

Implementasi Basis Data *Real-time* untuk Sistem *Monitoring dan Controlling* Lingkungan Budidaya Maggot Sebagai Pengurai Sampah Organik Berbasis *Machine Learning* dan *Internet Of Things*

1st Sinta Ramadani
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
sintaramadani@student.telkomuniversit
y.ac.id

2nd Sofia Naning Hertiana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
sofiananing@telkomuniversity.ac.id

3rd Iman Hedi Santoso
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
imanhedis@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Pertumbuhan maggot sebagai agen pengurai sampah organik sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembapan. Penelitian ini merancang sistem monitoring dan pengendalian berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan basis data real-time menggunakan Firebase Realtime Database. Sistem ini mencatat data suhu, kelembapan, serta hasil deteksi visual sampah melalui kamera dan *machine learning*, lalu menyimpannya secara otomatis ke dalam basis data. Seluruh data yang terkumpul diakses melalui aplikasi mobile, memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh. Firebase digunakan untuk mendukung sinkronisasi data secara dua arah antara perangkat dan aplikasi, serta memastikan keakuratan dan kontinuitas data selama proses berlangsung. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menyimpan dan mengelola data secara efisien serta meningkatkan efektivitas budidaya maggot dalam mengolah sampah organik.

Kata Kunci— *Basis Data, Firebase, Internet of Things, Machine Learning, Mobile Application, Real-time*

I. PENDAHULUAN

Maggot merupakan larva dari lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) atau *Black Soldier Fly* (BSF), yang berperan penting dalam budidaya sebagai pakan ternak karena kandungan nutrisinya yang tinggi. Selain itu, maggot juga berfungsi sebagai agen pengurai limbah organik seperti sampah dapur, rumah tangga, dan pasar. Proses penguraian ini menghasilkan sisa yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos, dengan tingkat efisiensi penguraian mencapai 52–56% dari total berat sampah.

Keberhasilan dalam membudidayakan maggot sangat dipengaruhi oleh terciptanya kondisi lingkungan yang ideal, yaitu suhu berkisar antara 20°C hingga 36°C serta tingkat kelembapan antara 60% sampai 80%. Ketidaksesuaian kondisi ini dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan menyebabkan kematian maggot. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa bahan sampah yang digunakan bersifat alami dan tidak terkontaminasi zat berbahaya, serta menjaga kestabilan suhu dan kelembapan media budidaya.

Untuk mendukung efisiensi proses ini, dikembangkan sistem otomatis berbasis teknologi yang mampu memantau suhu dan kelembapan secara real-time, serta menggunakan *machine learning* untuk mendeteksi keberadaan sampah di area budidaya. Sistem ini tidak hanya menjaga kondisi ideal pertumbuhan maggot, tetapi juga memungkinkan pengelolaan sampah organik yang lebih presisi, mengurangi pemborosan, dan mendukung praktik pengolahan limbah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

II. KAJIAN TEORI

A. Firebase

Firebase adalah API yang disediakan Google untuk penyimpanan dan penyelarasan data ke dalam aplikasi Android, iOS, atau web. *Firebase* memiliki banyak fitur seperti authentication, database, storage, hosting, pemberitahuan dan lain-lain. Jelas terlihat bahwa pengembangan aplikasi menggunakan Flutter dan Dart memberikan banyak keuntungan, termasuk performa yang tinggi, kemudahan pengembangan, serta kemampuan untuk berjalan di berbagai platform. *Firebase* sebagai backend juga menyediakan fitur yang lengkap untuk mendukung kebutuhan aplikasi modern. Kombinasi ini sangat relevan dalam konteks pengembangan aplikasi pemantauan mandiri layanan kesehatan seluler yang memerlukan performa tinggi dan keamanan yang terjamin.

B. Database

Database atau basis data adalah kumpulan informasi yang disimpan di dalam komputer secara sistematis sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program komputer untuk memperoleh informasi dari basis data tersebut. Kegunaan utama sistem basis data adalah agar pemakai mampu menyusun suatu pandangan (view) abstraksi data. Hal ini bertujuan untuk menyederhanakan interaksi antara pengguna dengan sistemnya dan basis data dapat mempresentasikan pandangan yang berbeda kepada para pengguna, programmer, dan administratornya.

III. METODE

A. Rancangan Sistem

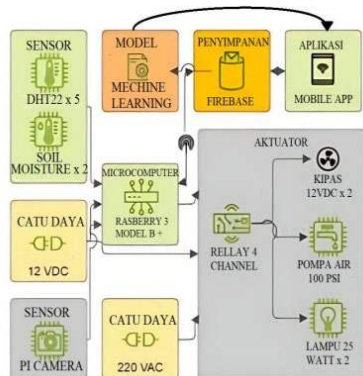
Sistem *monitoring* dan *controlling* budidaya maggot yang dikembangkan terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor suhu dan kelembapan (DHT22 dan soil moisture), kamera Raspberry Pi, mikrokontroler Raspberry Pi 3B+, Firebase *Realtime* Database sebagai media penyimpanan cloud, serta aplikasi mobile yang dibangun menggunakan Flutter. Sensor berfungsi untuk merekam kondisi lingkungan secara periodik, sementara kamera digunakan untuk mengambil citra media budidaya yang kemudian dianalisis menggunakan model *machine learning* guna mendeteksi keberadaan sampah secara otomatis.

Data yang diperoleh dari sensor dan hasil analisis gambar dikirim ke Raspberry Pi untuk diproses, kemudian dikirimkan secara *real-time* ke Firebase Realtime Database. Firebase dipilih karena kemampuannya dalam menyinkronkan data secara dua arah antara perangkat IoT dan aplikasi mobile, serta mendukung pengelolaan data yang cepat dan efisien. Informasi yang disimpan meliputi data suhu, kelembapan, status aktuator (lampu, kipas, dan pompa), hasil klasifikasi visual sampah dalam bentuk persentase dan status, serta waktu pencatatan.

Aplikasi mobile yang terintegrasi dengan Firebase menampilkan data secara langsung, sehingga pengguna dapat memantau kondisi budidaya dan mengontrol aktuator dari jarak jauh. Sistem ini juga dilengkapi logika otomatisasi berbasis ambang batas, misalnya lampu akan menyala saat suhu turun di bawah 20°C, kipas akan aktif jika suhu melebihi 36°C, dan pompa air akan menyempatkan air ketika kelembapan media kurang dari 60%. Seluruh aktivitas ini tercatat dalam database, memungkinkan analisis performa dan penyesuaian sistem di masa mendatang.

B. Diagram Blok

Diagram berikut menggambarkan alur kerja sistem monitoring dan controlling budidaya maggot, yang terdiri dari sensor, mikrokontroler, catu daya, modul relay, aktuator, serta integrasi dengan machine learning, Internet of Things dan aplikasi mobile.



GAMBAR 1
(A)

Gambar di atas menyajikan blok diagram dari solusi sistem yang diusulkan dan telah terpilih untuk diimplementasikan. Sistem ini memiliki beberapa

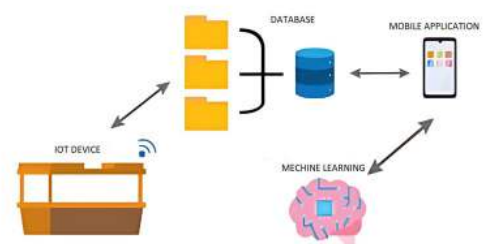
komponen masukan, yaitu sensor DHT22 dan sensor soil moisture hygrometer, yang berfungsi untuk mengukur kondisi lingkungan pada area budidaya maggot. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan Pi Camera yang bertugas menangkap citra maggot BSF sebagai bagian dari dukungan proses pengolahan data berbasis *machine learning*. Sistem memperoleh daya melalui catu daya yang berperan sebagai sumber energi utama.

Seluruh data yang diperoleh dari sensor akan dikirimkan oleh mikrokontroler ke Firebase melalui koneksi internet. Data tersebut selanjutnya ditampilkan pada aplikasi seluler, sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem secara *real-time*. Di samping itu, Raspberry Pi 3 juga memproses data yang masuk dan menghasilkan keluaran berupa kendali terhadap aktuator. Keluaran sistem ini dikendalikan melalui modul relay 4 channel yang terhubung dengan dua unit lampu, dua unit kipas, dan satu unit pompa air. Ketiga aktuator tersebut berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu serta kelembapan media dalam lingkungan budidaya maggot.

IV. IMPLEMENTASI

A. Implementasi

Implementasi basis data pada sistem ini menggunakan Firebase *Realtime* Database sebagai media penyimpanan cloud untuk mencatat data sensor dan status aktuator secara *real-time*. Data suhu, kelembapan, hasil deteksi sampah, serta waktu pencatatan dikirim otomatis dari Raspberry Pi dan disimpan dalam format yang terstruktur. Aplikasi mobile yang terintegrasi dengan Firebase dapat menampilkan data secara langsung dan memungkinkan pengguna mengendalikan perangkat dari jarak jauh. Firebase berperan sebagai penghubung antara perangkat IoT dan aplikasi, serta memastikan data tersinkronisasi dengan cepat dan akurat untuk mendukung pengambilan keputusan dalam budidaya maggot.



GAMBAR 2
(B)

Untuk mendukung penyimpanan serta pengelolaan data dari perangkat, digunakan pendekatan berbasis cloud. Firebase real-time Database dipilih karena kemudahannya dalam penggunaan serta kemampuannya dalam menangani data secara langsung (*real-time*). Keberhasilan sistem ini turut bergantung pada ketersediaan jaringan internet yang stabil, agar proses pengiriman data berjalan lancar tanpa gangguan seperti keterlambatan atau kehilangan data.

B. Database

Firebase merupakan platform pengembangan aplikasi yang berperan sebagai layanan backend dan memungkinkan integrasi antara aplikasi mobile dengan penyimpanan berbasis cloud. Dalam proyek ini, dua fitur utama dari Firebase yang digunakan adalah Authentication dan *real-time* Database. Fitur Authentication dimanfaatkan untuk membangun sistem login yang aman dan mudah, sekaligus memberikan pengalaman pengguna yang responsif secara *real-time*. Sementara itu, *real-time* Database berfungsi untuk menyediakan penyimpanan data yang dapat diakses dan diperbarui secara langsung oleh aplikasi dari sisi klien. Penggunaan Firebase pada penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan sistem autentikasi pengguna melalui Firebase Authentication, serta menyimpan dan menyinkronkan data menggunakan *real-time* Database.

TABEL 1
(A)

NO	Nama Field	Type Data
1	nama	String
2	peran	String
3	profileImageUrl	String
4	uid	String
5	email	String
6	password	String

Berdasarkan Tabel diatas dapat diketahui cakupan tipe data yang digunakan dari data pengguna.

TABEL 2
(B)

No	Nama Field	Type Data
1	Nama_UID	String
2	Peran	String
3	Profile Image_URL	String
4	UID	String
5	Mode_Auto	Boolean
6	Total Temperature	Num
7	Soil Moisture	Num
8	Kipas	Boolean
9	Lampu	Boolean
10	PompaAir	Boolean
11	Last_Update	String

Berdasarkan Tabel diatas dapat diketahui cakupan tipe data yang digunakan dari data perangkat.

TABEL 3
(C)

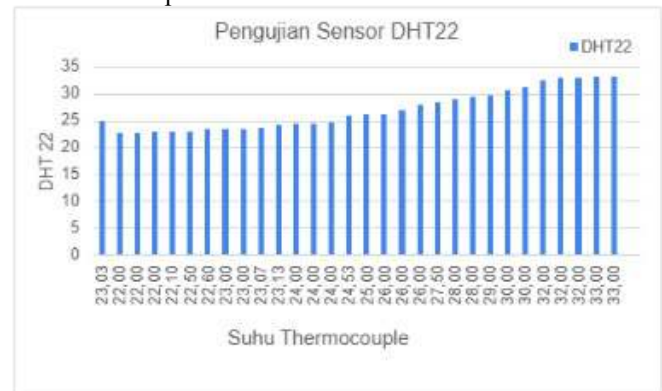
No	Nama Field	Type Data
1	percentage	Num
2	recommendation	String
3	timestamp	Timestamp

Berdasarkan Tabel diatas dapat diketahui cakupan tipe data yang digunakan dari data *machine learning*.

V. PENGUJIAN

A. Pengujian Sensor

Pengujian sensor untuk mengetahui tingkat eror dengan cara melakukan perbandingan hasil nilai sensor dengan alat ukur lain. Eror adalah perbedaan antara hasil nilai pengukuran sensor dengan nilai sebenarnya yang di dapat dari alat ukur. Dengan nilai eror didapatkan dari selisih antara hasil nilai sensor dengan alat ukur, dan persentase eror didapatkan dari nilai eror dibagi nilai sensor di kali 100%. Akurasi merupakan kedekatan nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Untuk mengetahui tingkat akurasinya didapatkan dari 100% dikurang dengan hasil rata-rata persentase eror.



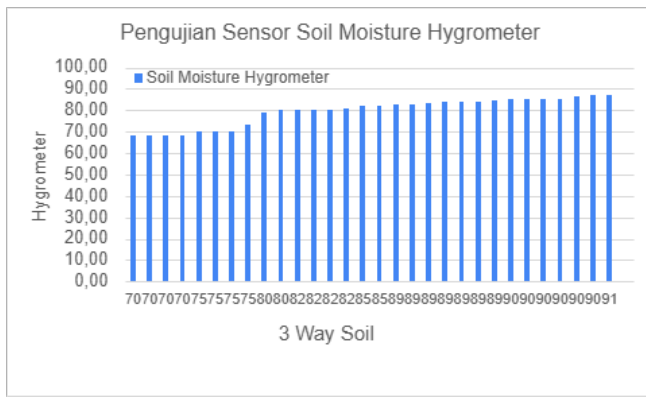
GAMBAR 3
(C)

Dari Gambar diatas, pengujian sensor DHT22 dilakukan sebanyak 1 kali percobaan dan mendapatkan 30 sampel suhu. Berdasarkan gambar tersebut didapatkan nilai eror, rata-rata persentase error, dan tingkat akurasi sensor suhu sebagai berikut:

Rata-rata error: 0,8°C

Rata-rata persentase error: 2,9367%

Tingkat akurasi sensor suhu: 97,0633%



GAMBAR 4
(D)

Dari Gambar di atas, pengujian sensor soil moisture hygrometer dilakukan sebanyak 1 kali percobaan dan mendapatkan 30 sampel kelembapan. Berdasarkan gambar tersebut didapatkan nilai error, rata-rata persentase error, dan tingkat akurasi sensor suhu dilampirkan sebagai berikut:

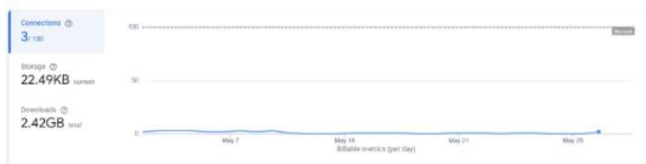
Rata-rata error: 3,475°C

Rata-rata persentase error: 4,3323%,

Tingkat akurasi sensor kelembapan: 95,66%.

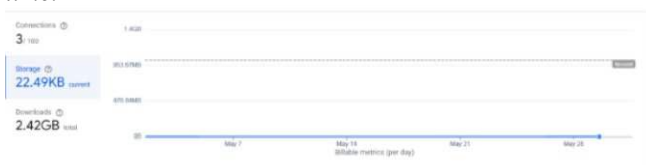
B. Pengujian Database

Sistem monitoring dan controlling maggot BSF berbasis IoT telah terinstal dan dikonfigurasi dengan benar. Sensor IoT telah dipasang pada kandang maggot BSF dan terhubung ke database. Sistem ini dirancang untuk memantau suhu dan kelembapan media, serta mengontrol aktuator secara otomatis maupun manual.



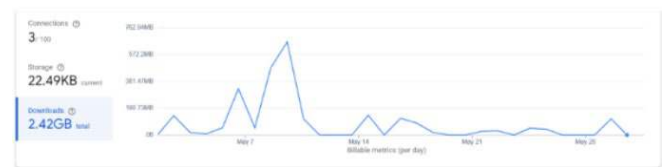
GAMBAR 5
(E)

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui untuk uji coba yang dilakukan selama 10 hari. Berikut adalah data Connection Firebase yang didapat selama 10 hari yang dapat diketahui terdapat 3 simulasi yang dilakukan secara *real-time*.



GAMBAR 6
(F)

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui untuk uji coba yang dilakukan selama 10 hari. Berikut adalah data Storage Firebase yang didapat selama 10 hari yang dapat diketahui total penampungan data selama 10 hari sebesar 22,49KB.

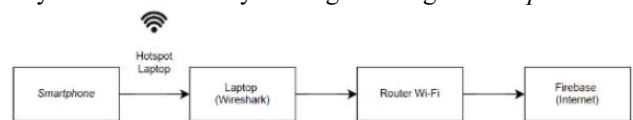


GAMBAR 7
(G)

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui untuk uji coba yang dilakukan selama 10 hari. Berikut adalah data yang didapat selama 10 hari yang dapat diketahui total data Downloads Firebase yang di unduh selama 10 hari sebanyak 2,42GB dan diketahui pada tanggal 8 May merupakan hari terbanyak untuk mengunduh data.

C. Pengujian Quality of Service (QoS)

Pengujian QoS dilakukan menggunakan aplikasi Wireshark sebagai network analyzer yang dapat menampilkan informasi detail terkait dengan transmisi data. Pengujian dilakukan pada saat proses transmisi data antara aplikasi GOMA dengan Firebase dan dilakukan ketika pengiriman data ataupun ketika pengambilan data. Data yang terukur mencakup semua paket data yang dikirim dan diterima antara GOMA dengan Firebase berupa informasi data sensor dan aktuator yang digunakan dalam proses monitoring dan controlling dan data autentikasi. Router WiFi memancarkan sinyal agar laptop dapat tersambung ke database Firebase. Laptop untuk menangkap paket data melalui aplikasi Wireshark dan hotspot portabel pada laptop dinyalakan untuk menyambungkan dengan *smartphone*.



GAMBAR 8
(H)

Berdasarkan Gambar diatas, alur pengiriman data dimulai dari aplikasi pada smartphone mengirim dan mengambil data melalui koneksi hotspot yang disediakan oleh laptop.

TABEL 4
(D)

No	Parameter	Nilai	Kategori	Nilai Standar ITU-T G1010
1	Throughput	204795,86bps	Layak	100 bps
2	Packet Loss	0,22%	Layak	Nol
3	Delay	105,02843 ms	Layak	< 250 ms

Tabel diatas menunjukkan hasil pengujian *Quality of Service* (QoS) antara aplikasi GOMA dengan layanan Firebase. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh dan mengacu pada standar ITU-T G.1010, aplikasi GOMA secara keseluruhan mendapatkan nilai QoS dengan rata-rata berada pada kategori “Layak”.

Nilai throughput yang tinggi, yaitu sebesar 204.795,86 bps, mengindikasikan bahwa data dapat ditransfer dengan cepat dan efisien. Selanjutnya, nilai packet loss sebesar 0,22% menunjukkan bahwa komunikasi data berlangsung secara stabil dan akurat, karena masih berada dalam batas standar maksimal nol.

Untuk parameter delay, diperoleh nilai sebesar 105,02843 ms, berdasarkan standar ITU-T G1010, nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas standar <250ms. Artinya, waktu pengiriman data tergolong sangat cepat dan memenuhi syarat kelayakan untuk komunikasi dua arah bertipe *command/control*.

Secara umum, parameter QoS yang dihasilkan menunjukkan bahwa aplikasi GOMA mampu melakukan penyimpanan dan pembacaan data secara *real-time* dengan baik, sehingga dapat mendukung proses monitoring dan controlling lingkungan budidaya maggot BSF secara efektif.

VI. KESIMPULAN

Pemanfaatan Firebase *Realtime* Database dalam sistem budidaya maggot berbasis *Internet of Things* terbukti efektif untuk mendukung pencatatan dan sinkronisasi data secara *real-time*. Database ini mampu menyimpan informasi suhu, kelembapan, status perangkat, serta hasil deteksi sampah dengan cepat dan terstruktur. Integrasi dengan Raspberry Pi dan aplikasi mobile memungkinkan pemantauan dan kontrol sistem dilakukan secara langsung melalui perangkat seluler. Dengan dukungan proses otomatis dan berbasis data, sistem ini meningkatkan efisiensi pemeliharaan lingkungan budidaya sekaligus mendukung pengambilan keputusan yang lebih responsif dan tepat sasaran.

REFERENSI

- [1] J. C. F. Van, P. E. Tham, H. R. Lim, K. S. Khoo, J.-S. Chang, and P. L. Show, "Integration of Internet-of-Things as sustainable smart farming technology for the rearing of black soldier fly to mitigate food waste," *J Taiwan Inst Chem Eng*, vol. 137, p. 104235, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2022.104235>.
- [2] D. Kurniawan, *Pengenalan machine learning dengan python*. Elex Media Komputindo, 2022..
- [3] M. Lukluk, "PENGKABUNGAN DATA AKADEMIK BERBASIS ENTITY RESOLUTION MENGGUNAKAN MARKOV LOGIC NETWORKS," 2018.
- [4] N. Nurwanda, N. Suarna, and W. Prihartono, "Penerapan Nlp (Natural Language Processing) Dalam Analisis Sentimen Pengguna Telegram Di Playstore," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 2, pp. 1841–1846, 2024.
- [5] A. Fau and S. Artikel, "B E R B A K T I Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Pelatihan Pengenalan Dasar Framework Flutter dalam Pembangunan Aplikasi Mobile Informasi Artikel A B S T R A K," 2024.
- [6] W. Andini, R. D. Masitoh, C. C. Harati, N. N. K. Sari, and V. H. Pranatawijaya, "IMPLEMENTASI SISTEM JUAL BELI KOPI BERBASIS MOBILE ANDROID DENGAN PENGGUNAAN API OPENAI UNTUK GENERATE DESKRIPSI PRODUK KOPI," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 4, pp. 7604–7607, 2024.
- [7] M. Young, *The Technical Writer's Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.
- [7] R. Syaputra and Y. P. W. Ganda, *Happy Flutter: Membuat Aplikasi Andorid dan iOS dengan Mudah menggunakan Flutter-UDACODING*. Udacoding, 2019.
- [7] D. P. Kingma and M. Welling, "Auto-encoding variational Bayes," 2013, arXiv:1312.6114. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1312.6114>