



PERANCANGAN SISTEM IRIGASI OTOMATIS BERBASIS IOT UNTUK OPTIMALISASI PENGGUNAAN AIR PADA LAHAN PERTANIAN KERING

Nurhaliza

Universitas Muhammadiyah Cirebon, Indonesia

Corresponding email: nurhalizaabbas99@gmail.com

Abstract

The increasingly limited availability of water is a significant challenge in managing dry agricultural land, especially in areas with limited infrastructure. Conventional irrigation systems are often inefficient, leading to water wastage and decreased productivity. This research aims to design and test an automatic irrigation system based on the Internet of Things (IoT) that is able to optimize water use based on real-time soil moisture conditions. The method used is a Research and Development (R&D) approach with a system trial on five farmers on a 1.5-hectare dry land in Cirebon. The system prototype was developed using a humidity sensor, a microcontroller (ESP32), an automatic pump, and a GSM-based mobile dashboard. Data collection techniques include observation, sensor measurement, interviews, and user satisfaction questionnaires. The results showed that this system reduced the average daily water use by 28.6% compared to the manual method, maintained soil moisture in the optimal range (60–80%), and increased plant productivity by 12%. The success rate of the automatic irrigation system reaches 95%, and the user satisfaction score reaches 82/100. This system has proven to be effective, efficient, and easy to operate by farmers, and has the potential to be an applicable solution for water management in marginal agricultural land.

Keywords : Automatic Irrigation; Internet of Things (IoT); dry farmland; Water Efficiency; Smart Farming; Soil Moisture

Abstrak

Ketersediaan air yang semakin terbatas menjadi tantangan utama dalam pengelolaan lahan pertanian kering, khususnya di wilayah dengan infrastruktur terbatas. Sistem irigasi konvensional seringkali tidak efisien dan menyebabkan pemborosan air serta penurunan produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengoptimalkan penggunaan air berdasarkan kondisi real-time kelembapan tanah. Metode yang digunakan adalah pendekatan Research and Development (R&D) dengan uji coba sistem pada lima petani di lahan kering seluas 1,5 hektar di Cirebon. Prototipe sistem dikembangkan menggunakan sensor kelembapan, mikrokontroler (ESP32), pompa otomatis, serta dashboard mobile berbasis GSM. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, pengukuran sensor, wawancara, dan angket kepuasan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu menurunkan penggunaan air harian rata-rata sebesar 28,6% dibanding metode manual, menjaga kelembapan tanah dalam rentang optimal (60–80%), dan meningkatkan produktivitas tanaman sebesar 12%. Tingkat keberhasilan sistem irigasi otomatis mencapai 95%, dan skor

kepuasan pengguna mencapai 82/100. Sistem ini terbukti efektif, efisien, dan mudah dioperasikan oleh petani, serta berpotensi menjadi solusi aplikatif bagi pengelolaan air di lahan pertanian marginal.

Kata kunci: Irigasi Otomatis; Internet of Things (IoT); Lahan Pertanian Kering; Efisiensi Air; Smart Farming; Kelembapan Tanah

Corresponding Author;

E-mail:



Pendahuluan

Pertanian merupakan sektor vital dalam penyediaan pangan dunia, namun tantangan ketersediaan air di lahan pertanian kering semakin mengancam produktivitas pertanian global (FAO, 2021; Kharrou et al., 2020; Zhao et al., 2023). Lahan kering yang mendominasi sebagian besar wilayah pertanian di negara-negara berkembang menghadapi tekanan akibat iklim ekstrem dan ketersediaan air yang fluktuatif (Feres & Soriano, 2007; Grafton et al., 2018; IPCC, 2022). Dalam konteks ini, penggunaan teknologi modern seperti Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang semakin relevan untuk mengoptimalkan penggunaan air secara efisien.

Urgensi penelitian ini tidak hanya terletak pada aspek efisiensi air, tetapi juga pada peningkatan ketahanan pangan melalui pemanfaatan teknologi presisi (Nguyen et al., 2020; Bhardwaj et al., 2022; Sun et al., 2021). Irigasi tradisional, yang umumnya dilakukan berdasarkan pengalaman petani dan tidak berbasis data, seringkali menyebabkan over-irrigation atau under-irrigation yang berdampak pada kerusakan tanaman dan pemborosan sumber daya (González et al., 2019; Zhang et al., 2020; Chatterjee et al., 2022).

Menurut data Badan Pusat Statistik (2023), lebih dari 60% lahan pertanian Indonesia bergantung pada irigasi manual yang tidak responsif terhadap perubahan kondisi tanah dan cuaca. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa efisiensi air dapat ditingkatkan hingga 30% melalui penggunaan sistem berbasis sensor dan pengendalian otomatis (Ali et al., 2018; Kumar & Singh, 2020; Raut et al., 2021). Diagram berikut menunjukkan kebutuhan air harian berbagai tanaman yang menjadi dasar dalam pengaturan irigasi presisi:

Banyak studi telah dilakukan mengenai irigasi otomatis, seperti sistem berbasis mikrokontroler dan sensor kelembapan tanah yang dikembangkan oleh Salunke et al. (2020), serta penelitian oleh Al-Ghobari & Mohammad (2019) yang menyatakan bahwa sistem otomatis berbasis IoT mampu menurunkan konsumsi air hingga 40% tanpa menurunkan hasil panen. Namun, keterbatasan infrastruktur dan keterjangkauan teknologi di daerah pedesaan menjadi tantangan dalam implementasinya secara luas (Rani et al., 2022; Yildiz et al., 2021; Huang et al., 2023).

Gap penelitian masih terbuka dalam pengembangan sistem irigasi otomatis yang tidak hanya efisien tetapi juga hemat biaya dan mudah dioperasikan oleh petani lokal di lahan kering (Dlodlo et al., 2016; Gutiérrez et al., 2021; Fathima et al., 2023). Selain itu, belum

banyak sistem yang mengintegrasikan real-time data, prediksi cuaca, dan antarmuka pengguna yang adaptif terhadap kebutuhan lokal petani.

Novelty dari penelitian ini adalah perancangan sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang didesain khusus untuk lahan pertanian kering dengan mempertimbangkan keterbatasan infrastruktur desa. Sistem ini akan menggabungkan sensor kelembapan tanah, modul kendali mikrokontroler, serta koneksi nirkabel berbasis GSM atau LoRa untuk menjangkau wilayah minim jaringan internet (Patil & Kale, 2020; Sadeghi et al., 2021; Sharma et al., 2023).

Pendekatan yang digunakan bersifat holistik dengan mempertimbangkan faktor agronomis, teknis, dan sosial dalam implementasi sistem. Penelitian ini juga akan melakukan uji coba lapangan dalam skala kecil guna melihat efektivitas dan efisiensi air secara langsung di lingkungan nyata (Marjani et al., 2017; Kang et al., 2022; Vázquez et al., 2023).

Kontribusi penting dari studi ini diharapkan dapat memperkuat literatur tentang pertanian digital dan memberikan solusi nyata bagi petani di daerah-daerah rentan kekeringan. Dengan sistem berbasis IoT, irigasi dapat dikendalikan secara otomatis berdasarkan kebutuhan riil tanaman dan kondisi lahan secara waktu nyata (Bhatnagar et al., 2020; Navarro-Hellín et al., 2019; Mahalle et al., 2022).

Selain itu, desain antarmuka pengguna sistem ini akan difokuskan pada kesederhanaan dan keterbukaan teknologi sehingga memungkinkan adaptasi oleh berbagai kalangan petani tanpa memerlukan pelatihan yang kompleks (Sharma et al., 2021; Said & Ait-Kadi, 2020; Devi et al., 2022). Sistem akan diuji pada beberapa jenis tanaman utama seperti jagung dan kedelai yang umum ditanam di lahan kering Indonesia.

Dengan mempertimbangkan data kebutuhan air berbagai tanaman dan variasi kondisi iklim mikro di lapangan, sistem ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi waktu dan volume irigasi yang akurat dan berkelanjutan (Singh et al., 2022; Bakar et al., 2020; Wijesundara et al., 2021). Hal ini akan memberikan efisiensi maksimal dalam penggunaan air sekaligus mempertahankan produktivitas pertanian.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan menguji sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang mampu mengoptimalkan penggunaan air di lahan pertanian kering dengan pendekatan berbasis data, hemat biaya, dan mudah diterapkan. Penelitian ini diharapkan menjadi langkah awal dalam transformasi digital pertanian Indonesia yang lebih berkelanjutan.

Metode Penelitian

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (research and development / R&D) dengan model eksperimen rekayasa sistem berbasis teknologi. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang dapat mengoptimalkan penggunaan air di lahan pertanian kering. Model pengembangan yang digunakan adalah waterfall engineering design, yang mencakup tahapan perencanaan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Pendekatan ini sesuai digunakan dalam

pengembangan teknologi presisi di sektor pertanian (Wahyuni et al., 2021; Sari & Taufik, 2023; Raut et al., 2021).

B. Populasi dan Sampel (Population and Sampling)

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh petani yang mengelola lahan pertanian kering di Kecamatan Astanajapura, Kabupaten Cirebon, yang menggunakan sistem irigasi manual. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu petani yang bersedia berpartisipasi dalam uji coba sistem dan memiliki luas lahan kurang dari 1 hektar. Sampel utama terdiri dari 5 petani yang akan dilibatkan dalam uji coba sistem selama 2 bulan, serta lahan percobaan seluas total 1,5 hektar.

C. Instrumen Penelitian (Research Instrument)

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah prototipe sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang terdiri atas:

1. Sensor kelembapan tanah (soil moisture sensor)
2. Modul mikrokontroler (ESP32 atau Arduino UNO)
3. Pompa air otomatis
4. Sistem komunikasi GSM/LoRa
5. Dashboard monitoring berbasis mobile/webSelain itu, instrumen pendukung berupa:
6. Angket kepuasan pengguna (user experience & usability scale)
7. Lembar observasi terkait volume air, waktu pengairan, dan kondisi kelembapan lahan
8. Dokumentasi teknis saat instalasi dan penggunaan sistem.

D. Teknik Pengumpulan Data (Data Collection Technique)

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode:

1. Observasi langsung terhadap sistem yang dipasang di lahan uji coba (dokumentasi penggunaan air, kelembapan, dan waktu irigasi)
2. Wawancara semi-terstruktur dengan petani pengguna sistem untuk memperoleh persepsi, kemudahan, dan hambatan penggunaan
3. Pengukuran sensor (data logging otomatis dari sensor kelembapan dan volume air melalui dashboard IoT)
4. Angket pengguna untuk mengetahui pengalaman dan kepuasan terhadap sistem (System Usability Scale/SUS dan skala likert sederhana)

E. Prosedur Penelitian (Research Procedure)

Penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Studi pendahuluan dan identifikasi kebutuhan sistem pada lahan pertanian kering.
2. Perancangan sistem irigasi otomatis yang terdiri atas pemrograman mikrokontroler dan integrasi sensor.
3. Pembuatan prototipe dan pengujian awal di laboratorium.
4. Instalasi sistem di lahan petani dan uji coba lapangan selama 8 minggu.
5. Pengumpulan data dari sensor dan observasi manual (volume air, jadwal irigasi, kelembapan).
6. Wawancara dan angket kepada petani terkait pengalaman menggunakan sistem.
7. Analisis data dan evaluasi kinerja sistem, serta identifikasi kendala dan perbaikan sistem.

F. Teknik Analisis Data (Data Analysis Technique)

Data yang diperoleh akan dianalisis dengan pendekatan mixed methods, yaitu:

1. Analisis kuantitatif: Data sensor dan volume penggunaan air akan dianalisis menggunakan statistik deskriptif (rata-rata, standar deviasi, efisiensi)

- penggunaan air), serta perbandingan sebelum dan sesudah menggunakan sistem.
2. Analisis kualitatif: Data hasil wawancara dan observasi dianalisis menggunakan teknik reduksi data, kategorisasi, dan penarikan kesimpulan ala Miles & Huberman (2014).
 3. Evaluasi efektivitas sistem akan dihitung dari indikator: efisiensi air (%), kestabilan kelembapan optimal (% waktu tercapai), dan skor kepuasan pengguna.

Hasil dan Pembahasan

1. Efektivitas Penggunaan Air pada Sistem Irigasi Otomatis

Penurunan penggunaan air merupakan salah satu tujuan utama dari penerapan sistem irigasi otomatis berbasis IoT. Hasil uji coba menunjukkan bahwa penggunaan air harian mengalami penurunan signifikan sebesar 28,6% dibandingkan dengan metode irigasi manual. Tabel di bawah ini menggambarkan perbandingan penggunaan air harian untuk kedua metode irigasi tersebut.

Metode Irigasi Penggunaan Air (Liter/hari)

Manual	420
Otomatis	300

Menurut hasil yang diperoleh, sistem otomatis secara efektif mengatur aliran air berdasarkan kelembapan tanah yang terdeteksi oleh sensor, sehingga air hanya diberikan pada waktu yang tepat. Penurunan penggunaan air ini sejalan dengan temuan yang dilakukan oleh González et al. (2019), yang mengungkapkan bahwa penggunaan sensor berbasis IoT dapat mengurangi pemborosan air hingga 30% dalam irigasi pertanian. Penelitian oleh Zhang et al. (2020) juga mendukung hal ini, yang menunjukkan bahwa sistem otomatis dapat meningkatkan efisiensi air dan mengoptimalkan distribusi irigasi.

Grafik berikut menunjukkan perbandingan penggunaan air harian antara metode manual dan otomatis:

Sebagai tambahan, Grafton et al. (2018) menjelaskan bahwa efisiensi penggunaan air dalam pertanian dapat tercapai dengan baik jika teknologi berbasis data diterapkan. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem IoT dalam irigasi otomatis memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan sumber daya air di lahan pertanian kering.

2. Stabilitas Kelembapan Tanah dan Pengaruhnya terhadap Produktivitas Tanaman

Keberhasilan sistem irigasi otomatis tidak hanya terletak pada penghematan air, tetapi juga pada kemampuan untuk menjaga kelembapan tanah dalam rentang yang optimal bagi tanaman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kelembapan tanah tetap stabil antara 60% hingga 80% sepanjang periode pengujian, yang merupakan kisaran kelembapan yang ideal untuk pertumbuhan tanaman.

Hari Kelembapan Tanah (Manual) Kelembapan Tanah (Otomatis)

1	50%	75%
2	58%	72%

Hari Kelembapan Tanah (Manual) Kelembapan Tanah (Otomatis)

3	45%	68%
4	55%	80%
5	48%	78%

Sistem otomatis secara efektif menjaga kelembapan tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, seperti yang dilaporkan oleh Fereres & Soriano (2007), yang menjelaskan pentingnya pengaturan kelembapan tanah untuk meningkatkan hasil pertanian. Menurut Patil & Kale (2020), teknologi berbasis sensor mampu menyediakan data kelembapan yang lebih akurat dibandingkan dengan metode manual, yang cenderung tidak dapat merespons kondisi tanah secara real-time. Selain itu, produktivitas tanaman meningkat sebesar 12% dibandingkan dengan penggunaan irigasi manual. Hal ini menunjukkan bahwa kestabilan kelembapan tanah berkontribusi langsung pada kesehatan tanaman dan hasil panen. Penelitian oleh Mahalle et al. (2022) mendukung temuan ini, dengan menekankan bahwa kelembapan yang optimal meningkatkan penyerapan nutrisi dan mengurangi stres tanaman.

3. Kepuasan Pengguna terhadap Sistem Irigasi Otomatis

Salah satu aspek penting dalam evaluasi sistem irigasi otomatis berbasis IoT adalah sejauh mana petani menerima dan merasa puas dengan teknologi ini. Berdasarkan hasil survei menggunakan System Usability Scale (SUS), petani memberikan skor kepuasan rata-rata 82 dari 100, yang menunjukkan bahwa sistem ini sangat mudah digunakan dan memberikan manfaat yang signifikan.

Parameter	Skor Rata-Rata
Kemudahan Penggunaan	85
Keterbukaan Informasi (Dashboard)	80
Keterandalan Sistem	75
Penghematan Waktu dan Tenaga	88

Petani mengungkapkan bahwa sistem ini memudahkan mereka dalam mengelola irigasi tanpa harus terlibat langsung dalam proses penyiraman. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Devi et al. (2022), yang menunjukkan bahwa sistem berbasis IoT yang memiliki antarmuka pengguna sederhana dan jelas meningkatkan tingkat adopsi di kalangan petani. Selain itu, Sharma et al. (2021) menekankan bahwa desain yang ramah pengguna dan mudah diakses meningkatkan efektivitas teknologi pertanian di daerah pedesaan.

Namun, meskipun sebagian besar petani puas dengan sistem, beberapa petani mengungkapkan bahwa keterbatasan sinyal internet di beberapa lokasi menghambat kinerja sistem. Solusi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah penyimpanan data offline yang dapat disinkronkan saat sinyal kembali stabil, seperti yang dijelaskan oleh Yildiz et al. (2021).

4. Keandalan dan Responsivitas Sistem Otomatis

Keandalan sistem dalam mengatur irigasi otomatis sangat penting untuk memastikan sistem berfungsi tanpa gangguan, terutama dalam kondisi cuaca yang berubah-ubah. Hasil uji coba menunjukkan bahwa tingkat keandalan sistem mencapai 95%, dengan kegagalan hanya terjadi pada kondisi cuaca ekstrem yang mengganggu sinyal GSM.

Parameter Evaluasi Sistem Nilai (%)

Keandalan Sistem	95
Responsivitas Sistem	92
Kegagalan Sistem	5

Sistem ini menunjukkan waktu respons yang cepat, dengan pengaktifan pompa irigasi hanya membutuhkan waktu 2,5 detik setelah pembacaan data sensor. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat beroperasi secara efisien dalam kondisi nyata, seperti yang ditemukan oleh Bhardwaj et al. (2022) dan Navarro-Hellín et al. (2019), yang menjelaskan bahwa sistem berbasis IoT menawarkan pengendalian irigasi yang lebih responsif dan cepat.

Sistem ini juga dilengkapi dengan mode fallback ke irigasi manual jika terjadi gangguan teknis, memastikan bahwa irigasi tetap dapat dilakukan meskipun ada masalah dengan koneksi data (Gutiérrez et al., 2021). Dengan adanya backup sistem ini, petani merasa lebih aman dalam menggunakan teknologi ini.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan menguji sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang khusus untuk lahan pertanian kering dengan keterbatasan infrastruktur. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler, dan antarmuka monitoring berbasis mobile untuk memberikan solusi irigasi presisi secara real-time. Hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengurangi penggunaan air hingga 28,6% per hari dibandingkan metode irigasi manual, sambil mempertahankan kelembapan tanah dalam rentang optimal (60–80%) dan meningkatkan produktivitas tanaman sebesar 12%. Secara fungsional, sistem menunjukkan kinerja yang andal dengan tingkat keberhasilan siklus penyiraman otomatis mencapai 95%. Selain memberikan efisiensi penggunaan air, sistem ini juga mendapat respons positif dari petani, dengan skor kepuasan pengguna mencapai 82/100 menurut System Usability Scale (SUS). Temuan ini menunjukkan bahwa solusi teknologi berbasis IoT yang dirancang secara kontekstual, hemat biaya, dan mudah dioperasikan dapat menjadi inovasi nyata dalam menjawab tantangan konservasi air dan ketahanan pangan di wilayah pertanian marginal. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menjawab kebutuhan teknis irigasi efisien, tetapi juga memperkuat literatur mengenai implementasi teknologi cerdas di sektor pertanian skala kecil.

Daftar Pustaka

1. Ali, M., Hussain, S., & Manzoor, S. (2018). Development of a smart irrigation system using IoT. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(11), 293–297. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.091137>
2. Al-Ghobari, H. M., & Mohammad, F. S. (2019). Intelligent irrigation performance using microcontroller and sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*, 164, 104898. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104898>
3. Bhardwaj, A., Jain, A., & Jain, R. (2022). IoT based smart irrigation system for real-time water management. *Materials Today: Proceedings*, 62, 5383–5387. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.332>
4. Bhatnagar, S., Raj, K., & Khandelwal, A. (2020). Real-time soil moisture monitoring and controlling system using IoT. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 9(7), 818–821. <https://www.ijert.org>
5. Chatterjee, S., Santra, T., & Sarkar, B. (2022). Precision irrigation using soil moisture sensor: A smart agriculture approach. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 15(1), 45–52. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20221501.6558>
6. Devi, P., Devi, D., & Singh, R. (2022). Farmers' acceptance of IoT-based irrigation technologies: A usability perspective. *Sustainability*, 14(13), 8074. <https://doi.org/10.3390/su14138074>
7. Dlodlo, N., Gcaba, O., & Smith, A. (2016). The state of affairs in Internet of Things research. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 19(1), 77–88. <https://academic-publishing.org>
8. Fereres, E., & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 147–159. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl165>
9. Grafton, R. Q., Pittock, J., Tait, M., & White, C. (2018). Water efficiency: Technological and policy drivers. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 5(1), e1286. <https://doi.org/10.1002/wat2.1286>
10. Gutiérrez, J., Villa-Medina, J. F., Nieto-Garibay, A., & Porta-Gándara, M. A. (2021). Automated irrigation system using a wireless sensor network and GPRS module. *Sensors*, 21(2), 523. <https://doi.org/10.3390/s21020523>
11. Mahalle, P. N., Jivani, M. N., & Misal, M. G. (2022). Smart irrigation system using IoT and cloud computing. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 70(2), 137–143. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V70I2P219>
12. Navarro-Hellín, H., Martínez-del-Rincon, J., Domingo-Miguel, R., Soto-Valles, F., & Torres-Sánchez, R. (2019). A decision support system for managing irrigation in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 161, 154–167. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.03.002>
13. Patil, R., & Kale, N. (2020). Implementation of IoT for smart irrigation and crop growth prediction. *International Journal of Computer Applications*, 176(33), 1–6. <https://doi.org/10.5120/ijca2020920048>
14. Raut, S., Shinde, P., & Jain, D. (2021). IoT based automatic irrigation system using soil moisture sensor. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 8(6), 532–536. <https://www.irjet.net>

15. Salunke, K., Mane, S., & Gawade, S. (2020). Smart irrigation system using IoT and cloud computing. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(2), 5463–5465. <https://www.ijstr.org>