

Arsitektur *Internet of Things (IoT)* Berskala Industri Dengan Fitur *Auto Provisioning*

I Putu Oka Wisnawa¹, I Putu Widia Prasetya², Cardian Althea Stephanie Lahallo³
^{1,2,3} Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Pendidikan Nasional

ABSTRACT

Provisioning of IoT devices is one of the first steps that must be taken in the development of Internet of Things (IoT) networks. The term Provisioning for IoT devices means developing IoT devices to a state where they can be handed over to end users for their respective functionally specific uses. Provisioning of IoT devices is done when registering a new device or sensor to the system, then configuring it to send data to the system and authenticate to the cloud network or the company's on-premises network. In the provisioning process, authentication is required, because the authentication process is used to ensure that only secure and registered devices on the system are added to the corporate network. Authentication includes the process of verifying devices with the correct certifications and credentials. Devices can communicate with the IoT platform or local server with a secure connection such as using an SSL/TLS certificate or with a token that requires a name and password. Devices can upload data containing warnings or results obtained in many ways. Either from a device that directly adds data to the platform, or the device first sends data to a new local server and then sends it to the cloud-based IoT Platform. ThingsBoard is an open-source IoT platform with a website interface that allows users to develop, manage, collect data, visualize, and manage devices. ThingsBoard communicates with devices using commonly used protocols such as MQTT, CoAP, and HTTP. ThingsBoard allows users to design and configure IoT dashboards that can be tailored to the needs and desires of users. The Auto Provisioning feature is one of the features offered by the ThingsBoard Platform that allows provisioning of devices in a timely manner without requiring human intervention. The Auto Provisioning feature enables Provisioning of millions of IoT devices to the server in a secure and scalable manner. There are many Provisioning scenarios where the Auto Provisioning feature is a good choice for getting devices connected and configured to the server. In terms of security, the ThingsBoard platform is equipped with an access token-based security system, MQTT basic credentials, and X.509 certificate-based authentication.

Keywords: *Provisioning, Internet of Things, ThingsBoard, MQTT, Auto Provisioning, Authentication.*

ABSTRAK

Provisioning perangkat IoT adalah salah satu langkah pertama yang harus dilakukan dalam pengembangan dalam jaringan *Internet of Things (IoT)*. Istilah *Provisioning* untuk perangkat IoT berarti mengembangkan perangkat IoT ke kondisi dimana perangkat tersebut dapat diserahkan ke pengguna akhir untuk penggunaan khusus secara fungsionalnya masing-masing. *Provisioning* perangkat IoT dilakukan ketika mendaftarkan perangkat atau sensor baru ke sistem, kemudian melakukan konfigurasi untuk mengirim data ke sistem dan melakukan autentikasi ke jaringan cloud atau jaringan lokal perusahaan. Dalam proses *Provisioning* diperlukan adanya otentikasi, karena proses otentikasi digunakan untuk memastikan hanya perangkat yang aman dan terdaftar pada sistem yang ditambahkan ke jaringan perusahaan. Otentikasi mencakup proses verifikasi perangkat dengan sertifikasi dan kredensial yang benar. Perangkat dapat berkomunikasi dengan platform IoT atau server lokal dengan koneksi aman seperti menggunakan sertifikat SSL/TLS atau dengan token yang memerlukan nama dan kata sandi. Perangkat dapat mengunggah data yang berisikan peringatan atau hasil yang didapatkan dalam banyak cara. Baik dari perangkat yang secara langsung menambahkan data ke platform, atau perangkat mengirimkan data terlebih dahulu ke server lokal baru kemudian mengirimnya ke Platform IoT yang berbasis cloud. *ThingsBoard* merupakan salah satu platform IoT open-source dengan antarmuka website yang memungkinkan pengguna untuk melakukan pengembangan, pengelolaan, pengumpulan data, visualisasi, dan manajemen perangkat. *ThingsBoard* berkomunikasi dengan perangkat dengan protokol-protokol umum yang biasa digunakan seperti MQTT, CoAP, dan HTTP. *ThingsBoard* memungkinkan pengguna untuk melakukan perancangan dan konfigurasi dashboard IoT yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan keinginan pengguna. Fitur *Auto Provisioning* adalah salah satu fitur yang ditawarkan oleh Platform *ThingsBoard* yang memungkinkan melakukan *Provisioning* perangkat secara tepat waktu tanpa memerlukan intervensi dari manusia. Fitur *Auto Provisioning* memungkinkan *Provisioning* jutaan perangkat IoT ke server dengan cara yang aman dan terukur. Ada banyak skenario *Provisioning* di mana fitur *Auto Provisioning* adalah pilihan yang tepat untuk membuat perangkat terhubung dan terkonfigurasi ke server. Dari segi keamanan platform *ThingsBoard* ini dilengkapi sistem keamanan berbasis token akses, *MQTT basic credentials*, dan Otentikasi berbasis sertifikat X.509.

Kata kunci: *Provisioning, Internet of Things, ThingsBoard, MQTT, Auto Provisioning, Otentikasi.*

Info Artikel

Diterima Redaksi : 01-11-2021

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.

Selesai Revisi : 01-12-2021

Diterbitkan Online : 30-12-2021

**Penulis Korespondensi:**

I Putu Oka Wisnawa
Teknologi Informasi,
Universitas Pendidikan Nasional,
Jalan L.G Gambir No.49 Medahan, Kec. Blahbatuh, Gianyar 80581
widiaprasetya27@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Provisioning perangkat IoT adalah salah satu langkah pertama yang harus dilakukan dalam pengembangan dalam jaringan IoT[1]. Istilah *Provisioning* untuk perangkat IoT berarti mengembangkan perangkat IoT ke kondisi dimana perangkat tersebut dapat diserahkan ke pengguna akhir untuk penggunaan khusus secara fungsionalnya masing-masing. Sebagai contoh anggap saja saat pertama kali membeli HP. Hal pertama yang dilakukan adalah membuka dan mengeluarkannya dari kotaknya dan menyalakannya. Kemudian melakukan konfigurasi seperti memilih bahasa, menyambungkan ke jaringan WiFi, dan serangkaian langkah lainnya. Perangkat IoT bekerja dengan cara yang serupa, perangkat IoT tersambung ke jaringan internet untuk memastikan bahwa perangkat bekerja dengan aman dan sesuai keinginan.

Provisioning perangkat IoT dilakukan ketika mendaftarkan perangkat atau sensor baru ke sistem, kemudian melakukan konfigurasi untuk mengirim data ke sistem dan melakukan autentikasi ke jaringan cloud atau jaringan lokal perusahaan. Menginstal sertifikat dan token pada perangkat IoT juga termasuk bagian dari *Provisioning*, menyajikan data yang dihasilkan oleh perangkat IoT untuk diunggah ke sistem/cloud agar bisa dilihat oleh user[2]. Otentikasi merupakan bagian dari proses *Provisioning*, karena proses otentikasi memastikan hanya perangkat yang aman dan terdaftar pada sistem yang ditambahkan ke jaringan perusahaan[3]. Otentikasi mencakup proses verifikasi perangkat dengan sertifikasi dan kredensial yang benar. Kredensial seperti sertifikat dan key, mengetahui alamat server, dan dapat terhubung ke sistem dan mendaftarkan perangkat secara otomatis sendirinya.

Setiap perangkat perlu ditambahkan sistem informasi yang telah dibuat atau menggunakan Platform IoT apapun yang tersedia. Kemudian, ditautkan dengan peralatan atau objek yang akan dimonitoring. Perangkat berkomunikasi dengan platform IoT atau server lokal dengan koneksi aman seperti menggunakan sertifikat SSL/TLS atau dengan token yang memerlukan nama dan kata sandi. Perangkat dapat mengunggah data yang berisikan peringatan atau hasil yang didapatkan dalam banyak cara. Baik dari perangkat yang secara langsung menambahkan data ke platform, atau perangkat mengirimkan data terlebih dahulu ke server lokal baru kemudian mengirimnya ke Platform IoT yang berbasis cloud.

ThingsBoard merupakan salah satu Platform IoT open-source yang memungkinkan pengguna untuk melakukan pengembangan, pengelolaan, pengumpulan data, visualisasi, dan manajemen perangkat[4][5]. Untuk mendaftarkan perangkat yang akan digunakan di *ThingsBoard*, perangkat tersebut harus membuat akun atau profile terlebih dahulu. Setelah ditambahkan, token akses akan dibuat. Token akses ini diperlukan agar *ThingsBoard* mengumpulkan data telemetri dari perangkat dengan protokol-protokol umum yang biasa digunakan seperti MQTT, CoAP, dan HTTP[6]. *ThingsBoard* memungkinkan pengguna untuk melakukan perancangan dan konfigurasi dashboard IoT yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan keinginan pengguna. Dashboard perangkat di *ThingsBoard* biasanya berisi widget yang memvisualisasikan data telemetri dari perangkat IoT yang berbeda. Widget tersebut berisi tabel, alarm, dan meteran dalam bentuk digital. Widget dashboard juga dapat dimodifikasi dengan bentuk yang sesuai dengan keinginan pengguna[7].

Fitur *Auto Provisioning* adalah layanan pembantu yang disediakan oleh Platform *ThingsBoard* yang memungkinkan melakukan *Provisioning* secara tepat waktu tanpa memerlukan intervensi dari manusia. Fitur *Auto Provisioning* memungkinkan *Provisioning* jutaan perangkat IoT ke server dengan cara yang aman dan

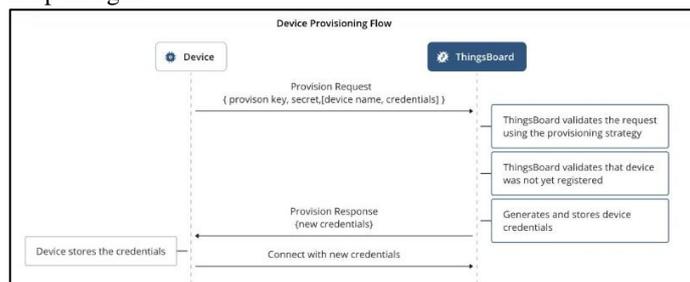
terukur[8]. Ada banyak skenario *Provisioning* di mana fitur *Auto Provisioning* adalah pilihan yang tepat untuk membuat perangkat terhubung dan terkonfigurasi ke server.

2. METODE PENELITIAN

Penerapan fitur *Auto Provisioning* menggunakan platform *ThingsBoard* yang berbasis antarmuka website. Bagaimana alur kerja dari *Auto Provisioning* di *ThingsBoard*, konfigurasi dari sisi perangkat dan server.

2.1. Alur Kerja *Auto Provisioning* pada *ThingsBoard*

Setiap perangkat Internet of Things (IoT) dapat mengirim permintaan *Provisioning* request ke server *ThingsBoard*. Permintaan tersebut harus selalu berisi *provision key* dan *secret key*[9]. Permintaan secara opsional dapat menyertakan nama perangkat dan kredensial yang dihasilkan oleh perangkat IoT itu sendiri. Jika kredensial itu tidak ada, maka server akan merespon dengan menghasilkan Token Akses untuk digunakan oleh perangkat IoT yang mengirim permintaan *Provisioning* request ke *ThingsBoard*. *ThingsBoard* akan memvalidasi permintaan dan merespon dengan respon penyedia perangkat (*Device Provisioning*). Respons yang berhasil tersebut berisikan id perangkat, jenis kredensial, dan isi. Jika validasi perangkat tidak berhasil, maka respon dari *ThingsBoard* hanya berupa pesan atau status error dan sebagainya. Selama validasi request, pertama *ThingsBoard* akan memeriksa *Provision Device Key* dan *Provision Device Secret* yang disediakan untuk menemukan profil perangkat yang sesuai dengan *Device Profile* yang sudah dibuat di *ThingsBoard* sebelumnya. Setelah profil ditemukan, *ThingsBoard* akan menggunakan *Provision Strategy* yang dikonfigurasi untuk memvalidasi nama perangkat.



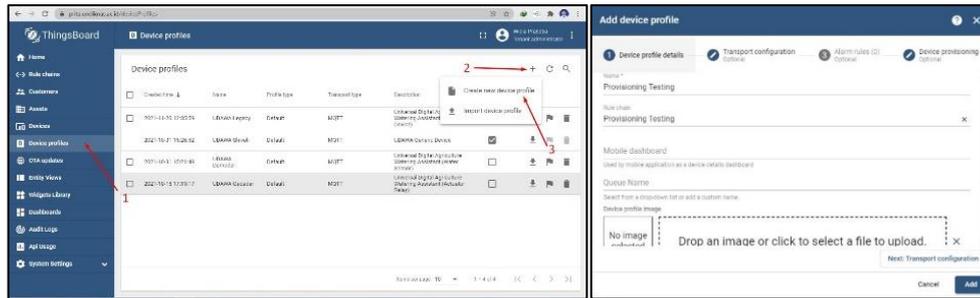
Gambar 1. Alur *Device Provisioning* pada *ThingsBoard*

Ada dua strategi *Provisioning* dalam *ThingsBoard*. Pertama adalah *Allowing creating new devices* atau mengizinkan perangkat untuk membuat perangkat baru. *ThingsBoard* memeriksa apakah perangkat dengan nama yang sama belum terdaftar di *ThingsBoard*. Strategi ini berguna ketika kita tidak mengetahui daftar nama unik perangkat seperti mac address dan lainnya selama pembuatan. Tetapi perangkat itu sendiri memiliki akses ke info ini di firmware. Lebih mudah untuk diterapkan, tetapi strategi ini kurang aman untuk diterapkan. Kemudian untuk strategi kedua adalah *Checking pre-provisioned devices* atau memeriksa perangkat yang telah disediakan sebelumnya. Strategi ini lebih aman diterapkan daripada strategi sebelumnya. *ThingsBoard* akan memeriksa perangkat dengan nama yang sama yang telah dibuat sebelumnya di *ThingsBoard*, tetapi perangkat belum di *Provisioning*[10]. Strategi ini berguna saat kita hanya ingin mengizinkan *Provisioning* hanya untuk daftar perangkat tertentu. Sebagai contohnya kita telah mengumpulkan daftar mac address dari perangkat selama pembuatan. Kita dapat memanfaatkan fitur *Bulk Provisioning* untuk mengunggah daftar mac address perangkat tersebut ke *ThingsBoard*. Setelah itu perangkat tersebut dapat mengeluarkan request *Provisioning* ke *ThingsBoard* dan tidak ada perangkat lain yang dapat melakukan *Provisioning* sendiri karena sudah ada perangkat yang terhubung sebelumnya.

2.2. Konfigurasi dari sisi server *ThingsBoard*

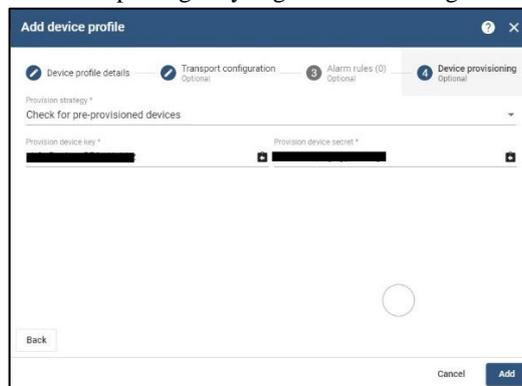
Hal pertama yang wajib dilakukan adalah melakukan konfigurasi pada *ThingsBoard*, yaitu pada menu *Device Profiles*. Konfigurasi pertama pada *Device Profiles* untuk mengaktifkan fitur *Provisioning*, agar mendapatkan *provision device key* dan *provision device secret*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, membuat *Device Profiles* baru dengan cara membuka halaman menu *Device Profiles* dan mengklik ikon panah

di pojok kanan atas. Kemudian mengisikan tabel Device Profiles baru seperti nama dan deskripsi profil, setelah itu pilih salah satu *Provision Strategy* pada menu *Device Provisioning*.



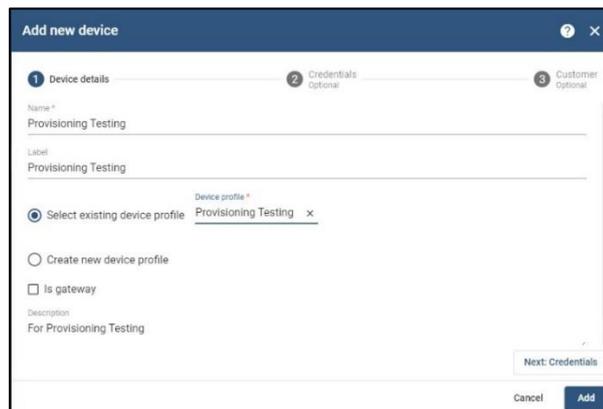
Gambar 2. Konfigurasi Device Profiles pada *ThingsBoard*

Pada kasus kali ini menggunakan protokol MQTT sebagai protokol komunikasi antara perangkat dan *ThingsBoard* yang dipilih pada menu *Transport configuration*. Untuk *Provision Strategy* menggunakan *Check for pre-provisioned devices* dengan alasan agar lebih aman seperti penjelasan dua *Provision Strategy* pada penjelasan diatas sebelumnya. Setelah itu akan muncul *Provision Device Key* dan *Provision Device Secret* yang akan disalin untuk digunakan oleh perangkat yang akan terhubung ke *ThingsBoard*.



Gambar 3. *Provision Strategy*, *Provision Device Key*, dan *Provision Device Secret*

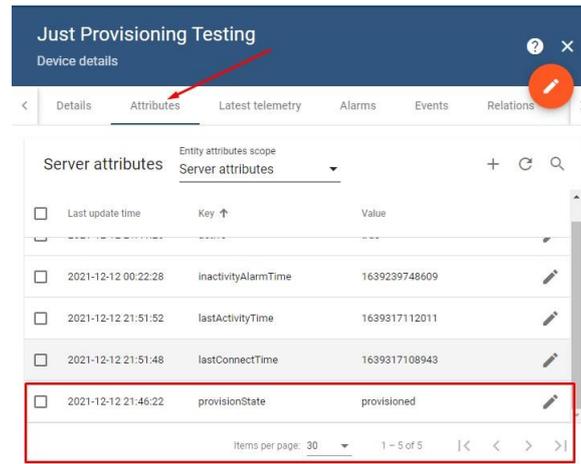
Langkah selanjutnya setelah membuat *Device Profiles* baru adalah menambah perangkat untuk terhubung ke *ThingsBoard* agar bisa menampilkan, mengolah, dan manajemen perangkat melalui dashboard *Devices*. Pilih pada menu *Devices*, klik ikon tambah pada pojok kanan atas dan pilih *add new devices*. Kemudian isikan nama perangkat dan deskripsi perangkat sesuai keinginan lalu terakhir klik *add* yang ada pada bagian pojok kanan bawah.



Gambar 4. Konfigurasi Penambahan *Devices* pada *ThingsBoard*

2.3. Konfigurasi pada Perangkat

Konfigurasi perangkat dilakukan dengan menyalin device provision key dan secret key yang didapatkan dari *ThingsBoard* setelah membuat *Device Profiles*. Konfigurasi dilakukan dengan menggunakan IDE Visual Studio Code dengan menggunakan ekstensi tambahan PlatformIO. PlatformIO sendiri adalah



Gambar 7. Proses *Provisioning* Perangkat di *ThingsBoard* berhasil

Selama proses *Auto Provisioning* berlangsung perangkat dapat menghasilkan kredensial unik atau meminta ke server untuk memberikan kredensial yang unik untuk perangkat. Perangkat akan terhubung ke server melalui fitur *Auto Provisioning*. Dilihat dari sisi keamanan, setiap request *Provisioning* harus selalu berisi key dan secret yang khusus. Jika kredensial tersebut tidak ada, maka server akan menghasilkan token akses yang digunakan akan digunakan oleh perangkat. *Auto Provisioning ThingsBoard* juga dapat memeriksa perangkat dengan nama yang sama yang telah dibuat di *ThingsBoard*, tetapi belum melakukan *Provisioning* sama sekali. Hal itu tentu sangat berguna ketika user hanya mengizinkan *Provisioning* untuk perangkat tertentu saja.

Walaupun *ThingsBoard* merupakan platform IoT yang berbasis Open-Source, tetapi *ThingsBoard* juga memiliki fitur keamanan yang berstandar industri. Fitur keamanan *ThingsBoard* mencakup algoritma enkripsi standar industri seperti SSL dan jenis kredensial untuk pendaftaran perangkat seperti sertifikat X.509 dan Token Akses[6]. Dukungan *ThingsBoard* untuk jenis kredensial keamanan perangkat dan penggunaan protokol MQTT menjadi alasan utama mengapa memilih menggunakan *ThingsBoard*. Karena tujuan utama menggunakan platform ini adalah untuk memastikan keamanan dan skalabilitas meskipun ada peningkatan jumlah perangkat pada jaringan IoT yang dibuat.

4. KESIMPULAN

Penulis mencoba untuk mengimplementasikan salah satu cara untuk menghubungkan perangkat dan server dengan menggunakan fitur *Auto Provisioning* dari platform IoT *ThingsBoard*. Perangkat harus dikonfigurasi terlebih dahulu menggunakan file yang berisi kode program yang kemudian di upload ke perangkat agar bisa terhubung ke server IoT *ThingsBoard*. Server *ThingsBoard* yang digunakan penulis berbasis Community Edition yang artinya Open-Source gratis dikembangkan oleh komunitas mana pun yang ingin berkolaborasi ke dalam proyek. Server bisa diinstal sendiri di jaringan lokal atau bisa menggunakan fitur sewa cloud service tanpa perlu memikirkan infrastruktur lainnya, artinya server langsung siap pakai tanpa memikirkan hal teknis lainnya. Dalam proses menghubungkan/*Provisioning* perangkat ke server, perangkat harus mendapatkan device dan secret key yang telah dibuat oleh server sebelumnya. Untuk mendapatkan key tersebut penulis telah melakukan konfigurasi di *ThingsBoard* dengan menambahkan Device Profiles dan daftar Device di *ThingsBoard*. Setelah itu akan ada kode unik dari device dan secret key yang selanjutnya disalin ke kode program perangkat. Setelah semua proses dilakukan, kode program di upload dan untuk memastikan perangkat sudah berhasil *Provisioning* ke server dapat dilihat melalui serial monitor dari IDE Visual Studio Code. Proses *Provisioning* yang dilakukan penulis berhasil, itu ditunjukkan dalam serial monitor yang berisi id perangkat, jenis kredensial, dan isinya.

Pada penelitian ini penulis hanya melakukan *Provisioning* perangkat ke server pada satu perangkat saja. Artinya jika melakukan *Provisioning* untuk perangkat lainnya penulis perlu melakukan tahapan-tahapan konfigurasi secara satu persatu. Hal tersebut cukup menyita waktu jika ada banyak perangkat yang harus terhubung ke server *ThingsBoard*. Sekiranya untuk penelitian selanjutnya adalah bagaimana cara agar banyak perangkat dapat di *Provisioning* dalam waktu yang bersamaan dengan tujuan menghemat dan efisiensi waktu dengan catatan keamanan dan skalabilitas dari server yang terjamin.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. Mavromatis, A. P. Da Silva, K. Kondepu, D. Gkounis, R. Nejabati, and D. Simeonidou, "A Software Defined Device Provisioning Framework Facilitating Scalability in Internet of Things," *IEEE 5G World Forum, 5GWF 2018 - Conf. Proc.*, no. July, pp. 446–451, 2018, doi: 10.1109/5GWF.2018.8516955.
- [2] A. Dawod, D. Georgakopoulos, P. P. Jayaraman, and A. Nirmalathas, "An IoT-owned service for global IoT device discovery, integration and (Re)use," *Proc. - 2020 IEEE 13th Int. Conf. Serv. Comput. SCC 2020*, pp. 312–320, 2020, doi: 10.1109/SCC49832.2020.00048.
- [3] D. Wang, S. Lee, Y. Zhu, and Y. Li, "A zero human-intervention provisioning for industrial IoT devices," *Proc. IEEE Int. Conf. Ind. Technol.*, no. MiM, pp. 1271–1276, 2017, doi: 10.1109/ICIT.2017.7915546.
- [4] L. O. Aghenta and M. T. Iqbal, "A Low-Cost , Open Source IoT-Based SCADA System Design , and Implementation for Photovoltaics."
- [5] T. L. Scott and A. Eleyan, "CoAP based IoT data transfer from a Raspberry Pi to Cloud," *2019 Int. Symp. Networks, Comput. Commun. ISNCC 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/ISNCC.2019.8909150.
- [6] M. Henschke, X. Wei, and X. Zhang, "Data Visualization for Wireless Sensor Networks Using ThingsBoard," *2020 29th Wirel. Opt. Commun. Conf. WOCC 2020*, 2020, doi: 10.1109/WOCC48579.2020.9114929.
- [7] L. T. De Paolis, V. De Luca, and R. Paiano, "Sensor data collection and analytics with thingsboard and spark streaming," *EESMS 2018 - Environ. Energy, Struct. Monit. Syst. Proc.*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/EESMS.2018.8405822.
- [8] M. Alam, K. A. Shakil, and S. Khan, *Internet of things (IoT): Concepts and applications*. 2020.
- [9] L. Verderame *et al.*, "A secure cloud-edges computing architecture for metagenomics analysis," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 111, pp. 919–930, 2020, doi: 10.1016/j.future.2019.09.013.
- [10] thingsboard.io, "Device Provisioning." <https://thingsboard.io/docs/user-guide/device-provisioning/>.
- [11] J. P. Dias, F. Couto, A. C. R. Paiva, and H. S. Ferreira, "A brief overview of existing tools for testing the internet-of-things," *Proc. - 2018 IEEE 11th Int. Conf. Softw. Testing, Verif. Valid. Work. ICSTW 2018*, pp. 104–109, 2018, doi: 10.1109/ICSTW.2018.00035.