



Department of Digital Business

**Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)**

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 2 (2025) pp: 3887-3892

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

---

## **Rancang Bangun Inkubator Penetasan Telur Penyu Hijau Otomatis untuk Meningkatkan Keberhasilan Daya Tetas**

Muhammad Iqbal<sup>1\*</sup>, Ferawati<sup>2</sup>

Program studi pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nggusuwaru

<sup>1</sup>[nhacoacho@gmail.com](mailto:nhacoacho@gmail.com), <sup>2</sup>[ferawati0505@gmail.com](mailto:ferawati0505@gmail.com)

### **Abstrak**

*Penyu merupakan salah satu spesies yang terancam punah dan dilindungi di Indonesia. Tingkat keberhasilan penetasan telur penyu secara alami seringkali rendah akibat predasi, perubahan iklim, dan aktivitas manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis efektivitas inkubator penetasan telur penyu berbasis teknologi dalam meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan dan mendukung upaya konservasi. Metode penelitian ini meliputi perancangan inkubator penetasan otomatis, serta metode eksperimen perbandingan penetasan menggunakan inkubator penetasan otomatis dan penetasan semi alami. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan inkubator dengan kontrol suhu dan kelembaban dapat meningkatkan daya tetas dari 70% secara alami menjadi 95% menggunakan inkubator. Selain itu, kontrol suhu juga memungkinkan pengaturan rasio jenis kelamin tukik. Implementasi teknologi ini sangat potensial mendukung konservasi penyu di Indonesia*

*Kata Kunci: Rancang-Bangun, Inkubator, Telur, Otomatis, Keberhasilan, Tetas*

### **1. Latar Belakang**

Masalah populasi penyu hijau di Taman Nasional Moyo Satonda terus mengalami penurunan, hal ini diakibatkan oleh ketidakseimbangan rasio penetasan antara tukik berjenis kelamin jantan dan betina, walaupun sudah dilakukan upaya konservasi dengan membuat media pentasan telur penyu hijau dengan Hatchery dan Sarang semi alami, namun hal ini belum sepenuhnya mengatasi masalah ancaman pouplulasi Penyu Hijau tersebut. Berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola Taman Nasional Moyo Satonda saat ini bahwa penetasan telur penyu dengan menggunakan sarang semi alami ini, tingkat keberhasilan penetasan telur ini yaitu sekitar 40% sampai 60%, bisa menyentuh sekitar 75% apabila cuaca mendukung [1]. Selain upaya dari konservasi dalam membuat sarang semi alami untuk penetasan telur penyu terdapat alat penetas telur penyu, yaitu Intan Box yang dibuat oleh tim BSTF (Banyuwangi Sea Turtle Foundation) [2]. Pada alat ini untuk kontrol suhu dan kelembaban masih menggunakan thermostat, belum bisa di kontrol melalui internet atau jarak jauh. telur penyu di Intan Box ini akan ditaruh di dalam wadah semacam tabung yang telah dilubangi. Tingkat keberhasilan penetasan telur dari alat ini yaitu rata-rata diatas 90% [3]. Namun intan box ini memiliki penyu ini, menurut hasil observasi penulis kelemahan yaitu suhu dan kelembaban pada alat tersebut tidak bisa dipantau dari jarak jauh, hal ini menyulitkan pihak konservasi apabila terdapat beberapa intan box di berbagai tempat, jadi untuk mengecek suhu dan kelembaban perlu ke lokasi, begitu juga dengan pengaturan suhu dan kelembaban pada Intan Box ini belum menggunakan teknologi IoT untuk mengontrol suhu dan kelembaban [4].

Dari kekurangan Intan Box tersebut, dengan menggunakan teknologi IoT memungkinkan integrasi dan konektivitas antar perangkat melalui jaringan internet, memungkinkan data untuk dipertukarkan dan dianalisis secara real-time tanpa campur tangan manusia [5]. Penerapan IoT dalam kontrol suhu dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meningkatkan responsivitas terhadap perubahan kondisi lingkungan, yang sangat penting dalam berbagai sektor seperti industri, pertanian, dan rumah tangga. Selain itu juga untuk meningkatkan efisiensi, karena pengguna tidak perlu lagi melakukan pengecekan secara langsung ke lokasi, melainkan dapat memantau kondisi suhu dan kelembaban melalui perangkat ponsel. Kemampuan ini mendukung terciptanya sistem yang lebih otomatis dan terintegrasi, memungkinkan manajemen yang lebih efektif dan efisien [6].

---

Rancang Bangun Inkubator Penetasan Telur Penyu Hijau Otomatis untuk Meningkatkan Keberhasilan Daya Tetas

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Perancangan Inkubator Penetasan Otomatis

Sistem penetasan otomatis ini dirancang dengan komponen utama sebagai berikut:

- 1) Sensor Lingkungan: Sensor suhu (DHT22 atau sejenisnya) dan sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor) ditempatkan di dalam ruang inkubasi untuk memantau kondisi secara real time.
- 2) Mikrokontroler: Arduino Mega atau ESP32 dipilih sebagai pusat kontrol karena kemampuannya memproses data dari sensor dan mengontrol aktuator.
- 3) Pemanas (Heater): Elemen pemanas resistif atau lampu infra merah dikendalikan oleh modul relay untuk menjaga suhu pada rentang optimal.
- 4) Pelembab (Humidifier): Nebulizer ultrasonik atau sistem tetes air otomatis digunakan untuk menjaga kelembaban substrat.
- 5) Sistem Ventilasi: Kipas kecil untuk sirkulasi udara dan mencegah penumpukan panas atau kelembaban berlebih.
- 6) Antarmuka Pengguna dan Pemantauan Jarak Jauh: Modul Wi-Fi (ESP32) terintegrasi untuk mengirimkan data sensor ke server cloud (misalnya, Thingspeak atau Firebase). Pengguna dapat memantau kondisi dan menerima notifikasi melalui aplikasi seluler atau antarmuka web.
- 7) Struktur Inkubasi: Kotak inkubasi yang terisolasi dengan baik, terbuat dari bahan yang tidak toksik dan mudah dibersihkan, dengan kompartemen terpisah untuk setiap sarang telur.

### 2.2 Eksperimen

Pengumpulan telur: telur penyu di ambil dari sarang alami dengan menggunakan ember yang ditutup dengan pasir halus, kemudian di tempatkan pada inkubator penetasan otomatis dalam jumlah 100 butir dalam 2 inkubator dan 100 butir telur penyu akan ditempatkan pada sarang semi alami yang terdapat pada hatchery. Untuk mengetahui keberhasilan penetasan telur penyu dengan menggunakan inkubator penetasan otomatis dengan membandingkan penetasan menggunakan sarang semi alami. Adapun parameter pengujian antara lain:

- 1) Tingkat keberhasilan penetasan
- 2) Rentah suhu inkubasi
- 3) Rentang kelembapan pasir
- 4) Rata-rata durasi inkubasi
- 5) Tukik sehat
- 6) Kematian embrior
- 7) Faktor gangguan eksternal

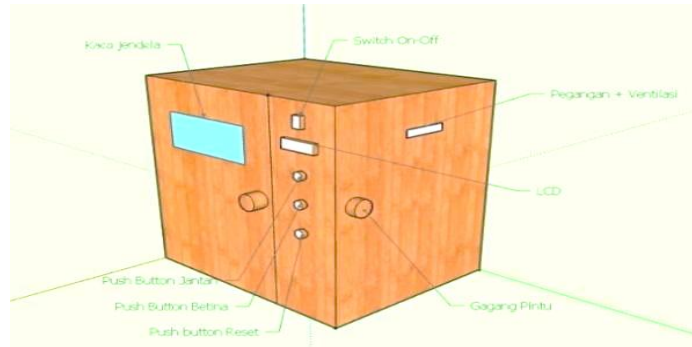
Adapun rumus perhitungan sebagai berikut

$$\text{Keberhasilan Penetasan} = \left( \frac{\text{Jumlah Tukik}}{\text{Jumlah Telur}} \right) \times 100 = \dots \%$$

## 3. Hasil dan Diskusi

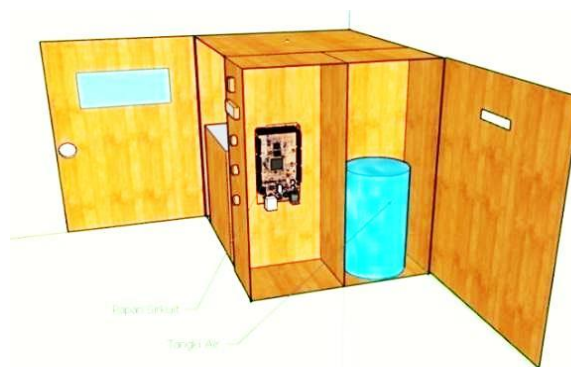
### 3.1 Perancangan Inkubator Penetasan Otomatis

Desain sistem penetasan otomatis “*Inkubator Penetasan Otomatis*” dibuat dengan bahan triplek ketebalan 8 mm dengan ukuran keseluruhan panjang 50 cm, lebar 40 cm, tinggi 50 cm, terdapat juga kotak untuk menyimpan media pasir dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 30 cm, tinggi 30 cm. Kapasitas kotak pasir diperkirakan dapat menyimpan 50 sampai 64 butir telur penyu tergantung dengan jenisnya. Ukuran telur bervariasi antar spesies penyu, dengan ukuran telur terkecil milik Penyu Hijau (*Chelonia Mydas*) dengan diameter 3,8 cm dan telur terbesar milik Penyu Belimbing (*Dermochelys coriacea*) diameter 5,3 cm, namun pada penelitian ini khusus menggunakan telur penyu hijau (*Chelonia Mydas*) dengan kapasitas penyimpanan 50 butir telur Penyu Hijau (*Chelonia Mydas*) [3]. Gambar 1 adalah tampilan bagian depan dan samping kanan “*Inkubator Penetasan Otomatis*”, pada bagian ini terdapat saklar, LCD, *Push Button* jantan, *Push Button* betina, *Push Button* reset, Gagang pintu, kaca jendela, dan pegangan sekaligus ventilasi.

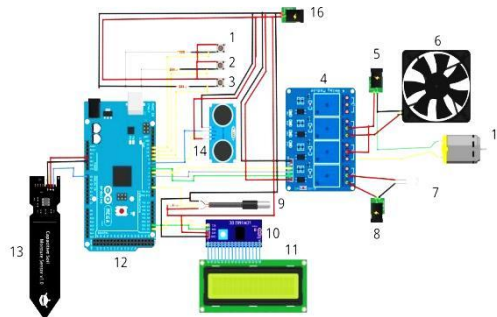


Gambar 1. Tampilan bagian depan dan samping kanan

Gambar 2 adalah tampilan bagian penyimpanan tangki air dan papan sirkuit, pada bagian ini disimpan tangki air dan juga komponen-komponen yang digunakan dalam prototipe “*Inkubator Penetasan Otomatis*”.



Gambar 2. Tampilan bagian penyimpanan tangki air dan Komponen



Gambar 3. Diagram skematik

Perangkat lunak (*software*) adalah sekumpulan data instruksi yang ditanamkan pada komputer. *Software* dibutuhkan sebagai penghubung semua komponen perangkat keras (*hardware*) dengan penggunanya. Berdasarkan jenisnya *software* dibagi menjadi 3 jenis, yaitu sistem operasi, bahasa pemrograman, dan program aplikasi [7]. Pada penelitian ini, digunakan 2 jenis *software* yaitu bahasa pemrograman Arduino IDE untuk ditanamkan pada Mega + Wi-Fi dan program aplikasi *Blynk* untuk pemantauan suhu, kelembapan, dan sisa air dalam tangki berbasis *Internet of things* [8]. Perancangan program mikrokontroler Mega + Wi-Fi menggunakan aplikasi Arduino IDE, dilakukan dengan dua (2) tahapan sebagai berikut :

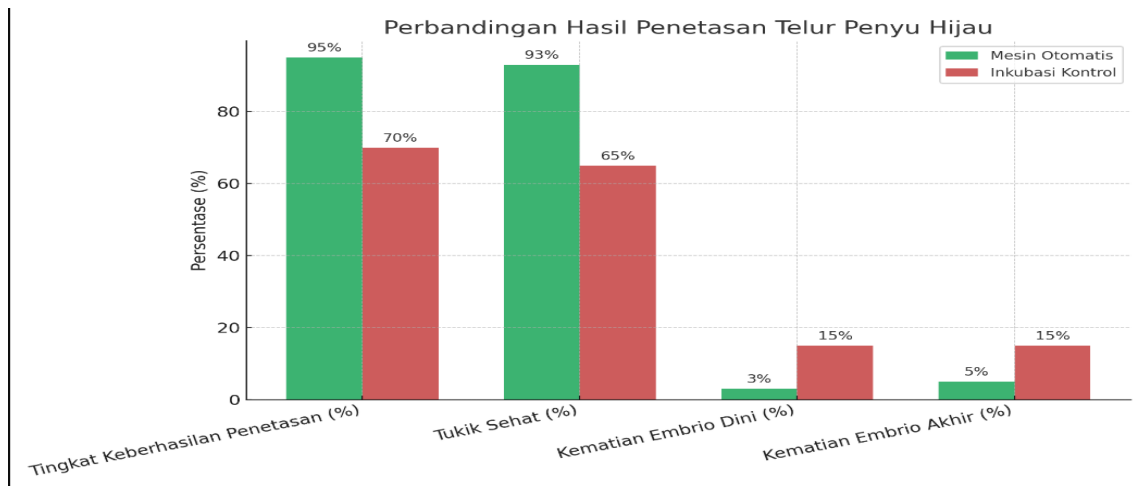
- 1) Mode pertama, CH340G terkoneksi ke ESP8266 digunakan untuk mengunggah *firmware* ESP8266, *software* yang digunakan untuk mengunggah *firmware* adalah “*esp8266 flasher*”, *file* yang digunakan untuk mengisi *firmware* ESP8266 berekstensi .bin, tampilan *esp8266 flasher* [9].
- 2) Mode kedua, CH340G terkoneksi ke ATmega2560 COM3 terkoneksi ke ESP8266 digunakan untuk mengunggah *sketch* program dari aplikasi Arduino IDE ke mikrokontroler [10].

### 3.2 Hasil Eksperimen

Berdasarkan hasil pengujian dari pengujian terhadap teknologi inkubator penetasan otomatis tersebut dengan melakukan perbandingan penetasan menggunakan sarang semi alami yang terdapat dalam hatchery. Maka ditemukan data sebagai berikut:

Parameter pengujian	Mesin penetasan otomatis (kelompok eksperimen)	Metode inkubasi kontrol (inkubasi semi alami)	Perbedaan/ keterangan
<b>Jumlah telur awal</b>	100 telur	100 telur	Perbandingan jumlah telur awal sama untuk kedua kelompok
<b>Jumlah telur menetas</b>	95 telur	70 telur	Menunjukkan jumlah tukik yang berhasil menetas
<b>Tingkat keberhasilan penetasan (%)</b>	95%	70%	Dihitung dari (jumlah telur menetas/jumlah telur awal) 100%
<b>Rentang suhu inkubasi (°C)</b>	29.0-29.5	27.5-31.0	Rentang suhu yang tercatat selama masa inkubasi
<b>Rentang kelembaban pasir (%)</b>	78-82	65-85	Rentang kelembaban di dalam sarang dan inkubator
<b>Rata-rata durasi inkubasi (hari)</b>	55 hari	58 hari	Durasi total dari penempatan telur hingga penetasan tukik pertama
<b>Tukik sehat (tidak ada deformitas)</b>	93 %	65 %	Jumlah tukik yang menetas tanpa cacat fisik yang terlihat
<b>Kematian embriod dini (%)</b>	3 %	15 %	Presentase telur yang gagal menetas pada fase awal perkembangan
<b>Kematian embriod akhir (%)</b>	5%	15 %	Presentasi telur yang gagal menetas pada fase akhir perkembangan
<b>Faktor eksternal gangguan</b>	Sangat rendah (terkendali)	Tinggi (predasi, cuaca, gangguan manusia)	Tingkat resiko dari faktor luar

Berdasarkan hasil pengujian terhadap inkubator penetasan telur penyu otomatis dengan melakukan perbandingan melalui penggunaan metode sarang semi alami pada hatchery. Dimana menunjukkan bahwa penggunaan inkubator untuk penetasan telur penyu lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan sarang semi alami dan hatchery [11]. Hal ini dilihat dari perbandingan parameter pengujian, dimana jumlah awal dari telur yang dimasukkan ke dalam inkubator sejumlah 100 butir sama dengan jumlah yang dimasukkan ke dalam sarang semi alami. Namun berdasarkan hasil penetasan, inkubator dari jumlah 100 butir telur yang dimasukkan ada sekitar 95 butir telur yang berhasil ditetaskan dengan tingkat keberhasilan 95% dengan total: 1) Tukik sehat (tidak ada deformitas) 93%, 2) Kematian embriod dini 3%, dan 3) Kematian embriod akhir hanya 5% [12]. Sedangkan sarang semi alami hanya 70 butir telur yang berhasil ditetaskan dengan tingkat keberhasilan hanya 70%, dengan total : 1) Tukik sehat (tidak ada deformitas) 65 %, 2) Kematian embriod dini 15%, dan 3) Kematian embriod akhir hanya 15% [13]. Selain efektif dalam menetas telur penyu dengan penggunaan inkubator sebagai media penetasan telur penyu dapat memotong durasi inkubasi yang biasanya dengan menggunakan sarang semi alami memakan waktu 58 hari, sedangkan dengan menggunakan inkubator penetasan otomatis hanya memakan waktu 55 hari. Jadi lebih cepat masa inkubasi menggunakan inkubator dibandingkan sarang semi alami [14].



Keberhasilan penetasan telur penyu hijau dengan menggunakan inkubator penetasan otomatis dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: 1) Rentang suhu inkubasi 29.0-29.5°C, 2) Rentang kelembaban pasir 78-82%, 3) Faktor gangguan eksternal yang Sangat rendah (terkendali) [15]. Hal ini sangat cukup jauh berbeda jauh dengan kondisi yang mempengaruhi penetasan telur penyu hijau menggunakan inkubasi kontrol dengan sarang semi alami, yang dimana 1) Rentang suhu inkubasi 27.5-31.0°C, 2) Rentang kelembaban pasir 65-85%, 3) Faktor gangguan eksternal Tinggi (predasi, cuaca, gangguan manusia) [16].

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat di simpulkan bahwa ada beberapa Faktor yang mempengaruhi terhadap keberhasilan penetasan telur Penyu Hijau (*Chelonia Mydas*) sehingga menjadi tukik 95% yaitu salah satunya adalah penggunaan teknologi inkubator penetasan otomatis. Selain penggunaan teknologi inkubator penetasan otomatis, Faktor suhu inkubasi juga hal penting dalam mempengaruhi terhadap masa inkubasi, sehingga telur penyu hijau dapat menetas efektif dengan tingkat kelembaban sarang pasir 78-82%. Adapun faktor eksternal juga sangat mempengaruhi terhadap keberhasilan daya tetas telur semakin tingginya gangguan eksternal maka semakin rendah pula tingkat keberhasilan penetasan telur penyu hijau begitu pun sebaliknya.

#### Referensi

- [1] A. N. Iqbal Muhammad, Nurfathurrahmah, "Keberhasilan Ekowisata Berbasis Penangkaran Penyu Hijau ( *Chelonia mydas* ) Dengan Sarang Semi Alami Pada Lokasi Hatchery," vol. 12, no. 2, 2023.
- [2] Y. Sari, S. Achmady, L. Qadriah, U. J. Ghafur, G. Gapui, and B. Telegram, "Sistem Monitoring Incubator Penetasan Telur Berbasis NodeMCU dan Bot Telegram," vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [3] N. T. Somantri, Y. B. Zainal, and W. Nugraha, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan pada Mesin Tetas Telur Penyu Berbasis IoT Di Penangkaran Penyu Batu Hiu Pangandaran," vol. 23, no. 01, pp. 23–32, 2024.
- [4] H. Santoso, T. Hestirianoto, I. Jaya, and S. Pujiyati, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban dan Suhu Pasir Sarang Penyu Berbasis Internet of Things ( IoT )," vol. 1, pp. 1–5, 2023.
- [5] S. Yalcin, S. Özkan, and T. Shah, "Incubation Temperature and Lighting : Effect on Embryonic Development , Post-Hatch Growth , and Adaptive Response," vol. 13, no. May, pp. 1–16, 2022, doi: 10.3389/fphys.2022.899977.
- [6] E. Khetrin, G. Widi, and S. Ervia, "Percentage of Hatching Success of Olive Ridley Turtle ( *Lepidochelyis olivacea* ) Eggs in Natural and Semi-Natural Nests and the Quality of the Turtle Conservation Community ( TCC ), Lombok , Indonesia," vol. 2, no. 3, 2024.
- [7] S. Octaviani, T. Ghazali, and W. W. Basuki, "Pembuatan inkubator tukik untuk konservasi penyu pantai pangumbahan ujung genteng," vol. 1, no. 2, pp. 964–970, 2023.
- [8] C. R. Gatto and R. D. Reina, "A review of the effects of incubation conditions on hatchling phenotypes in non - squamate reptiles," *J. Comp. Physiol. B*, vol. 192, no. 2, pp. 207–233, 2022, doi: 10.1007/s00360-021-01415-4.
- [9] W. A. Fares, M. R. M. Ahmed, R. E. Rizk, E. H. A. Shahein, N. G. Boutrous, and K. El-sabrou, doi: 10.1007/s00360-021-01415-4.

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.1092>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

- “Influence of non-ventilating intervals during early incubation stage on egg hatching process,” vol. 16, pp. 1534–1540, 2023.
- [10] L. M. S. A *et al.*, “Optimising the hatching success of arti fi cially incubated eggs for use in a conservation program for the western saw-shelled turtle ( *Myuchelys bellii* ),” 2021, doi: 10.1071/ZO22014.
- [11] P. Taylor, S. Hanane, and L. Baamal, “Are Moroccan fruit orchards suitable breeding habitats for Turtle Doves *Streptopelia turtur* ? Are Moroccan fruit orchards suitable breeding habitats for Turtle Doves *Streptopelia turtur* ?,” no. November 2014, pp. 37–41, 2011, doi: 10.1080/00063657.2010.518230.
- [12] S. M. Al-ghais, “Zoology in the Middle East Nesting of Hawksbill Turtles , *Eretmochelys imbricata* , on the islands of the Arabian Gulf,” no. June, pp. 37–41, 2013.
- [13] C. T. Hayes *et al.*, “Impacts of recreational diving on hawksbill sea turtle ( *Eretmochelys imbricata* ) behaviour in a marine protected area ( *Eretmochelys imbricata* ) behaviour in a marine protected area,” vol. 9582, no. May, 2016, doi: 10.1080/09669582.2016.1174246.
- [14] F. Pegas, A. Coghlan, and V. Rocha, “An exploration of a mini-guide programme : Training local children in sea turtle conservation and ecotourism in Brazil,” no. July 2014, pp. 37–41, doi: 10.1080/14724049.2011.631710.
- [15] S. Mendes, J. Martins, T. Mouga, and W. C. Reviewing, “Ecotourism based on the observation of sea turtles – A sustainable solution for the touristic promotion of são tomé and príncipe Ecotourism based on the observation of sea turtles – A sustainable solution for the touristic promotion of são tomé and príncipe,” *Cogent Soc. Sci.*, vol. 00, no. 00, 2019, doi: 10.1080/23311886.2019.1696001.
- [16] G. G. Prakosa, N. T. Waskitho, J. Kehutanan, F. P. Universitas, and M. Malang, “Studi potensi ekowisata danau pulau satonda di desa nagamiro kecamatan pekat kabupaten dompu provinsi nusa tenggara barat 1,” vol. 01, no. 01, pp. 17–30.