Hg(II) dari air yang diperoleh dari lingkungan dan menggunakan sensor RGB untuk menentukan konsentrasi Hg(II) yang terlarut dalam air. Penelitian lain dilakukan oleh Meng dkk (2023) [10] yang mengembangkan sistem deteksi tetrakloro-p-benzoquinon dalam sampel sungai yang terintegrasi dengan smartphone. Meng dkk (2023) mengekstrak tetrakloro-p-benzoquinon dari air sungai dengan menggunakan metode filtrasi untuk memisahkan padatan tetrakloro-p-benzoquinon dari air limbah sungai. Padatan hasil filtrasi kemudian dianalisis dengan menggunakan sensor RGB untuk menentukan presentase kadar tetrakloro-p-benzoquinon yang terdapat pada air sungai. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hemal dkk (2024) [11] yang mengembangkan sistem deteksi nikel berbasis nanosheets Ir-DMG 2D dan sensor RGB. Hermal dkk (2024) menggunakan Ir-DMG 2D untuk menangkap partikel nikel yang terlarut dalam air, lalu perubahan warna pada Ir-DMG 2D dianalisis dengan sensor RGB untuk mengetahui konsentrasi nikel yang teradsorpsi pada Ir-DMG 2D. Beberapa penelitian mengenai penggunaan sensor RGB untuk deteksi bahan kimia ini memiliki hasil yang cukup bagus dengan menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi (diatas 70%) ketika dibandingkan dengan alat ukur standar yang biasa digunakan untuk deteksi suatu senyawa kimia dengan menggunakan metode RGB. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu penelitian di bidang ini masih terbatas pada bahan kimia tertentu.

Beberapa penelitian lain juga memanfaatkan sensor RGB untuk mendeteksi perubahan warna yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi praktis. Penelitian yang dilakukan oleh Yongseok dkk (2024) [12] memantau pengeringan lapisan cat secara real-time menggunakan sensor RGB.

Yongseok dkk (2024) melakukan penelitian dengan menaruh sensor RGB diatas sebuah lempengan besi yang dicat dengan satu warna tertentu. Data perubahan warna cat yang terdeteksi oleh sensor RGB kemudian digunakan untuk menentukan tingkat pengeringan lapisan cat pada lempengan besi. Penelitian lain juga dilakukan oleh Alexander dkk (2018) [13] yang melakukan penelitian pengembangan sistem hidrasi urine dengan menggunakan sensor RGB. Alexander dkk (2018) melakukan penelitian dengan mengamati perubahan warna urine untuk mengetahui tingkat hidrasi seseorang. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data warna urine yang selanjutnya dihubungkan dengan data tingkat hidrasi sehingga sensor dapat mengetahui tingkat hidrasi seseorang dengan mengamati perubahan warna urine seseorang. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Chenxi dkk (2024) [14] mengembangkan sistem analisis portabel berbasis smartphone untuk mendeteksi ion sulfida dalam air dan aditif makanan menggunakan metode kolorimetri visual. Chenxi dkk (2024) menggunakan perubahan warna pada ekstraksi ion sulfida yang dapat diukur dengan sensor RGB. Penelitian tentang penggunaan sensor RGB dalam aplikasinya pada bidang ini menunjukkan potensi penerapan praktis sensor RGB dalam mengukur perubahan warna. Namun, beberapa penelitian dibidang ini masih memiliki keterbatasan, yaitu pengukuran perubahan warna oleh sensor RGB hanya difokuskan pada satu warna tertentu.

Beberapa penelitian lain membahas tentang pengaplikasian sensor RGB dengan komponen tambahan untuk meningkatkan fungsi dari sensor RGB dalam melakukan suatu fungsi tertentu. Penelitian yang dialukan oleh Irma dkk (2024) [15] mengembangkan alat pemilah buah kopi otomatis menggunakan sensor TCS 34725. Dalam penelitiannya Irma dkk (2024) menggunakan sensor warna TCS34725 dibuat dengan menggunakan Arduino Uno, sensor TCS34725, sensor LDR, dua buah servo dan LCD. Inputan berupa sensor LDR yang mendeteksi adanya kopi serta sensor



TCS34725 yang akan membaca nilai RGB kulit kopi dengan Arduino Uno sebagai mikrokontroler untuk memproses input sehingga akan menghasilkan output berupa servo yang akan berputar serta LCD menampilkan informasi warna kopi yang telah diproses. Penelitian lain dilakukan oleh Chairul dkk (2021) [16] melakukan perancangan Prototipe Light Meter Fotografi Studio Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 Berbasis Sensor Cahaya dan Warna. Prototipe dirangkai dengan menggunakan beberapa komponen, seperti catu daya dengan menggunakan 9V Battery, Power On/Off, Arduino Nano V3 ATmega328, Oled SSD1306, Sensor Cahaya TSL2561, Sensor Warna TCS34725, dan tiga buah Push Button. Hasil pembacaan nilai oleh lightmeter kemudian akan dikirim ke kamera sehingga nantinya akan memudahkan dan meningkatkan akurasi pembacaan nilai intensitas cahaya pada saat pemotretan objek. Penelitian lainnya dilakukan oleh Sihombing dkk (2019) [17] yang melakukan penelitian pengembangan alat untuk mengsortir buah jeruk secara otomatis menggunakan metode warna RGB dengan sensor warna TCS3200 dan mikrokontroler Arduino Uno. Proses pengelompokan dilakukan dengan memasukkan jeruk ke dalam wadah di mana sensor mengidentifikasi warna jeruk untuk disortir ke dalam tiga kategori berdasarkan warna, menghasilkan pemisahan yang efisien dan akurat. Hasil penelitian Sihombing dkk (2019) menunjukkan bahwa alat ini dapat mempercepat dan mempermudah proses pemisahan jeruk dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Penelitian penggunaan sensor RGB dalam bidang ini cukup memiliki manfaat nyata yang cukup relevan untuk memudahkan kegiatan sehari-hari. Namun, penelitian dalam bidang ini juga masih memiliki beberapa keterbatasan pada segi biaya mikrokontroler yang digunakan. Biaya mikrokontroler seperti arduino uno dan arduino nano relatif cukup mahal jika dibandingkan dengan mikrokontroler sejenis nodemcu yang dapat melakukan fungsi yang sama dengan harga yang lebih murah. Ditambah nodemcu juga memiliki kelebihan

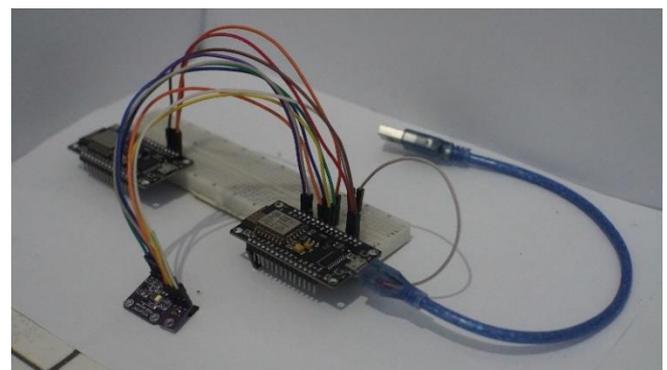
dengan adanya modul wifi yang mendukung penerapan IoT.

Penelitian-penelitian terdahulu masih memiliki keterbatasan, baik dalam biaya, penerapan di lapangan, dan lingkup deteksi yang masih terbatas. Oleh karena itu, dalam artikel ini peneliti menggabungkan beberapa potensi pengembangan dari penelitian sebelumnya untuk memperluas aplikasi sensor RGB. Artikel ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kondisi pakan hewan ternak secara real-time, menggunakan sensor RGB yang mampu mendeteksi perubahan warna ketika pakan penuh atau kosong. Diharapkan artikel ini juga dapat menjadi referensi bagi peneliti lain dalam memperluas penggunaan sensor RGB, terutama dalam bidang peternakan guna mempermudah kehidupan manusia

METODE

Desain Rancangan Sensor

Artikel ini menggunakan desain eksperimental kuantitatif untuk menentukan pengaruh perubahan intensitas cahaya terhadap pembacaan nilai warna RGB oleh sensor. Desain lengkap dari rancangan sensor yang dibuat ditunjukkan oleh Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Desain Sensor

Sensor dirancang dengan cara mengintegrasikan sensor TCS 34725 dengan TEMT 6000 pada dua nodemcu ESP8266, dimana nodemcu pertama berfungsi sebagai pengambil data sensor sedangkan nodemcu kedua berfungsi untuk menghubungkan sensor dengan aplikasi blynk.

Skema Pengambilan Data

Pengambilan data sampel dilakukan dalam dua variasi lingkungan, yaitu lingkungan terkontrol dan lingkungan luar. Data yang dikumpulkan mencakup nilai RGB dan intensitas cahaya, yang diukur menggunakan sensor TCS 34725 untuk nilai RGB dan TEMT6000 untuk intensitas cahaya. Sensor TCS 34725 memiliki sensitivitas tinggi terhadap cahaya RGB, sedangkan TEMT6000 dirancang untuk mengukur intensitas cahaya sekitar, memungkinkan penilaian presisi perubahan kondisi pencahayaan.

Pengambilan data sampel untuk variasi lingkungan terkontrol dilakukan di dalam ruangan tertutup dengan memastikan kondisi pencahayaan luar mendekati 0 lux menggunakan alat ukur lux meter. Pada kondisi ini, jarak antara sensor dan objek bervariasi dari 10 hingga 50 cm untuk mengukur pengaruh jarak pada pembacaan nilai RGB. Skema pengambilan data yang dilakukan pada lingkungan terkontrol ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut:

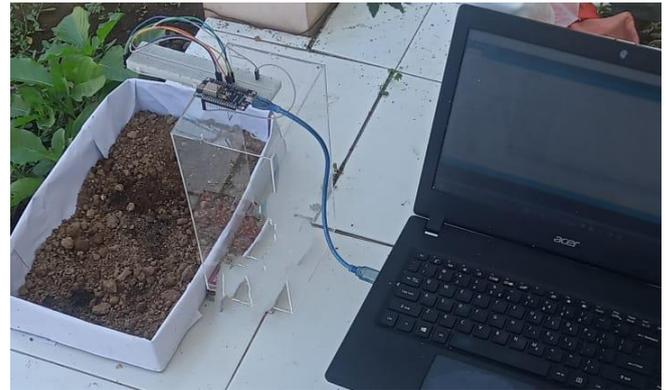


Gambar 2. Skema Pengambilan Data pada Variasi Lingkungan Terkontrol

Data yang diambil pada variasi lingkungan terkontrol hanya terbatas pada nilai RGB dari tanah tempat budidaya cacing. Data ini kemudian digunakan untuk menentukan konstanta kalibrasi pada persamaan faktor koreksi yang akan diterapkan pada sensor.

Untuk variasi lingkungan luar, pengambilan data dilakukan di tempat terbuka dengan intensitas cahaya sekitar yang tinggi dan tidak terkendali. Data pada lingkungan luar

diambil pada tiga waktu berbeda, yaitu pagi, siang, dan sore untuk melihat pengaruh perbedaan waktu dan intensitas cahaya luar terhadap nilai yang terbaca oleh sensor. Jarak sensor terhadap objek pada lingkungan luar ditetapkan tetap 30 cm. Skema pengambilan data yang dilakukan pada variasi lingkungan terbuka ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Skema Pengambilan Data pada Variasi Lingkungan Luar

Pengambilan data dilakukan dengan menempatkan sensor TCS 34725 dan TEMT6000 secara sejajar menghadap tempat budidaya cacing pada jarak yang ditentukan. Data diambil secara acak dalam rentang waktu tertentu untuk setiap variasi kondisi guna mengamati tingkat konsistensi dan presisi sensor. Pengambilan data dihentikan saat nilai RGB dan intensitas cahaya menunjukkan stabilitas (konstan dalam waktu yang lama) untuk memastikan bahwa data yang diperoleh cukup representatif.

Pengolahan Data

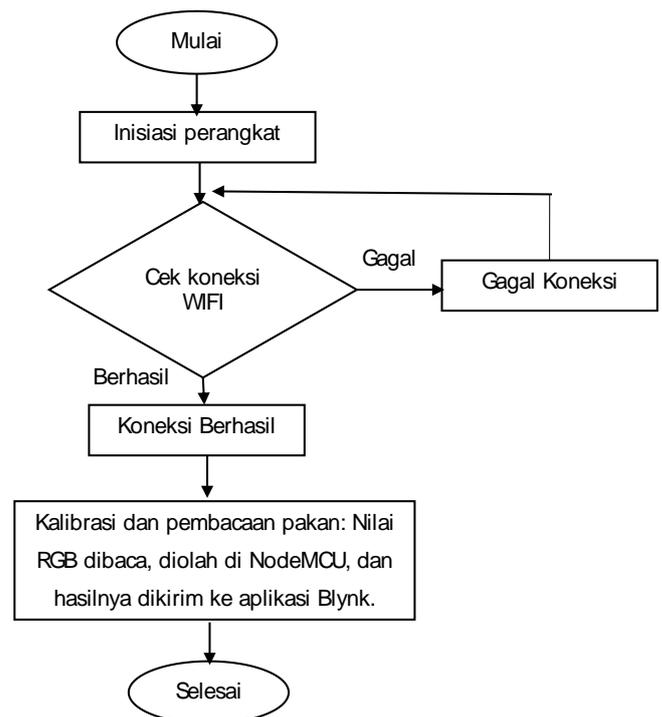
Proses pengolahan data pada hasil pengukuran variasi lingkungan luar menggunakan metode fitting polinomial derajat dua untuk memodelkan hubungan antara variabel intensitas warna (r , g , b) dan nilai clear. Implementasi metode ini dilakukan menggunakan fungsi fit pada perangkat lunak MATLAB dengan model 'poly2'. Pemilihan fitting polinomial derajat dua didasarkan pada pola distribusi data yang menunjukkan sedikit kelengkungan sehingga pendekatan linier sederhana dinilai kurang optimal merepresentasikan hubungan



antarvariabel. Sebelum fitting diterapkan, data diurutkan berdasarkan nilai clear untuk meningkatkan akurasi pemodelan. Setiap komponen warna, yakni r (red), g (green), dan b (blue) diproses secara terpisah melalui fitting polinomial. Visualisasi hasil fitting menampilkan garis pemodelan polinomial dan titik data hasil eksperimen untuk memfasilitasi evaluasi kesesuaian model terhadap data. Model polinomial derajat dua dipilih karena menunjukkan kecocokan yang tinggi dalam mempresentasikan pola data, sementara penerapan model nonlinear tidak digunakan karena memiliki tingkat kompleksitas yang cukup tinggi. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman lebih dalam terkait hubungan antara nilai clear dan intensitas warna serta mendukung evaluasi respons sensor terhadap variasi intensitas cahaya eksternal. Pada variasi lingkungan luar, data dipresentasikan dalam bentuk grafik untuk mengevaluasi pengaruh intensitas cahaya terhadap pembacaan sensor.

Pengolahan data untuk variasi lingkungan terkontrol dilakukan menggunakan analisis sederhana dalam menentukan pengaruh intensitas cahaya LED internal yang terbaca terhadap kenaikan RGB pada sensor. Analisis sederhana yang dilakukan adalah dengan mengamati pola data clear (c) yang terukur oleh sensor TCS34725 dan intensitas (I) yang terukur oleh TEMT 6000 pada rentang jarak optimal pembacaan sensor. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai clear dan I memiliki pola data yang konstan pada rentang jarak pembacaan optimal sensor sehingga tidak diperlukan metode khusus dalam menganalisis pengaruh cahaya LED internal sensor.

Skema cara kerja dari sensor deteksi pakan yang dibuat ditampilkan dalam gambar 4. Flowchart ini menggambarkan proses sistem otomatis dalam mengontrol kondisi pakan menggunakan sensor. Sistem bekerja secara bertahap, dimulai dari proses inisiasi dan pengecekan konektivitas, dilanjutkan dengan tahapan kalibrasi dan pemantauan data pakan.



Gambar 4. Flowchart Cara Kerja Sensor

Kalibrasi dilakukan untuk memastikan sistem dapat membedakan kondisi pakan berdasarkan nilai RGB, baik dalam keadaan kosong maupun penuh. Setelah kalibrasi, sistem memantau kondisi pakan secara real-time menggunakan sensor, lalu mengolah data yang diperoleh. Informasi mengenai status pakan dikirimkan ke aplikasi blynk sebagai notifikasi yang memudahkan pengguna dalam memantau sisa pakan. Sistem ini memberikan solusi pemantauan yang efisien dan terotomatisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pertama yang dilakukan pada eksperimen kali ini adalah menentukan konstanta kalibrasi dengan mengamati data hasil percobaan pada variasi lingkungan terkontrol. Hasil analisis data yang dilakukan pada kondisi lingkungan terkontrol dapat dilihat pada tabel 1:



Tabel 1. Data Rata-Rata Pembacaan Sensor pada Lingkungan Terkontrol

Jarak	R	G	B	Clear	I
50	8	10	7	25	3,23
40	8	10	7	25	3,23
30	9	10	7	25	3,23
20	9	10,8	7	28	3,23
10	11,6	12,1	8	33,1	3,23

Keterangan:

R = *red*

G = *green*

B = *blue*

clear = intensitas cahaya yang diterima oleh TCS 34725

I = intensitas cahaya yang diterima oleh TEMT6000

Data pembacaan sensor yang diperoleh pada rentang pengukuran 30 hingga 50 cm menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat presisi tinggi pada rentang jarak tersebut. Hasil tersebut dapat dilihat dari tabel yang disajikan bahwa nilai R, G, B, *clear*, dan intensitas cenderung memiliki nilai pembacaan yang konstan pada rentang jarak tersebut.

Hasil pengukuran nilai intensitas cahaya oleh sensor TCS 34725 (*clear*) dan TEMT6000 pada kondisi lingkungan terkontrol digunakan untuk menentukan konstanta faktor koreksi pembacaan nilai RGB yang terpengaruh oleh cahaya luar. Berdasarkan data pada Tabel 1 diketahui bahwa pada rentang jarak optimal pembacaan sensor (30 hingga 50 cm), nilai *clear* dan I yang terukur cenderung konstan, yaitu 25 dan 3,23. Nilai tersebut merupakan konstanta faktor koreksi yang kemudian digunakan untuk menentukan persamaan faktor koreksi pembacaan nilai RGB yang sebenarnya pada sensor sebagai berikut:

$$f_k = \frac{3,23 \times 25}{I_p \times C_p} = \frac{80,75}{I_p \times C_p} \quad (1)$$

Nilai konstanta faktor koreksi 3,23 dan 25 pada persamaan (1) merupakan nilai yang menggambarkan besar pengaruh nilai intensitas dan *clear* yang dihasilkan oleh LED internal TCS 34725 terhadap hasil pengukuran sensor.

Persamaan nilai faktor koreksi yang diperoleh pada persamaan (1) kemudian digunakan

untuk menentukan persamaan pembacaan sensor ternormalisasi sebagai berikut:

$$Pembacaan = P_{now} - P_k \quad (2)$$

Suku P_{now} pada persamaan (2) merupakan hasil penjumlahan nilai RGB pada sensor, sedangkan P_k merupakan suku koreksi pembacaan. Fungsi pembacaan nilai RGB ternormalisasi pada persamaan (2) diperoleh dengan mentransformasikan garis yang melalui suku P_{now} menggunakan faktor koreksi (f_k) pada persamaan (1) sehingga diperoleh persamaan untuk suku koreksi pembacaan, yaitu:

$$P_k = (P_{now} \times f_k) \quad (3)$$

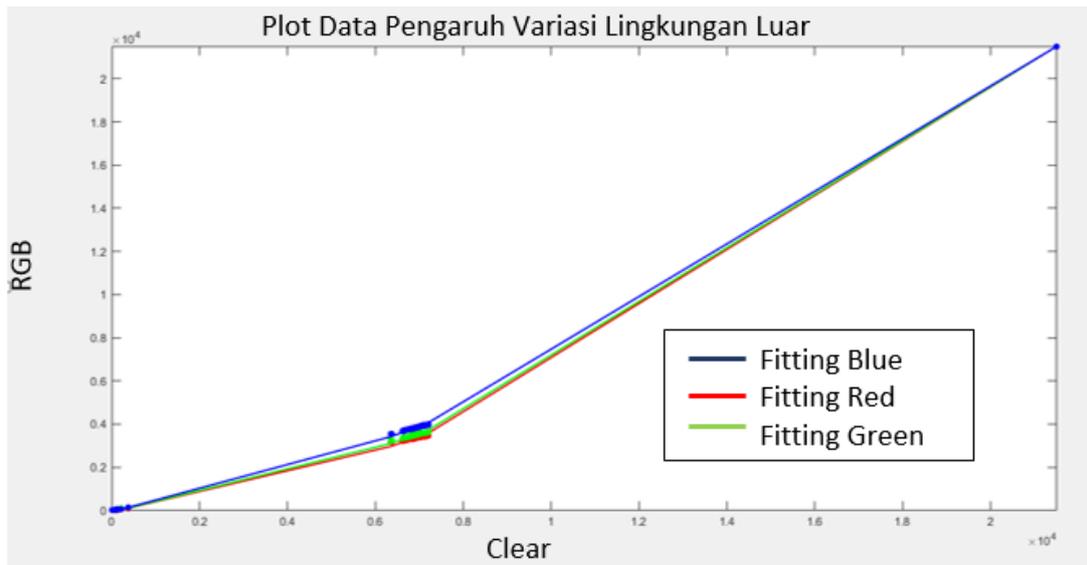
Nilai RGB yang berbanding lurus dengan nilai intensitas dan *clear* akan menyebabkan nilai f_k semakin kecil untuk nilai P_{now} yang semakin besar, sehingga P_{now} dan f_k memiliki hubungan yang saling berbanding terbalik. Hubungan P_{now} dan f_k yang saling berbanding terbalik pada persamaan (3) akan memastikan nilai pembacaan tetap mendekati nilai pembacaan sebenarnya untuk setiap perubahan P_{now} .

Hasil dari fungsi pembacaan pada persamaan (2) kemudian dikonversi menjadi bentuk presentase ketersediaan pakan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P\% = \frac{Pembacaan - n \text{ ambang bawah}}{n \text{ ambang atas} - n \text{ ambang bawah}} \times 100\% \quad (4)$$

Persamaan (4) ini merupakan persamaan akhir yang diterapkan pada sensor. Persamaan (4) mengubah persamaan (2) dalam bentuk presentase menggunakan metode deskripsi dengan nilai ambang atas dan bawah sebagai nilai referensi batas pengukuran.

Analisis kedua yang dilakukan adalah mengetahui batas kerja dari sensor RGB dan TEMT6000 dengan mengamati data pembacaan sensor pada variasi lingkungan luar. Hasil data yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik dalam Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Plot Data Pengaruh Variasi Lingkungan Luar

Tabel 2. Hasil Kinerja Sensor

Kondisi	Pakan Penuh (%)	Pakan Kosong (%)
Pagi	100	30,1
Siang	100	62,7
Sore	100	27,4
Malam	100	0

Grafik pada Gambar 5 merupakan hasil fitting menggunakan fungsi polinom derajat 2 dari data rata-rata dari 50 data pembacaan yang dilakukan oleh sensor pada setiap variasi waktu. Grafik tersebut menunjukkan hasil pengukuran nilai RGB terhadap intensitas gangguan cahaya luar. Intensitas cahaya luar pada data grafik diukur dengan menggunakan sistem deteksi cahaya yang tersedia pada sensor TCS 34725. Alasan penggunaan sistem deteksi cahaya pada sensor TCS 34725 adalah karena sensor TEMT6000 tidak mampu untuk mengatasi intensitas gangguan cahaya yang sangat tinggi, terutama pada gangguan cahaya siang hari. Sensor TEMT6000 memiliki rentang batas pengukuran sebesar 1024, sedangkan untuk sistem sensor deteksi cahaya pada TCS 34725 adalah 21504. Berdasarkan pertimbangan tersebut akhirnya sistem deteksi cahaya pada TCS 34725 dipilih dalam

analisis pengaruh gangguan cahaya luar terhadap perubahan pembacaan nilai RGB.

Hasil fitting menggunakan model 'poly2' yang ditampilkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa pendekatan polinomial derajat dua mampu memodelkan hubungan antara nilai clear dan intensitas warna RGB (Red, Green, Blue) dengan tingkat kecocokan yang baik. Hal ini ditunjukkan oleh pola persebaran data RGB yang mengikuti tren kurva hasil fitting 'poly2', di mana sebagian besar titik data berada di sekitar garis model. Kesesuaian ini menunjukkan bahwa model 'poly2' efektif dalam merepresentasikan hubungan nonlinier antara variabel clear dan intensitas warna RGB, sehingga dapat digunakan untuk memprediksi perubahan nilai RGB akibat variasi intensitas cahaya.

Hasil uji coba sensor yang dilakukan pada variasi ruangan terbuka ditampilkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel ini menganalisis kinerja sensor dalam membaca tingkat kondisi pakan yang tersedia pada tempat budidaya cacing. Presentase ketersediaan ini dipantau melalui *software* Arduino IDE dengan cara mengisi tempat budidaya cacing dengan ampas tahu sebagai referensi pakan penuh dan setelah beberapa saat ampas tahu dibersihkan dari tempat budidaya sebagai referensi pakan kosong. Data presentase ketersediaan pada saat keadaan penuh dan kosong yang diperoleh kemudian dicatat dan dianalisis lebih lanjut untuk menentukan kinerja dan akurasi dari sensor.

Data kinerja sensor pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rentang error pembacaan tertinggi terdapat pada variasi pembacaan siang hari dengan tingkat error sebesar 62,7%. Hasil yang berbeda ditunjukkan pada variasi waktu pembacaan malam hari yang memiliki rentang akurasi 100%. Sedangkan hasil error untuk pembacaan pagi dan sore hari masih tergolong rendah, yaitu 27,4% dan 30,1%.

Berdasarkan hasil analisis grafik data pembacaan sensor pada variasi lingkungan luar, diketahui bahwa gangguan terbesar terjadi pada waktu pengamatan siang hari dengan nilai pembacaan maksimum sensor sebesar 21.540. Hasil pengamatan untuk waktu pagi dan sore hari menunjukkan rentang data yang serupa, yaitu antara 6.400 hingga 7.100. Sementara itu, pengamatan pada malam hari berada dalam rentang 9 hingga 375. Hal ini menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat kecocokan operasional yang tinggi pada malam hari, namun mengalami penurunan performa signifikan pada siang hari.

Hasil tersebut diperkuat dengan analisis pola persebaran data grafik yang menunjukkan bahwa fitting nilai intensitas warna RGB menggunakan model 'poly2' menghasilkan pola kuadratik yang sesuai dengan karakteristik hubungan antara nilai *clear* dan intensitas warna. Pola ini mengindikasikan

bahwa peningkatan intensitas cahaya luar, khususnya pada siang hari menyebabkan perubahan nilai RGB yang bersifat nonlinier dan semakin menyimpang dari pembacaan optimal sensor. Pola yang berbeda ditemukan pada kondisi malam hari (ketika gangguan cahaya berada di rentang 9 hingga 375), dimana model 'poly2' mampu merepresentasikan distribusi data dengan baik.

Berdasarkan hasil analisis kinerja sensor juga diketahui bahwa sensor memiliki akurasi 100% pada rentang gangguan cahaya 9 sampai 375 dan 62,6% hingga 69,9% pada rentang gangguan cahaya 6400 sampai 7100, serta 38,3% untuk rentang gangguan cahaya 21540. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor masih kurang efektif untuk digunakan pada pagi dan sore hari karena hanya memiliki tingkat akurasi 62,6% hingga 69,9%. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini, jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Linyu dkk (2024) [4] yang memiliki akurasi sebesar 95% hingga 80% dan Yongseok dkk (2024) [10] yang memiliki akurasi sebesar 87%, masih dapat ditoleransi karena rentang pengaplikasian sensor RGB pada penelitian ini cukup kompleks dengan menganalisis RGB lingkungan yang dipengaruhi oleh gangguan cahaya luar. Penelitian pengukuran akurasi sensor yang dilakukan pada penelitian kali ini dilakukan di lingkungan terbuka dengan gangguan cahaya yang cukup besar, sedangkan dua penelitian terdahulu dilakukan pada ruangan yang terkontrol dan minim gangguan cahaya luar. Faktor tersebut mengindikasikan bahwa penerapan sensor RGB untuk pendeteksian pakan memiliki potensi yang besar jika dikembangkan lebih lanjut. Pengembangan yang dapat dilakukan untuk kedepannya adalah penelitian yang berfokus untuk mengurangi pengaruh gangguan cahaya luar terhadap pembacaan nilai RGB oleh sensor.

Selain menguji akurasi pembacaan sensor dalam kondisi lingkungan yang berbeda, artikel ini juga berhasil membuktikan bahwa sensor yang dirancang dapat berfungsi optimal untuk mengirimkan notifikasi secara

otomatis ke aplikasi *blynk* ketika pakan habis, terutama pada kondisi penelitian di malam hari. Sistem monitoring ini bekerja tanpa kendala dalam mendeteksi dan mengirimkan data ketersediaan pakan, memastikan bahwa pengguna mendapat pemberitahuan yang akurat saat pakan perlu diisi ulang. Selain notifikasi, sensor juga berhasil memantau kondisi pakan secara *real-time*, memungkinkan pengguna untuk melihat tingkat persentase ketersediaan pakan langsung melalui aplikasi *blynk*. Tampilan layar monitoring aplikasi *blynk* pada *smartphone* ketika berhasil diintegrasikan dengan sensor adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Tampilan Aplikasi Blynk pada *Smartphone*

Tampilan layar monitoring pada aplikasi *blynk* berisi informasi tentang presentase pakan yang terhubung secara *online* dengan sensor. Rentang waktu yang diperlukan sensor untuk mengirim data ke aplikasi *blynk* bergantung dari kecepatan koneksi internet *smartphone* dan modem. Semakin cepat koneksi internet *smartphone* dan modem, maka rentang waktu pengiriman data akan semakin kecil. Fitur ini memberikan kemudahan dan kenyamanan dalam manajemen pakan, terutama dalam memastikan ketersediaan pakan yang berkelanjutan di berbagai kondisi lingkungan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mencapai tujuan utama, yaitu menentukan konstanta kalibrasi dan menguji batas kerja sensor TCS 34725 dan TEMT6000 pada kondisi lingkungan terkontrol serta terbuka untuk mendeteksi ketersediaan pakan. Pada lingkungan terkontrol, sensor menunjukkan akurasi yang tinggi dalam jarak 30–50 cm dengan pembacaan nilai RGB yang stabil, sehingga memungkinkan penentuan konstanta kalibrasi yang dapat digunakan untuk mengoreksi data. Hasil pengujian pada variasi intensitas cahaya luar menunjukkan bahwa intensitas siang hari memberikan gangguan terbesar dengan rentang pembacaan maksimum sebesar 21540, sementara pagi dan sore hari memiliki rentang yang lebih rendah (6400–7100), dan malam hari dengan gangguan sangat rendah (9–375). Sensor mencapai akurasi maksimal 100% pada kondisi malam hari, tetapi mengalami penurunan akurasi hingga 62,7% pada siang hari akibat pengaruh cahaya luar yang tinggi.

Temuan ini sangat relevan untuk aplikasi sensor RGB dalam deteksi pakan pada lingkungan yang beragam, terutama dalam sistem otomatis yang memerlukan presisi deteksi meski berada di kondisi cahaya luar. Penggunaan konstanta kalibrasi memungkinkan sensor untuk beradaptasi dengan berbagai intensitas cahaya, membuka potensi pengembangan aplikasi sensor RGB di industri atau peternakan otomatis. Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam kondisi pengukuran yang tidak terkontrol secara penuh di lingkungan terbuka, yang menyebabkan variabilitas tinggi dalam intensitas cahaya, terutama pada siang hari. Penelitian lanjutan disarankan untuk fokus pada metode pengurangan efek cahaya luar, seperti dengan menambahkan filter optik pada sensor atau algoritma koreksi otomatis untuk meningkatkan akurasi dalam berbagai kondisi. Artikel ini menunjukkan potensi besar dari sensor RGB dalam sistem deteksi pakan otomatis, meskipun optimalisasi lebih lanjut diperlukan untuk menghadapi tantangan dari variasi intensitas cahaya luar.

DEKLARASI

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan yang mempengaruhi isi dan hasil dari penelitian ini. Semua data yang disajikan adalah hasil penelitian yang obyektif dan independen. Penulis juga memastikan bahwa tidak ada unsur SARA (Suku, Agama, Ras, dan Antargolongan) yang dipertimbangkan dalam penulisan artikel ini, dan tidak ada bias yang mengarah pada diskriminasi terhadap kelompok manapun.

REFERENSI

- [1] S. H. Warsito, O. S. Widodo, and S. Wulandari, "Pengetahuan Manajemen Peternakan Dan Pemanfaatan Hasil Ternak Sebagai Sumber Gizi Masyarakat Di Kecamatan Baron Kabupaten Nganjuk," *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, vol. 2, no. 2, p. 69, Jun. 2020, doi: 10.20473/jlm.v2i2.2018.69-71.
- [2] D. Wawrzyniak, "Review: Animal husbandry and sustainable agriculture: is animal welfare (only) an issue of sustainability of agricultural production or a separate issue on its own?," *animal*, vol. 17, p. 100880, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.animal.2023.100880.
- [3] O. Kuyoro and R. Goldman, "Envisioning a path from the Internet of Medical Things to improved fertility care access: a mini-review," *F&S Reports*, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.xfre.2024.09.004.
- [4] S. Asiah, "Memberdayakan Masyarakat Pedesaan melalui Peternakan Kambing Perah: Studi Kasus Program PLN EPI di Gunung Kidul, Indonesia," *Dedikasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 17, no. 1, pp. 113–143, Aug. 2024, doi: 10.32678/dedikasi.v17i1.11032.
- [5] J. O. Chelotti et al., "Livestock feeding behaviour: A review on automated systems for ruminant monitoring," *Biosystems Engineering*, vol. 246, pp. 150–177, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2024.08.003.
- [6] S. Saharman, F. A. Setyaningsih, and S. Suhardi, "Monitoring Dan Kontrol Pemberian Pakan Dan Minum Pada Peternakan Burung Puyuh Berbasis Internet Of Things," *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 10, no. 02, p. 310, Oct. 2022, doi: 10.26418/coding.v10i02.55804.
- [7] D. Y. Darmawi, G. W. Nurcahyo, and S. Sumijan, "Fuzzy Sistem Fuzzy Menggunakan Metode Sugeno Dalam Akurasi Penentuan Suhu Kandang Ayam Pedaging," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, Sep. 2020, doi: 10.37034/jidt.v3i2.95.
- [8] L. Guo et al., "Rapid assessment of soil accessible Cr(VI) in the field by a portable RGB color sensor," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 273, p. 116117, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.ecoenv.2024.116117.
- [9] G. Bartwal, R. Manivannan, and Y.-A. Son, "An ICT-based highly fluorescent isoquinoline scaffold for selective Hg(II) detection in real-water samples: Development of a smart, low-cost RGB-Arduino electronic platform," *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, vol. 309, p. 123812, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.saa.2023.123812.
- [10] M. Wu et al., "Portable smartphone-assisted RGB-dependent ratiometric sensing platform for the detection of tetrachloro-p-benzoquinone in river samples," *Microchemical Journal*, vol. 190, p. 108686, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.microc.2023.108686.
- [11] H. Weerasinghe, M. Kumarihamy, and H.-F. Wu, "Development of 2D Ir-DMG nanosheets as a colorimetric sensor probe for Ni (II) sensing and a highly sensitive, reliable, and portable colorimetric sensor device for environmental analysis," *FlatChem*, vol. 48, p. 100763, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.flatc.2024.100763.
- [12] Y. Lee, D. Lee, S. B. Yang, and D.-J. Kwon, "Real-time monitoring of paint coating curing state with RGB sensor,"

Sensors and Actuators A: Physical, vol. 367,
p. 115057, Mar. 2024,
doi: 10.1016/j.sna.2024.115057.

- [13] A. A. S. Gunawan, D. Brandon, V. D. Puspa, and B. Wiweko, "Development of Urine Hydration System Based on Urine Color and Support Vector Machine," *Procedia Computer Science*, vol. 135, pp. 481–489, 2018,
doi: 10.1016/j.procs.2018.08.200.
- [14] C. Jiang et al., "A portable/miniatuized analytical kit for on-site analysis: Chemical vapor generation-visual colorimetric and smartphone RGB dual-mode for detection of sulfide ion in water and food additives," *Food Chemistry*, vol. 444, p. 138532, Jun. 2024,
doi: 10.1016/j.foodchem.2024.138532.
- [15] I. Irma, D. Hendryadi, and J. Iryani, "Prototype Of Automatic Coffee Fruit Sorting Tool In Stripping Harvest Using Tcs34725 Color Sensor And Arduino Module", *Ammatoa*, vol. 2, no. 1, pp. 124–132, May 2024.
- [16] C. Gunawan, F. Fauziah, and N. Hayati, "Prototipe Light Meter Fotografi Studio Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 Berbasis Sensor Cahaya dan Warna," *JURNAL MEDIA INFORMATIKABUDIDARMA*, vol. 5, no. 3, p. 769, Jul. 2021,
doi: 10.30865/mib.v5i3.3043.
- [17] P. Sihombing, F. Tommy, S. Sembiring, and N. Silitonga, "The Citrus Fruit Sorting Device Automatically Based On Color Method By Using Tcs320 Color Sensor And Arduino Uno Microcontroller," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1235, p. 012064, Jun. 2019,
doi: 10.1088/1742-6596/1235/1/012064.