

SISTEM IRIGASI OTOMATIS BERBASIS IOT PADA PERKEBUNAN BUAH JERUK DI BANJARMASIN

1st Dita Anggraini
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom Surabaya
Surabaya, Indonesia
ditaanggraini@student.telkomuniversit
y.ac.id

2nd Nilla Rachmaningrum, S.T., M.T.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom Surabaya
Surabaya, Indonesia
nrachmaningrum@telkomuniversity.ac.
id

3rd Dr. Fannush Shofi Akbar, S.ST.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom Surabaya
Surabaya, Indonesia
fannushakbar@telkomuniversity.ac.id

Jeruk adalah komoditas pertanian utama di Indonesia, didukung oleh iklim tropis yang ideal untuk budidaya jeruk. Namun, praktik penyiraman secara manual menyebabkan inefisiensi dan pemborosan air, yang diperparah dengan dampak perubahan iklim. Untuk mengatasi hal ini, sebuah penelitian mengembangkan sistem irigasi otomatis menggunakan Internet of Things (IoT) dengan Arduino Uno, sensor suhu dan kelembapan DHT11, dan sensor kelembapan tanah. Sistem ini memungkinkan pemantauan suhu udara, kelembapan, dan kelembapan tanah secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sensor yang baik, dengan kesalahan rata-rata 2,79% untuk suhu dan 5% untuk kelembapan dibandingkan dengan pengukuran manual. Suhu rata-rata siang hari yang dicatat oleh sensor adalah 32,2°C, sedangkan pembacaan malam hari adalah 25,65°C. Pengukuran kelembapan tanah konsisten pada 72% di siang hari dan 93% di malam hari. Uji konektivitas menunjukkan jarak transmisi data maksimum 50meter dalam kondisi Line of Sight (LoS) dan 30meter dalam kondisi Non-Line of Sight (NLoS), menjaga stabilitas meskipun ada hambatan. Sistem ini secara efektif mengurangi pemborosan air, meningkatkan efisiensi irigasi, dan menyederhanakan manajemen perkebunan, mendorong kelestarian lingkungan dan meningkatkan hasil panen jeruk di Desa Karang Dukuh, Banjarmasin.

Kata kunci: Jeruk, Internet of Things (IoT), sensor DHT11, sensor Kelembaban Tanah, kualitas layanan (QoS), Line of Sight (LoS), Non-Line of Sight (NLoS).

I. PENDAHULUAN

Budidaya jeruk merupakan salah satu sektor penting dalam pertanian Indonesia, yang tidak hanya berkontribusi terhadap perekonomian, namun juga berperan dalam penyediaan bahan pangan dan peningkatan kesehatan masyarakat. Buah jeruk yang termasuk dalam genus Citrus dikenal dengan kandungan nutrisinya yang tinggi, terutama vitamin C dan antioksidan. Hal ini menjadikan jeruk sebagai salah satu komoditas unggulan yang banyak diminati, baik untuk dikonsumsi langsung maupun untuk produk olahan seperti jus, sirup, dan selai[1].

Kondisi geografis dan iklim tropis Indonesia yang ditandai dengan penyinaran matahari yang melimpah, curah hujan yang cukup, dan suhu yang hangat sangat mendukung pertumbuhan tanaman jeruk. Namun, meskipun potensi budidaya jeruk cukup besar, banyak petani yang masih menghadapi tantangan dalam pengelolaan kebunnya, terutama dalam hal penyiraman dan manajemen air. Sebagian

besar petani masih menggunakan metode penyiraman secara manual, yang selain memakan waktu juga mengakibatkan pemborosan air[2].

Dalam konteks perubahan iklim yang semakin nyata, pengelolaan sumber daya air menjadi semakin penting. Perubahan iklim dapat mempengaruhi pola curah hujan dan suhu yang berdampak langsung pada kebutuhan air tanaman. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang efisien untuk mengatur penyiraman tanaman jeruk, untuk memastikan tanaman tetap sehat dan produktif [3].

Salah satu solusi yang mulai banyak diterapkan adalah penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) pada sistem irigasi. Teknologi IoT memungkinkan pemantauan dan kontrol kondisi lingkungan secara real-time. Dengan menggunakan sensor untuk mengukur suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah, petani dapat mengoptimalkan penggunaan air, mengurangi pemborosan, dan meminimalisir risiko kekeringan atau kelebihan air[4]. Sistem irigasi otomatis berbasis IoT dapat diatur untuk menyirami tanaman secara otomatis ketika kondisi tertentu terpenuhi, sehingga memudahkan petani dalam mengelola kebunnya[5].

Penerapan sistem irigasi otomatis ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan hasil panen, serta memberikan dampak positif terhadap kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem irigasi otomatis berbasis IoT pada perkebunan jeruk di Desa Karang Dukuh, Banjarmasin, untuk mengoptimalkan penggunaan air dan meningkatkan hasil panen.

II. KAJIAN TEORI

A. Perkebunan Buah Jeruk

Studi literatur dalam konteks penelitian ini bertujuan untuk menyajikan analisis mendalam terhadap berbagai referensi akademik yang relevan, yang berkaitan dengan budidaya jeruk dan penerapan teknologi modern seperti Internet of Things (IoT) dalam sektor pertanian. Melalui tinjauan kritis terhadap penelitian terdahulu, peneliti dapat mengidentifikasi pola, tantangan, dan solusi inovatif yang telah diusulkan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan irigasi. Referensi-referensi ini tidak hanya memberikan landasan teoritis yang kokoh, tetapi juga menjadi sumber inspirasi bagi pengembangan metodologi baru yang lebih berkelanjutan dalam pengelolaan pertanian.

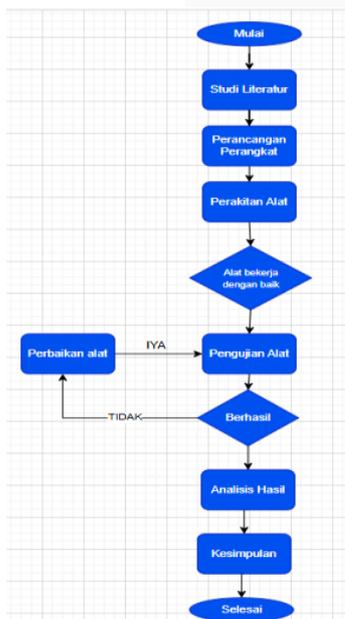
B. IoT Smart Farming

IoT Smart Farming merupakan konsep inovatif yang menggabungkan teknologi Internet of Things (IoT) dengan praktik pertanian modern untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam pengelolaan lahan. Penerapan IoT dalam pertanian memungkinkan petani untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time, seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan parameter lainnya yang krusial bagi pertumbuhan tanaman. Dengan mengintegrasikan sensor-sensor yang terhubung, petani dapat mengimplementasikan sistem irigasi otomatis yang responsif terhadap kebutuhan tanaman, sehingga mengurangi pemborosan sumber daya air dan memaksimalkan hasil panen[6].

C. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam sistem irigasi otomatis berbasis IoT memainkan peranan penting dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan pertanian. Di antara alat tersebut, NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai platform pengembangan open-source yang mengintegrasikan mikrokontroler dengan kemampuan Wi-Fi, memungkinkan interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak[7]. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban, memberikan data yang akurat untuk pengelolaan iklim mikro di perkebunan. Selain itu, sensor soil moisture berfungsi untuk mengukur kadar kelembaban tanah, sehingga sistem irigasi dapat diaktifkan secara otomatis berdasarkan kebutuhan tanaman. Pompa air berperan sebagai sumber utama penyiraman, dioperasikan melalui relay yang mengontrol arus listrik berdasarkan sinyal dari mikrokontroler[8]. Koneksi Wi-Fi menjadi medium komunikasi yang vital bagi sistem ini, memastikan data dapat dikirim dan diterima dengan baik. Dengan kombinasi alat-alat ini, sistem irigasi otomatis dapat berfungsi dengan optimal, memberikan solusi yang berkelanjutan bagi para petani dalam mengelola lahan pertanian mereka[9].

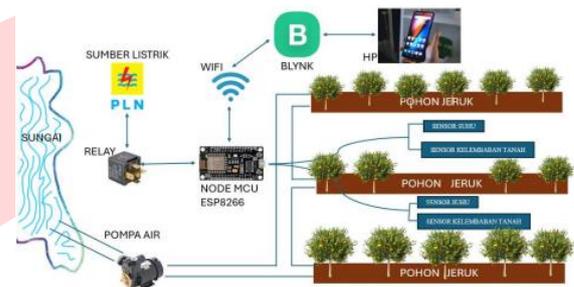
III. METODE



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian ini dirancang untuk menggambarkan langkah-langkah sistematis dalam perancangan sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Proses dimulai dengan studi literatur untuk mengidentifikasi komponen dan teknologi yang relevan, diikuti dengan perancangan perangkat yang akan digunakan dalam sistem. Setelah tahap perancangan, komponen-komponen tersebut dirakit dan diuji untuk memastikan kinerjanya sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Selanjutnya, sistem diuji di lapangan, khususnya di kebun jeruk, untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam mengatur irigasi secara otomatis berdasarkan kondisi kelembaban tanah dan suhu udara yang terdeteksi oleh sensor.

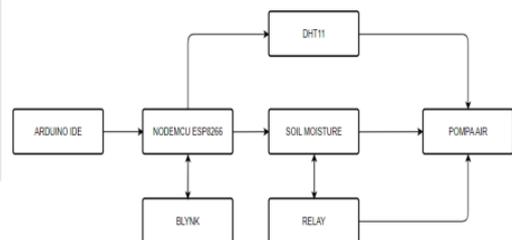
A. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Diagram Desain Sistem Irigasi

Desain sistem irigasi otomatis berbasis IoT ini mengintegrasikan berbagai komponen teknologi, termasuk sensor DHT11 untuk pengukuran suhu dan kelembaban, sensor soil moisture untuk kelembaban tanah, serta mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai pengendali utama. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan air dengan cara memantau kondisi lingkungan secara real-time dan mengaktifkan pompa air secara otomatis ketika kondisi tanah membutuhkan penyiraman. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem melalui aplikasi IoT, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan perkebunan.

B. Diagram Blok

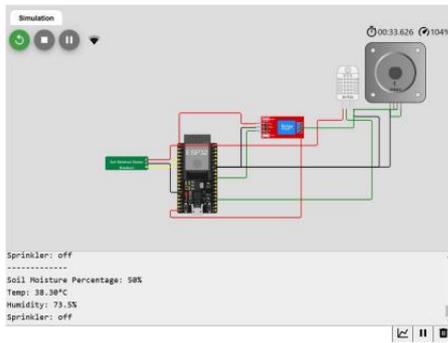


Gambar 3. Diagram Blok Perancangan Alat

Diagram blok dalam perancangan sistem ini memberikan gambaran visual yang jelas mengenai interaksi antara berbagai komponen dalam sistem irigasi otomatis. Diagram ini menunjukkan bagaimana sensor DHT11 dan sensor soil moisture terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, serta bagaimana data dari sensor tersebut diproses untuk mengendalikan pompa air melalui relay. Dengan diagram ini, pemahaman mengenai alur informasi dan kontrol dalam sistem dapat diperoleh dengan mudah,

sehingga memfasilitasi analisis dan pengembangan lebih lanjut dari sistem yang dirancang.

C. Desain Pengujian



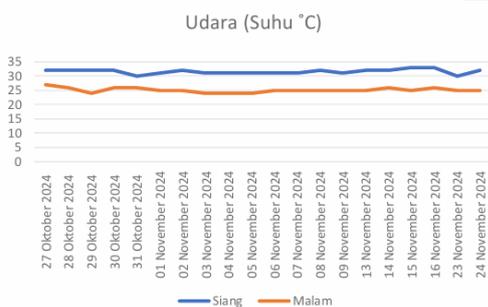
Gambar 4. Desain Pengujian

Desain pengujian sistem irigasi otomatis berbasis IoT ini mencakup beberapa tahap untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi dengan baik dan terintegrasi secara efektif. Pengujian dimulai dengan uji fungsionalitas pada sensor untuk memastikan akurasi pengukuran suhu dan kelembaban tanah. Selanjutnya, pengujian komunikasi dilakukan untuk memverifikasi koneksi antara perangkat IoT dan jaringan Wi-Fi. Terakhir, pengujian kontrol dilakukan untuk mengamati respons sistem terhadap data yang diterima, termasuk pengaktifan pompa air dalam kondisi kelembaban tanah yang rendah atau suhu udara yang tinggi. Dengan melalui serangkaian pengujian ini, diharapkan sistem dapat beroperasi secara optimal dalam lingkungan perkebunan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian konektivitas pada kondisi Line of Sight (LoS)

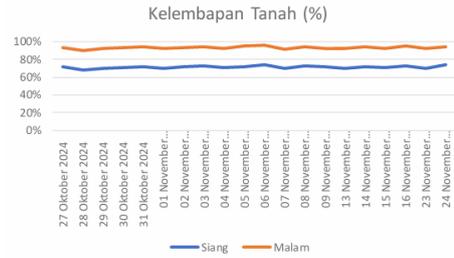
Pengujian Line of Sight (LoS) dilakukan dua kali, yaitu suhu dan kelembaban tanah. Setiap pengujian terdiri dari 19 kali percobaan, dilakukan pada siang hari dan malam hari di hari yang sama untuk menguji Quality of Service (QoS) dalam kondisi LoS. Ada pengujian menggunakan thermometer yaitu pengujian temperature dan kelembaban tanah.



Gambar 5. Grafik Pengukuran Udara Menggunakan Termometer

Berdasarkan Gambar 5, hasil pengukuran suhu secara manual menggunakan termometer pada tanggal 27 Oktober hingga 24 November 2024 menunjukkan suhu harian berkisar antara 30°C hingga 33°C, dengan rata-rata 31°C hingga 32°C. Sementara itu, suhu malam hari berkisar antara 24°C hingga 27°C, dengan rata-rata sekitar 25°C. Data tersebut menunjukkan bahwa suhu siang hari relatif stabil, sementara

suhu malam hari menunjukkan variasi yang lebih besar, meskipun tidak signifikan.

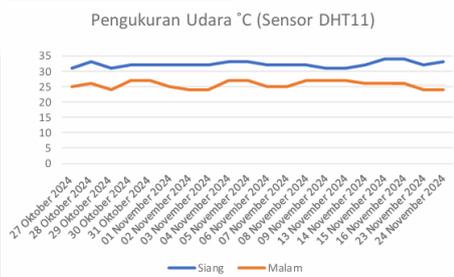


Gambar 6. Pengukuran Kelembapan Tanah Menggunakan Tensiometer

Berdasarkan Gambar 6, pengukuran kelembaban tanah menggunakan tensiometer dari tanggal 27 Oktober hingga 24 November 2024 menunjukkan bahwa kelembaban malam hari cenderung lebih tinggi dibandingkan siang hari, kemungkinan disebabkan oleh suhu yang lebih rendah sehingga mengurangi penguapan. Kelembaban tertinggi adalah 96% pada malam hari tanggal 6 November, sedangkan kelembaban terendah adalah 68% pada tanggal 28 Oktober. Fluktuasi kelembaban relatif stabil, dengan variasi yang kecil dari hari ke hari, mengindikasikan pengaruh faktor lingkungan seperti cuaca dan waktu pengukuran.

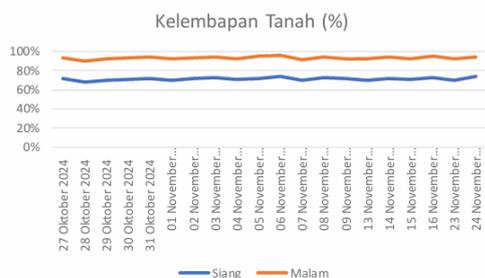
B. Pengujian konektivitas pada kondisi Non Line of Sight (NLoS)

Pengujian Quality of Service (QoS) dalam kondisi Non-Line of Sight (NLoS) menilai dampak lingkungan yang terhalang pada pengukuran suhu dan kelembaban tanah. NLoS terjadi ketika penghalang fisik, seperti bangunan atau pepohonan, menghalangi jalur langsung antara perangkat pengukuran dan target, sehingga mengganggu transmisi sinyal. Penelitian ini mengevaluasi bagaimana penghalang ini memengaruhi akurasi dan stabilitas pengukuran tanah, dengan memeriksa perbedaan kualitas data pada kondisi siang dan malam hari.



Gambar 7. Grafik Pengukuran Suhu Menggunakan Sensor DHT11

Berdasarkan Gambar 7, hasil pengukuran suhu menggunakan sensor DHT11 dari tanggal 27 Oktober hingga 24 November 2024 menunjukkan suhu siang hari berkisar antara 31°C hingga 34°C, dengan puncak suhu 34°C tercatat pada tanggal 15 dan 16 November. Suhu malam hari berkisar antara 24°C dan 27°C, dengan suhu maksimum 27°C terjadi pada beberapa tanggal, termasuk 30 dan 31 Oktober serta 4 dan 5 November. Data menunjukkan bahwa suhu siang hari umumnya lebih tinggi daripada suhu malam hari, sesuai dengan pola perubahan suhu harian, dan fluktuasi suhu yang tidak signifikan mencerminkan kestabilan lingkungan pengukuran.



Gambar 8. Grafik Pengukuran Kelembapan Tanah Menggunakan Sensor Soil Moisture

Berdasarkan Gambar 8, hasil pengukuran kelembapan tanah menggunakan sensor kelembapan tanah dari tanggal 27 Oktober hingga 24 November 2024 menunjukkan bahwa kelembapan malam hari lebih tinggi daripada siang hari. Kelembapan siang hari berkisar antara 69% hingga 74%, sedangkan malam hari antara 92% hingga 96%, dengan puncak 96% tercatat pada malam hari tanggal 6 November. Fluktuasi kelembapan harian relatif kecil, kemungkinan disebabkan oleh penguapan yang lebih rendah pada malam hari karena suhu yang lebih dingin. Nilai terendah tercatat sebesar 69% pada sore hari tanggal 28 Oktober.

C. Analisa Hasil

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang mampu mengukur suhu dan kelembapan tanah dengan tingkat akurasi yang memadai. Pengujian yang dilakukan menggunakan sensor DHT11 untuk suhu dan sensor soil moisture untuk kelembapan tanah menunjukkan konsistensi yang baik antara pengukuran manual dan sensor. Rata-rata suhu yang terukur dengan sensor selama siang hari mencapai 32,2°C, sementara pengukuran manual mencatat 31,55°C, dengan selisih yang relatif kecil yaitu 0,65°C. Hal ini menegaskan bahwa sensor yang digunakan dalam sistem ini dapat memberikan data yang valid dan dapat diandalkan, sehingga mendukung fungsi sistem dalam mengatur irigasi secara otomatis.

Kelembapan tanah yang terukur juga menunjukkan hasil yang identik antara pengukuran manual dan sensor, yaitu 72% pada siang hari dan 93% pada malam hari. Data ini menggambarkan efektivitas sistem dalam memantau kondisi lingkungan secara real-time dan mengaktifkan pompa air sesuai kebutuhan. Selain itu, pengujian konektivitas dalam kondisi Line of Sight (LoS) dan Non-Line of Sight (NLoS) menunjukkan bahwa sistem tetap dapat beroperasi dengan baik meskipun terdapat hambatan fisik, dengan jarak transmisi maksimum yang tercatat adalah 50meter untuk kondisi LoS dan 30meter untuk NLoS. Hal ini menunjukkan bahwa sistem irigasi otomatis ini tidak hanya efisien dalam penggunaan air tetapi juga adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang dirancang dalam penelitian ini efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air pada perkebunan buah jeruk. Penggunaan sensor untuk memantau suhu dan kelembapan tanah secara real-time memungkinkan petani untuk mengelola irigasi

dengan lebih baik, sehingga mengurangi risiko pemborosan air dan meningkatkan hasil panen. Selain itu, kemampuan sistem untuk beroperasi dalam berbagai kondisi konektivitas menambah nilai praktis dari implementasi teknologi ini di lapangan.

Inovasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap keberlanjutan praktik pertanian di Indonesia, khususnya dalam menghadapi tantangan terkait perubahan iklim dan pengelolaan sumber daya air. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar penelitian ini melibatkan variabel tambahan seperti kelembapan udara dan intensitas cahaya, serta menerapkan teknologi yang lebih canggih guna meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem irigasi otomatis dalam skala yang lebih luas.

REFERENSI

- [1] M. N. Adlini dan H. K. Umaroh, "KARAKTERISASI TANAMAN JERUK (*Citrus sp.*) DI KECAMATAN NIBUNG HANGUS KABUPATEN BATU BARA SUMATERA UTARA," *KLOROFIL J. Ilmu Biol. dan Terap.*, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:235534297>
- [2] Z. Hanif, "Pengembangan Agribisnis Jeruk Nusantara," 2020, hal. 27–30.
- [3] I. Syahroni, "Teknik Budidaya Tanaman Jeruk siam pontianak (*Citrus Nobilis Var.microcarpa.*) Secara Baik dan Benar di BALITJESTRO." [Daring]. Tersedia pada: <https://sipora.polije.ac.id/14392/>
- [4] A. Abrar dan T. Tukino, "Pengembangan Sistem Pengontrolan Irigasi Cerdas dengan Teknologi Internet of Things (IoT)," *Pros. Semin. Nas. Ilmu Sos. dan Teknol.*, vol. 5, hal. 286–293, 2023, doi: 10.33884/psnistek.v5i.8096.
- [5] Miftahul Walid, H. Hoiriyah, dan A. Fikri, "PENGEMBANGAN SISTEM IRIGASI PERTANIAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Mnemon.*, vol. 5, no. 1, hal. 31–38, 2022, doi: 10.36040/mnemonic.v5i1.4452.
- [6] A. Koohang dan J. Paliszkievicz, "The Internet of Things: Review and Theoretical Framework," *Expert Syst. Appl.*, vol. 133, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.05.014.
- [7] E. Adriantantri dan J. dedy irawan, "IMPLEMENTASI IoT PADA REMOTE MONITORING DAN CONTROLLING GREEN HOUSE," *J. Mnemon.*, vol. 1, hal. 56–60, 2019, doi: 10.36040/mnemonic.v1i1.22.
- [8] T. Agrinusa, A. Kurniawan, dan A. Zaini, "Internet Of Things (IOT) untuk Pemantauan dan Pengendalian Urban Farming Menggunakan Metode Tanam dalam Ruang Berbasis Wireless Sensor Network," *J. Tek. ITS*, vol. 9, 2020, doi: 10.12962/j23373539.v9i1.51952.
- [9] M. Kusumawardani, M. Sarosa, dan R. I. Hapsari, "Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Pada Irigasi Tetes Untuk Tanaman Jeruk," *Pros. Konf. Nas. Pengabd. Kpd. Masy. dan Corp. Soc. Responsib.*, vol. 2, hal. 62–67, 2019, doi: 10.37695/pkmcscr.v2i0.447.

