



## Rancangan sistem tracking armada kelapa sawit menggunakan telekomunikasi mandiri metode penyimpanan data store dan forward

### *The palm oil fleet tracking system design uses independent telecommunications, store and forward data storage methods*

Umar Tsani Abdurrahman\*, Nurkholis, Iskandar, Pria Sukamto

\* Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi, Cileungsi, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

#### INFORMASI ARTIKEL

##### **Article History:**

Submission: 25-02-2024

Revised: 13-05-2024

Accepted: 23-05-2024

##### **Kata Kunci:**

8266 IoT; GIS; starlink;  
remote area; asset  
tracking

##### **Keywords:**

8266 IoT; GIS; starlink;  
remote area; asset  
tracking

##### **Korespondensi:**

**Umar Tsani**

**Abdurrahman**

Umar.tsani

@sttmcileungsi.ac.id

#### ABSTRAK

Dalam rangka meningkatkan efisiensi operasional perkebunan sawit, salah satu caranya adalah melakukan pemantauan armada operasional perkebunan melalui sistem IoT. Berbeda dengan sistem IoT umumnya dimana tersedia akses internet atau WIFI, pada perkebunan sawit infrastruktur telekomunikasi tersebut sebagian besar tidak tersedia karena berada pada lokasi remote. Oleh karena itu artikel ini akan membahas perancangan IoT berbasis pada jaringan 8266 Wifi dan optionnya dengan LoRaWan. Rancangan ini juga akan otomatis mensupport jaringan Starlink melalui koneksi Wifi. Rancangan sudah diujikan dan berjalan dengan baik pada mode direct data transfer dari IoT device ke Wifi akses point terdekat. Sistem IoT juga secara otomatis akan menyimpan pengukurannya pada device untuk dikirimkan saat kapanpun Wifi terdeteksi. Kemampuan penyimpanan data device tersebut pada rancangan ini dibuat sampai lebih dari 1 Giga items atau lebih dari 10 tahun bekerja. Settingan untuk tiap device disimpan pada micro SD, begitu juga semua data yang belum dikirim ke server, ini memudahkan untuk deployment dan maintenance. Pengembangan berikutnya yang kiranya diperlukan adalah mode store and forward dari satu IoT device ke peer IoT device yang serupa yang dapat berjalan otomatis, sehingga coverage area dari jaringan dimana unit-unit beroperasi secara efektif dapat menjadi berlipat ganda.

#### ABSTRACT

*In order to increase the operational efficiency of palm oil plantations, one way is to monitor plantation operational fleets through the IoT system. In contrast to IoT systems in general where internet or WIFI access is available, in palm oil plantations the telecommunications infrastructure is mostly not available because it is in remote locations. Therefore, this article will discuss IoT design based on the 8266 Wifi network and its options with LoRaWan. This plan will also automatically support the Starlink network via a Wifi connection. The design has been tested and runs well in direct data transfer mode from the IoT device to the nearest WiFi access point. The IoT system will also automatically save measurements on the device to be sent whenever Wi-Fi is detected. The data storage capability of the device in this design is made up to more than 1 Giga items or more than 10 years of operation. Settings for each device are stored on the micro SD, as is all data that has not been sent to the server, this makes deployment and maintenance easier. The next development that is needed is a store and forward mode from one IoT device to a similar peer IoT device that can run automatically, so that the*



*coverage area of the network where the units operate effectively can be doubled.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Lahan sawit, sering kali tersebar di daerah terpencil dengan aksesibilitas yang terbatas, menemui kendala signifikan dalam hal telekomunikasi, internet, dan penerapan *Internet of Things* (IoT) [1],[2]. Keterpencilan geografis menciptakan tantangan infrastruktur telekomunikasi yang serius. Menara sinyal dan jaringan telepon seluler mungkin terbatas, mengakibatkan daerah tersebut memiliki konektivitas yang rendah. Kondisi ini dapat menghambat lahan sawit untuk memanfaatkan layanan telekomunikasi modern, yang merupakan elemen kunci dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam manajemen perkebunan kelapa sawit.

Selain telekomunikasi yang terbatas, akses internet yang terbatas di daerah terpencil juga memperlambat implementasi teknologi *Internet of Things* (IoT) di lahan sawit. Solusi berbasis IoT, seperti sensor untuk pemantauan tanah, cuaca, dan pertumbuhan tanaman, memerlukan konektivitas yang kuat untuk beroperasi secara efektif. Keterbatasan infrastruktur telekomunikasi dan akses internet menjadi penghalang untuk memanfaatkan potensi penuh dari solusi IoT yang dapat meningkatkan efisiensi, memprediksi perawatan, dan mengoptimalkan manajemen lahan sawit.

Upaya untuk mengatasi keterpencilan dari lahan sawit dapat melibatkan pengembangan infrastruktur telekomunikasi dan akses internet yang lebih baik, sekaligus mendorong penerapan teknologi IoT. Penggunaan teknologi satelit dan solusi nirkabel inovatif dapat memberikan alternatif yang efektif untuk mengatasi kendala geografis. Dengan meningkatnya konektivitas, lahan sawit dapat memanfaatkan keuntungan teknologi berbasis data, meningkatkan efisiensi operasional, dan mengambil langkah menuju pertanian yang lebih berkelanjutan.

IoT device dengan menggunakan 8266 dalam beberapa tahun ini berkembang pesat. NodeMCU ESP8266 adalah modul WiFi yang memungkinkan kita sebagai pengembang untuk dengan mudah mengintegrasikan konektivitas Internet pada proyek Internet of Things. Modul dimaksud dapat dilihat pada [Gambar 1](#).



[Gambar 1](#). 8266 Module [3]

Untuk memulai, langkah pertama yang perlu diambil adalah mempersiapkan perangkat keras dan lunak. Dari segi perangkat keras, kita memerlukan NodeMCU ESP8266, kabel USB micro, dan opsionalnya, breadboard dan kabel jumper. Secara perangkat lunak, Arduino IDE merupakan pilihan yang umum digunakan, dan perlu ditambahkan dukungan untuk ESP8266 agar kita dapat memprogram NodeMCU.

Setelah perangkat keras dan lunak terpasang, langkah berikutnya adalah mempersiapkan NodeMCU. Hubungkan NodeMCU ke komputer menggunakan kabel USB micro, dan pastikan kita telah memilih board dan port yang sesuai dalam Arduino IDE. Langkah selanjutnya adalah mencoba kode contoh sederhana, seperti contoh Blink, yang memungkinkan NodeMCU untuk mengendalikan LED. Dengan menggunakan Serial Monitor, kita dapat memantau output dan memastikan bahwa NodeMCU berfungsi dengan benar.

Setelah berhasil menjalankan proyek sederhana, langkah berikutnya adalah mengeksplorasi proyek-proyek lebih lanjut. Mulai dari membaca sensor dan mengontrol perangkat fisik hingga mengimplementasikan komunikasi WiFi untuk mentransfer data antar perangkat. NodeMCU ESP8266 memberikan fleksibilitas yang tinggi untuk pengembangan proyek IoT, dan pemahaman

yang lebih mendalam tentang pemrograman dan fungsionalitas perangkat tersebut akan membantu kita mengembangkan proyek IoT yang lebih kompleks dan inovatif.

NodeMCU ESP8266 memiliki kemampuan WiFi yang sangat berguna dalam konteks proyek Internet of Things. Sebagai sebuah modul mikrokontroler yang didukung oleh chip ESP8266, NodeMCU memungkinkan kita untuk mengintegrasikan konektivitas nirkabel ke dalam proyek-proyek kami dengan sangat efisien. Kemampuan utama NodeMCU adalah kemampuan untuk terhubung ke jaringan WiFi, memungkinkan pertukaran data dan pengendalian perangkat secara nirkabel.

Pertama-tama, kita perlu memastikan bahwa NodeMCU terhubung ke jaringan WiFi. Dengan menggunakan Arduino IDE [4], kita dapat dengan mudah mengonfigurasi pengaturan WiFi seperti nama jaringan (SSID) dan kata sandi. Setelah terhubung, NodeMCU dapat berkomunikasi dengan perangkat lain dalam jaringan yang sama. Ini membuka pintu untuk berbagai aplikasi IoT, mulai dari pemantauan lingkungan hingga pengendalian perangkat di jarak jauh.

Selain itu, NodeMCU mendukung protokol komunikasi nirkabel seperti MQTT, yang memungkinkan pertukaran data yang efisien dan andal antar perangkat IoT. Ini sangat bermanfaat ketika kita ingin membuat sistem yang dapat mengirim dan menerima data dari server atau perangkat lain di internet. Dengan demikian, kemampuan WiFi dari NodeMCU membuka potensi besar untuk pengembangan proyek-proyek IoT yang terkoneksi secara online.

Sistem Store and Forward dalam konteks Internet of Things adalah strategi komunikasi yang mengizinkan perangkat untuk mengumpulkan dan menyimpan data secara sementara sebelum mengirimkannya ke tujuan akhir. Di lingkungan IoT, di mana perangkat dapat beroperasi dalam kondisi jaringan yang tidak stabil atau terbatas, pendekatan ini memberikan keandalan yang lebih tinggi dalam pengiriman dan penerimaan data.

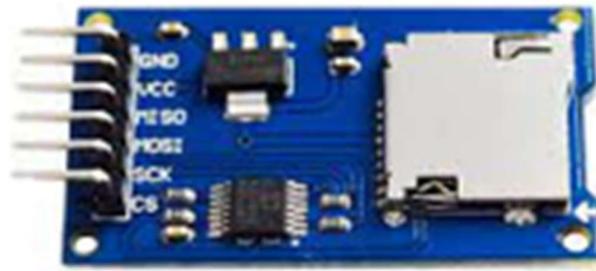
Dalam implementasi sistem Store and Forward, perangkat IoT memiliki kemampuan untuk menangkap data dari berbagai sensor atau sumber, dan kemudian menyimpannya dalam penyimpanan lokal sebelum mengirimkannya ke cloud atau server pusat. Ini memungkinkan perangkat untuk berfungsi secara mandiri, bahkan ketika tidak ada koneksi jaringan yang aktif. Data yang dikumpulkan dan disimpan sementara tersebut dapat diatur untuk dikirimkan pada interval waktu tertentu atau saat koneksi jaringan menjadi stabil.

Keuntungan utama dari sistem store and forward yaitu kemampuannya untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, termasuk energi dan bandwidth. Perangkat IoT dapat menyesuaikan pengiriman data sesuai dengan kondisi lingkungan dan ketersediaan sumber daya, menghasilkan efisiensi yang lebih baik dan memungkinkan operasi yang lebih andal dalam situasi keterbatasan konektivitas. Seiring dengan meningkatnya kompleksitas jaringan IoT, sistem Store and Forward menjadi solusi krusial untuk memastikan keandalan dan efektivitas komunikasi data di seluruh ekosistem IoT yang terhubung.

Adapun tujuan penelitian ini yaitu membuat rancangan telekomunikasi prototype untuk sistem tracking armada penarikan kelapa sawit menggunakan telekomunikasi menggunakan module NodeMCU ESP8266 untuk memantau 10 ribu sampai 15 ribu kendaraan.

## 2. METODE

Pada tahap awal pengembangan sistem menggunakan NodeMCU ESP8266, Arduino IDE, modul GPS, dan modul penyimpanan SD card, langkah pertama yang ditempuh adalah pemilihan perangkat keras yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang panas dan lembab. Pemilihan NodeMCU ESP8266, modul GPS, dan modul penyimpanan SD card yang tahan terhadap kondisi ekstrem menjadi kunci dalam memastikan kehandalan operasional system [5]. Modul SD Card dimaksud terlihat pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Micro SD module [6]

Setelah pemilihan perangkat keras, dilakukan konfigurasi Arduino IDE untuk mendukung pengembangan dengan NodeMCU ESP8266. Integrasi modul GPS dan modul penyimpanan SD card memerlukan penyesuaian agar sistem dapat membaca data lokasi dan menyimpannya dengan efisien [7].

Pengembangan skrip Arduino menjadi tahap selanjutnya, di mana perhatian khusus diberikan pada pengelolaan input dari satu sensor analog dan lima sensor digital. Implementasi fasilitas store and forward menjadi kunci dalam menjaga integritas data ketika koneksi internet tidak stabil [8].

Integrasi sensor analog dan digital menjadi langkah selanjutnya, dengan sensor tersebut dirancang untuk memberikan informasi akurat mengenai lingkungan sekitar. Sensor suhu dan kelembaban tambahan dapat diaplikasikan untuk memahami dinamika lingkungan yang lebih luas [9]. Optimalisasi daya menjadi fokus untuk mendukung kelangsungan operasi 24 jam. Penggunaan strategi manajemen daya yang efisien, termasuk modul sleep dan kontrol daya yang cerdas, menjadi bagian integral dari pengembangan ini [10].

Untuk Sensor pokok yang harus terpasang adalah penerima GPS, yang memungkinkan device melakukan tracking posisi kendaraan secara kontinyu 24 jam. Modul ini terlihat pada Gambar 3.



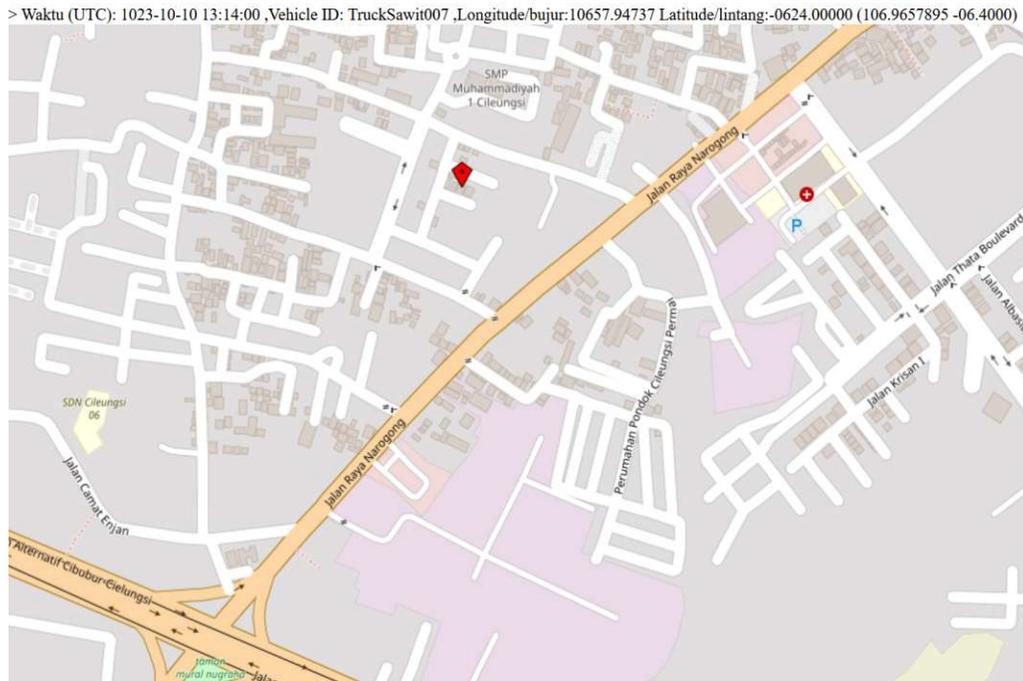
Gambar 3. GPS module [11]

Pengujian fungsional dilakukan terlebih dahulu di lingkungan simulasi yang mencerminkan kondisi panas dan lembab. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk memvalidasi respons sistem terhadap fluktuasi kondisi lingkungan [12]. Proses pengujian dilanjutkan di lapangan yang sebenarnya, di mana pengumpulan data dilakukan selama periode waktu yang panjang untuk mengevaluasi performa dan keandalan sistem dalam kondisi nyata [13].

Hasil dari pengujian lapangan menjadi dasar untuk peningkatan dan perbaikan sistem. Pembaruan firmware dan perangkat keras dilakukan berdasarkan evaluasi kinerja dan umpan balik dari pengujian lapangan [14]. Sistem diimplementasikan di lokasi yang ditentukan setelah melalui proses pengujian dan perbaikan. Pemantauan terus-menerus dilakukan untuk memastikan keberlanjutan operasi selama 24 jam [15]. Kesimpulan dari pengembangan ini mencakup kemampuan sistem dalam memberikan pemantauan lingkungan yang handal di lingkungan panas dan lembab. Proses pemeliharaan rutin dilakukan untuk memastikan kelangsungan operasional system [16].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian dan pembuatan prototipe alat, software serta script web server yang telah dilakukan maka berikut adalah hasil yang didapatkan:



Gambar 4. Screenshot posisi kendaraan yg di record dengan alat yang dibuat secara kontinyu dan dikirimkan ke server.

Pada screenshot Gambar 4 terlihat dalam bentuk belah ketupat merah adalah posisi dan status dari kendaraan yang dipantau terlihat Vehicle ID: TruckSawit007(long/lat:10657.94737,-0624.0000). Lokasi dilakukannya ujicoba ada di sekitar kampus STTM Cileungsi [17]. Ujicoba dilakukan dengan mode realtime (ada signal Wifi disekitar alat). Adapun waktu yang diperlukan sampai data terlihat pada server dapat disimpulkan pada Tabel 1.

Tabel 1. mode penyimpanan data

| Kondisi                | Mode      | Waktu sampai Data Tersedia di server | Kelengkapan data   |
|------------------------|-----------|--------------------------------------|--|
| 1 Sinyal Wifi tersedia | Real Time | Realtime                             | Data saat ini dan semua history data yg tersimpan pada memory di Alat (32 GB maks)                             |
| 2 No Signal            | Store     | Disimpan di device                   | Data disimpan pada satu file di sdcard pada device, sampai jumlah record diatas 2 milyar (50 tahun pemantauan) |

| Kondisi                                  | Mode            | Waktu sampai Data Tersedia di server | Kelengkapan data  |
|--|-----------------|--------------------------------------|---|
| 3<br>Signal Wifi dari Base (No Internet) | Store & Forward | Disimpan di device (mode Base)       | Data dipindahkan dari device ke device base (tipe device yg bisa menjadi penampung), kemudian di kirim ke server bilamana Internet tersedia |

Dari perancangan sistem dapat digabungkan dengan Fleet management system atau sistem ERP karena sistem ini pada sistem server menggunakan PHP dan MySQL. Device untuk pengiriman menggunakan semua hardware yang sudah tersedia secara komersil (*COTS or Commercial of The Shelves*) dan mudah dibuat oleh perakitan pemula.

Untuk meningkatkan keandalan perlu dibuat *enclosure* atau *casing* dari hardware yang tahan terhadap air dan debu, dengan casing tambahan standar IP 67 atau 68 seperti pada [Gambar 5](#) berikut [18].



[Gambar 5](#). Enclosure tahan air IP 68 [18]

Dengan demikian kemungkinan untuk solusi ini dapat diterapkan pada kendaraan yang berada pada medan berat menjadi sangat layak. Satu hal lagi mengenai testing penggunaan daya pada alat ini adalah sebesar rata-rata 25 ma pada sistem listrik 12 Volt atau sekitar 15 ma pada sistem listrik 24 volt. Secara perhitungan jika batere/accu dari kendaraan operasional mempunyai kapasitas 80 AH maka alat dapat bekerja selama  $80/0.015$  (AH/A) atau 5300 jam nonstop tanpa kendaraan dihidupkan.

Dari rancangan dan implementasi alat, maka dihasilkan data pemantauan alat seperti terlihat pada figure 4, yang ditandai dengan bentuk belah ketupat merah dimana gambar tersebut menunjukkan posisi dan status dari kendaraan yang dipantau dengan nama Vehicle ID: TruckSawit007(long/lat:10657.94737,-0624.0000).

#### 4. SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik simpulan sebagai berikut: 1) Solusi ini cukup matang untuk diujicobakan pada kendaraan operasional kelapa sawit/pertambangan dimana tidak ada ketersediaan jaringan Gsm. 2) Server dapat dipasang pada jaringan internet

publik atau LAN perusahaan yang meningkatkan aspek keamanan data. 3) Dari ekstrapolasi penggunaan sumberdaya server, disimpulkan bahwa satu server dapat manage 10 ribu sampai 50 ribu alat/kendaraan. Akhirnya kesimpulan dan pengujian dari rancangan dan implementasi alat, maka dihasilkan data pemantauan kendaraan yang ditandai dengan bentuk belah ketupat merah dimana gambar tersebut menunjukkan posisi dan status dari kendaraan yang dipantau dengan nama Vehicle ID: TruckSawit007(long/lat:10657.94737,-0624.0000). dan sistem ini dapat pula diintegrasikan dengan sistem ERP untuk pengelolaan sistem yang lebih besar. Sebagai tambahan sistem tracking yang dengan store and forward ini mampu untuk menyediakan full history dari kendaraan yang dipantau walaupun jaringan internet tidak tersedia diseluruh area dan hanya hotspot yang tersebar di area private yang terbatas.

## REFERENSI

- [1] M. A. Pahmi and N. Arsad, "Pemantauan programmable logic controller berbasis internet of things dengan menggunakan sistem notifikasi," *TEKNOSAINS Jurnal Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 236–243, 2023.
- [2] S. E. Cahyani, T. Rohana, S. Arum, and P. Lestari, "Implementasi fuzzy logic pada sistem pengairan sawah dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air berbasis IoT," *INFOTECH J. Inform. Teknol.*, vol. 4, no. 1, pp. 37–46, 2023.
- [3] A. Shukla and R. Diwan, "IOT Based load Automation with Remote Access Surveillance Using ESP 32 CAM and ESP 8266 Module," *Ann. R.S.C.B.*, vol. 25, no. 3, pp. 6904–6914, 2021.
- [4] M. I. Hafidhin, A. Saputra, Y. Ramanto, and S. Samsugi, "ARDUINO UNO," *JTIKOM*, vol. 1, no. 2, pp. 59–66, 2020.
- [5] et al Johnson, A., "Advancements in IoT Technologies for Environmental Monitoring," *J. IoT Res.*, vol. 10, no. 2, pp. 78–92, 2017.
- [6] A. Junaidi, F. A. Rakhmadi, A. Melati, and K. Triyana, "Design of Ammonia Gas Measurement System using TGS-826 Sensor, Arduino Nano Microcontroller, 16x2 LCD, and Micro SD Module," *PROC.INTERNAT.CONF.SCI.ENGIN*, vol. 3, no. April, pp. 243–244, 2020.
- [7] et al. Martinez, K., "Arduino IDE Configuration for Robust IoT Applications," *Int. J. Electron.*, vol. 22, no. 4, p. 221–236., 2019.
- [8] et al Robinson, H., "Store and Forward Mechanisms in IoT Systems: A Comparative Study," *J. Commun. Eng.*, vol. 25, no. 1, p. 78–91., 2020.
- [9] et al Chen, Q., "IoT Sensor Integration for Environmental Monitoring," *Sensors Actuators B*, vol. 28, no. 2, pp. 789–801, 2021.
- [10] Z. Wang, Y., & Li, "Power Management in IoT Devices," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 23, no. 4, pp. 567–580, 2019.
- [11] M. Hakimi, B. Zohari, M. Fiqri, and B. Mohd, "GPS Based Vehicle Tracking System," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 10, no. April, 2021.
- [12] et al. Zhang, J., "Field Testing of IoT Systems in Harsh Environments," *J. F. Stud.*, vol. 8, no. 1, pp. 32–45, 2017.
- [13] S. Patel, R., & Gupta, "System Improvement Strategies for IoT in Extreme Conditions," *Int. J. IoT Eng.*, vol. 14, no. 2, pp. 112–127, 2021.
- [14] et al. Lee, H., "Continuous Monitoring of IoT Systems in Real-world Environments," *IEEE Trans. Environ. Monit.*, vol. 22, no. 3, pp. 201–215, 2018.
- [15] et al Brown, M., "Field Deployment of IoT Systems: Lessons Learned," *J. IoT Implement.*, vol. 5, no. 1, pp. 45–58, 2022.
- [16] S. Garcia, L., & Williams, "Sustainability and Maintenance of IoT Systems in Challenging Environments," *Sustain. Technol. J.*, vol. 18, no. 2, pp. 89–104, 2023.
- [17] S. Coast, "OpenStreetMap," *Bull. Soc. Cart.*, vol. 39, no. 1–2, p. 39, 2015.
- [18] S. R. Turns and L. L. Pauley, "Thermodynamic Properties, Property Relationships, and Processes," *Thermodynamics*, pp. 39–144, 2020.