

P-ISSN : 1410-9735
E-ISSN : 2655-7967

JURNAL TEKNIK ELEKTRO

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/index>
TERAKREDITASI SK NOMOR 36/E/KPT/2019

[Home \(https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/index\)/](https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/index/) [Archives](#)
[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/issue/archive\)/](https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/issue/archive/) [Vol 21, No 1 \(2019\)](#)
<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/issue/view/208>

SUBMIT A PROPOSAL
(HTTPS://JOURNAL.UNTAR.AC.ID/INI)

Vol 21, No 1 (2019)

TESLA: Jurnal Teknik Elektro

Table of Contents

Perancangan Fidget Device Berbasis Internet Of Things

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3241>



Nova Eka Budiyanta, Mega Cynthia Wishnu, Doli Ramli W,
Lukas Lukas



[10.24912/tesla.v21i1.3241](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3241)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3241>



Abstract views: 485 | views: 299

Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Sistem

TERAKREDITASI
KEMENRISTEKDIKTI



PDF (Bahasa Indonesia)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3241/1877>

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/pages/view/Akreditasi>
1-8

IU

Submission Process

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/about/editorialPolicy>

Editorial Policy

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/about/editorialPolicy>

Focus and Scope

Tegangan Menengah Regional Jawa Barat

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3242>



Herawati Ys, Gahara Nur E.P



[10.24912/tesla.v21i1.3242](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3242)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3242>



| Abstract views: 369 |  views: 224

Aplikasi Sensor Acousto-Ultrasound Dan Atmega328

Untuk Alat Uji Tak Rusak Pada Peluruhan Kayu

Bagian Dalam

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3243>



Aan Darmawan, Raymond Hianjaya



[10.24912/tesla.v21i1.3243](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3243)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3243>



| Abstract views: 194 |  views: 120

Sistem Pemetaan Udara Menggunakan Pesawat

Fixed Wing

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3244>




Muliady Muliady, Ezra Julio Subagya



[10.24912/tesla.v21i1.3244](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3244)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3244>



| Abstract views: 1131 |  views: 449

Perancangan dan Realisasi Sistem Kendali Lampu,

Air Conditioner Berbasis Android

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/about/editorialPolicy>

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

[Publication Ethics](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3242/1878>

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/about/editorialPolicy>

9-17

[Template Manuscript](#)

<https://drive.google.com/file/d/155uY>

[Guidelines](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/about/submissions#>

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

[Team](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3243/1879>

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/about/displayMember>

18-25

[Google Scholar & Indexing](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/about/editorialPolicy>

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

[Statistics Visitor](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3244/1880>

<https://www.google.com/analytics/counter.com/p12006788/s>

https://www.google.com/analytics/counter.com/p12006788/s?account_id=7238828&login_id=3&code=26-35


[Contact](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/about/contact>

Contact Person





<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3247>

 Budiman Wibowo, Hadian Satria Utama, Nurwijayanti Kusumaningrum


 [10.24912/tesla.v21i1.3247](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3247)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3247>

 | Abstract views: **290** |  views: **194**



Rancangan Sensor Kecepatan Angin Pada Wind Tunnel

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3246>

 Munnik Haryanti, Muhammad Awaludin


 [10.24912/tesla.v21i1.3246](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3246)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3246>

 | Abstract views: **583** |  views: **629**



Mendisain GUI Untuk Menampilkan Nilai FFT dan IFFT Menggunakan LabVIEW

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3250>

 Riny Alfina, Indrawan Arifianto, Dwi Astharini, Putri Wulandari

 [10.24912/tesla.v21i1.3250](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3250)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3250>

 | Abstract views: **310** |  views: **248**

Alternatif Pembangkit Energi Listrik Menggunakan

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3247/1883>

36-43 [56207206](#)

scholar

Dikutip oleh

[LIHAT SEMUA](#)

Semua

Sejak 2

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3246/1882>

44-49

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3250/1886>

50-56

[ar.google.co.id/citations?](https://ar.google.co.id/citations?hl=id&view_op=list_works&sort=asc)

id-

[&view_op=list_works&sort=asc](#)

Jurnal



App

Prinsip Termoelektrik Generator

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3249>



Sandy Angriawan Sasmita, Muhammad Taufiq Ramadhan, Mochamad Iqbal Kamal, Yohanes Dewanto



[10.24912/tesla.v21i1.3249](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3249)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3249>



| Abstract views: 1567 |  views: 1044

Identifikasi Persamaan Plant Ball and Beam Tanpa Tuas

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3251>



Erwani Merry Sartika, T. Rudy Sarjono, Jeremy Jonathan



[10.24912/tesla.v21i1.3251](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3251)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3251>



| Abstract views: 196 |  views: 115

Pengendalian Lengan Robot untuk Proses Pemindahan Barang

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3252>




Wiliam Wiliam, Budi Kartadinata, Linda Wijayanti



[10.24912/tesla.v21i1.3252](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3252)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3252>



| Abstract views: 1112 |  views: 475

Sekuritisasi Data Sensor Pada Aplikasi Internet of Things (IoT) Dengan Menggunakan Blockchain

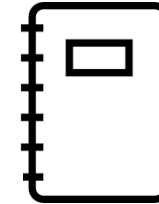
<https://drive.google.com/open?>

[id=1FR_syntCRTN7c30JDcnMyBebMkK](https://drive.google.com/open?id=1FR_syntCRTN7c30JDcnMyBebMkK)

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3249/1885>

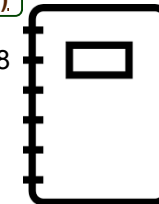
AUTHOR USER MANUAL



[google.com/file/d/19bVdrcusp=sharing](https://drive.google.com/file/d/19bVdrcusp=sharing)

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3251/1887>



62-68

<https://drive.google.com/file/d/1rBWg5>

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3252/1888>

69-78



<https://drive.google.com/file/d/1v1WzKusp=sharing>

Ethical Statement

[google.com/file/d/1v1WzKusp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1v1WzKusp=sharing)

Ethereum Di Jaringan Testnet

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/5886>



Joni Fat, Henry Candra, Wiliam Wiliam



[10.24912/tesla.v21i1.5886](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.5886)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.5886>



| Abstract views: **756** |  views: **309**

Cover

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3331>



Cover -



| Abstract views: **160** |  views: **80**


Daftar Redaksi

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3254>



Daftar Redaksi -



| Abstract views: **138** |  views: **93**

Editorial

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3255>



Editorial -



[10.24912/tesla.v21i1.3255](https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3255)

<http://dx.doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3255>



| Abstract views: **137** |  views: **80**

Daftar Isi

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)



<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/5886/3927>

[google.com/file/d/1X2DPB](https://drive.google.com/file/d/1X2DPB)

79-86 [usp=sharing](#))

[rship Agreement](#)

[google.com/file/d/1X2DPB](https://drive.google.com/file/d/1X2DPB)

[usp=sharing](#))

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)



<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3331/1900>

[google.com/file/d/1xCRxG](https://drive.google.com/file/d/1xCRxG)

1-1 [ZVvFlioR7k09/view?](#)

[usp=sharing](#))

[Copyright Transfer Agreement](#)

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

<https://drive.google.com/file/d/1xCRxG>

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3254/1696>

[1Q0pmshZVvFlioR7k09/view?](https://drive.google.com/file/d/1Q0pmshZVvFlioR7k09/view?usp=sharing)

1-1 [usp=sharing](#))

Plagiarism Detection

[PDF \(Bahasa Indonesia\)](#)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3255/1891>

1-1



[//www.turnitin.com](https://www.turnitin.com))

ended Tools



<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3256>



Daftar Isi -



Abstract views: **123** |  views: **74**


Panduan Penulisan

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3257>



Panduan Penulisan -



Abstract views: **243** |  views: **126**

PDF (Bahasa Indonesia)

[<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3206/18929> <https://iee-dataport.org/sites/default/files/analysis/>](https://iee-</p></div>
<div data-bbox=)

1-1



www.mendeley.com/?

PDF (Bahasa Indonesia)

[tion_required=true](https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3257/1893)

<https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/3257/1893>

1-1

Username

Password

Remember me

LOGIN

Current Issue

ATOM 1.0

<https://journal.untar.ac.id/index.php/te>

RSS 2.0

<https://journal.untar.ac.id/index.php/te>

RSS 1.0

<https://journal.untar.ac.id/index.php/te>

Open Journal Systems

<http://pkp.sfu.ca/ojs/>

Language

Select Language

English ▼

SUBMIT

Keywords

[https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=-\) Android](https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=-) Android)
[https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Android\) Android, Arduino](https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Android) Android, Arduino)
[https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Android%2C%20Arduino\) Arduino](https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Android%2C%20Arduino) Arduino)
[https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Arduino\) Azure](https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Arduino) Azure)
[https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Azure\) Bluetooth](https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Azure) Bluetooth)
[https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Bluetooth\) Internet of things](https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Bluetooth) Internet of things)
[https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Internet%20of%20things\) IoT](https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Internet%20of%20things) IoT)
[https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=IoT\) Machine Learning](https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=IoT) Machine Learning)
[https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Machine%20Learning\) Media player](https://journal.untar.ac.id/index.php/te:subject=Machine%20Learning) Media player)
<https://journal.untar.ac.id/index.php/te:>

[subject=Media%20player\) Nutrient Film
Technique](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=Nutrient%20Film%20Technique
PWM](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=PWM\) Risk Based Testing](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=Risk%20Based%20Testing\)](#)

[SVM](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=SVM\) Thermoelectric Generator](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=Thermoelectric%20Generator\)](#)

[ThingSpeak](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=ThingSpeak\) Visual Studio 2010](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=Visual%20Studio%202010\)](#)

[XBee](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:](#)

[subject=XBee\)_ground support](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=ground%20support\)](#)

[microcontroller](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=microcontroller\) website](#)

[\(https://journal.untar.ac.id/index.php/te:
subject=website\)](#)

Our Journal Indexed By:



Plagiarism Tool:



=====
Sekretariat:

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Gedung L, Lt. 3, Kampus 1 Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen S Parman no 1 Jakarta 11440

=====

TESLA: Jurnal Teknik Elektro = (P-ISSN.1410-9735 & (E-ISSN 2655-7967). Powered by **OJS**

TESLA: Jurnal Teknik Elektro This work is licensed under a **Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License**



Sekuritisasi Data Sensor Pada Aplikasi *Internet of Things* (IoT) Dengan Menggunakan *Blockchain* Ethereum Di Jaringan *Testnet*

Joni Fat¹, Henry Candra², William³

ABSTRACT: *Internet of Things (IoT) and blockchain are two technologies which are pioneer nowadays and in the future. IoT become pioneer because our government sets Industrial Revolution 4.0 which signifies the IoT technology. For blockchain, it is a technology which has a significant development. These two technologies have a good future. The innovation in this design is combining these two technologies. IoT has a problem in securitization, but blockchain has an advantage in security. So, by combining these technologies, the problem could be resolved. This design used microcontroller ESP32. It will collect three data sets, i.e. altitude, pressure and temperature. The data will be sent through Internet to Ethereum blockchain network in Ropsten TestNet. The Data will store in state variables. Twenty data have been sent and tested. The data has been verified to be stored in Ethereum Virtual Machine because the data could be verified through etherscan.io. So, the conclusion is this design could prove that blockchain could be used to data securitization in IoT.*

KEYWORD: *blockchain, ethereum, ESP32, IoT, securitization*

ABSTRAK: *Internet of Things (IoT) dan blockchain merupakan dua teknologi yang akan menjadi pioneer saat ini dan di masa mendatang. Pioneer saat ini karena pemerintah menetapkan Revolusi Industri 4.0 yang salah satu titik beratnya adalah IoT. Untuk blockchain, saat ini merupakan teknologi yang mengalami perkembangan signifikan. Kedua teknologi ini menjanjikan. Salah satu hal yang dapat menjadi inovasi adalah menggabungkan keduanya. IoT memiliki permasalahan pada sekuriti, sedangkan blockchain memiliki keunggulan dalam hal sekuriti. Dengan demikian, menggunakan teknologi blockchain untuk aplikasi IoT akan menjadi solusi. Alat yang dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32. Alat ini akan mengakuisisi data dari tiga buah sensor, yaitu sensor ketinggian, tekanan dan suhu. Data-data ini dikirim melalui Internet ke jaringan blockchain Ethereum di TestNet Ropsten. Data tersebut akan disimpan di state variables. Dua puluh data dikirim dan berhasil disimpan di Ethereum Virtual Machine. Ini terbukti dengan setiap data yang dikirim dapat divalidasi dan terekam di etherscan.io. Dengan demikian, perancangan alat ini berhasil membuktikan bahwa IoT dapat menggunakan blockchain untuk sekuritisasi data.*

KATA KUNCI: *blockchain, ethereum, ESP32, IoT, sekuritisasi*

PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) merupakan salah satu fokus dalam Revolusi Industri 4.0. IoT adalah gelombang perubahan berikutnya setelah era Internet. Diperkirakan akan ada 46 milyar peralatan yang terhubung ke Internet pada tahun 2021 [1]. Peralatan yang terhubung ke Internet ini, mulai dari *Body Area Network* (BAN), berupa jaringan dengan peralatan di sekitar tubuh, hingga jangkauan yang sangat luas. Ini berarti akan banyak data sensitif yang akan terekspor. Hingga saat ini, isu sekuritisasi data ini masih menjadi pokok permasalahan, karena berdasarkan hasil penelitian yang dipublikasi oleh HP, 70% komunikasi IoT tidak terenkripsi [2]. Dengan bertambahnya popularitas *blockchain*, timbul ide untuk memadukan *blockchain* dan IoT.

Blockchain memiliki keunggulan dari sisi sekuritisasi. Enkripsi dalam *blockchain* memberikan harapan bahwa sekuritisasi komunikasi mau pun data IoT dapat dilakukan dengan baik. Walau pun hal tersebut masih diiringi dengan beberapa kekurangan dari teknologi *Blockchain*. Teknologi *Blockchain* menggunakan kriptografi secara masif [3]. Dengan demikian, *blockchain* dapat digunakan untuk menjamin transaksi dalam jaringan yang memiliki tingkat keamanan yang rendah seperti Internet. Setiap blok dalam *blockchain* diidentifikasi dengan sebuah kode *hash* dan *nonce*. Kedua kode ini bersifat unik. Setiap blok saling berkaitan dengan blok sebelumnya. Bila sebuah blok diubah, maka keseluruhan rantai bloknnya harus diubah juga. Hal ini mengakibatkan, pengubahan blok sangat sulit dilakukan dengan daya komputasi saat ini. Selain itu, teknologi *blockchain* juga memanfaatkan metode konsensus [3]. Ini berarti setiap transaksi dalam *blockchain* harus mencapai nilai konsensus tertentu agar tervalidasi dalam jaringannya. Blok juga terduplikasi dalam setiap *server* dalam jaringan *server* tersebut. Dengan demikian, dapat dipahami bahwa untuk mengubah transaksi dalam *blockchain* secara tidak sah akan sangat sulit dilakukan. Oleh karena itu, *blockchain* memiliki sekuritisasi transaksi yang mustahil untuk diubah secara tidak sah dengan daya komputasi saat ini. Danzi [4] menunjukkan upaya untuk membangun konsep arsitektur IoT dan *blockchain* untuk menyelesaikan persoalan sekuritisasi dalam metode pembayaran mikro. Danzi membangun model penyelesaian tersebut. Danzi menggunakan mikrokontroler sebagai peralatan IoT terhubung dengan jaringan *blockchain*. Interaksi antara mikrokontroler dan jaringan *blockchain* ini bersifat *irreversible* dan tanpa perlu *mutual trust*.

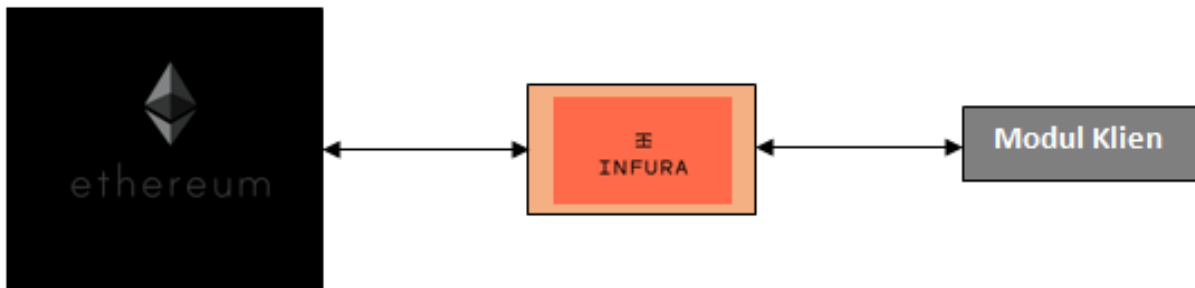
Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler merupakan bagian utama, karena semua proses dimulai dari mikrokontroler ini. Sensor, aktuator, dan peralatan lain terhubung dengan mikrokontroler. Oleh mikrokontroler data diakuisisi atau diproses dan diteruskan ke modul jaringan yang juga terhubung dengan mikrokontroler. Dapat dikatakan bahwa semua proses IoT dimulai di mikrokontroler. Oleh sebab itu, proses yang dalam sekuritisasi adalah proses sekuritisasi dalam pemrosesan oleh mikrokontroler ini. Jadi, untuk dapat memastikan bahwa *blockchain* dapat diaplikasikan pada peralatan IoT, pada perancangan ini akan menggunakan mikrokontroler untuk menunjukkan bahwa *signing* dapat dilakukan [5]. Penggunaan mikrokontroler ini memenuhi tujuan pembuktian bahwa *blockchain* dan IoT dapat dipadukan.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait dengan IoT dan *blockchain* adalah sebagai berikut:

- U. Guin, P. Cui dan A. Skjellum [6] membuat model sistem menggabungkan IoT dan *blockchain* dalam rangka menangani metode pembayaran mikro. Dalam penelitian ini, para peneliti mengusulkan arsitektur dan model yang sesuai.
- A. Dorri, et. al. [7] membuat studi kasus dan simulasi perihal pentingnya sekuritisasi IoT untuk aplikasi *smart home*. Para peneliti menggunakan *blockchain* untuk sekuritisasi dan privatisasi data.
- S. F. T. O. Mendonca, J. F. S. Junior dan F. M. R. Alencar [8] menjelaskan tentang tantangan yang dihadapi teknologi IoT berbasis *blockchain*. *Systematic Mapping* yang digunakan peneliti ini menemukan adanya *threads of validity*.
- J. Kogure, et. al. [9] memberikan gambaran tentang teknologi *blockchain* beserta aplikasi contohnya. Para peneliti juga mengusulkan alur dalam proses *cross-border transactions*.
- A. Dorri, et. al. [10] mengusulkan *Lightweight Scalable Blockchain* (LSB) untuk sekuritisasi dan privatisasi data IoT. Ini merupakan model teknologi yang dioptimasi untuk IoT.

DIAGRAM BLOK

Modul klien adalah berupa mikrokontroler ESP32 yang memiliki kemampuan untuk melakukan *signing* terhadap transaksi *blockchain*. Agar dapat berinteraksi ke jaringan Ethereum, perlu adanya *node Remote Procedure Call* (RPC). Dalam sistem ini, akan menggunakan Infura. Infura akan menjembatani data dari modul klien ke jaringan Ethereum. Data transaksi tersebut kemudian akan diverifikasi oleh *Ethereum Virtual Machine* (EVM) yang terdapat di dalam jaringan TestNet. Hasil verifikasi kemudian dapat dimonitor melalui situs **etherscan.io**.



▪ Gambar 1. Diagram Blok Sistem

INPUT, OUTPUT DAN PROSES

Sistem yang dirancang dalam bentuk *input*, *output* dan proses dapat dilihat pada Tabel 1 berikut. *Input* dalam sistem ini dibagi menjadi data jumlah sensor (validasi), data sensor (data-data), dan *time_stamp*. Proses dalam sistem ini terdiri dari proses akuisisi data, *timer* untuk penanda waktu pengiriman data, proses *signing* dan proses validasi data. *Output* sistem adalah data yang tervalidasi dalam blok. Ini diperiksa melalui **etherscan.io**.

▪ Tabel 1. *Input*, *Output* dan Proses

<i>Input</i>	<i>Proses</i>	<i>Output</i>
Jumlah Sensor	Akuisisi	Data tercatat dalam blok
Data-Data Sensor	<i>Timer</i>	
<i>Time_Stamp</i>	<i>Signing</i>	
	Validasi	

PARAMETER NON-FUNCTIONAL

Berikut adalah parameter-parameter keberhasilan *non-functional* terhadap sistem:

- Penyusunan *Smart Contract* yang tepat,
- Ketersediaan ETH karena setiap transaksi pencatatan ke jaringan Ethereum memerlukan sejumlah nilai ETH tertentu,

- Keandalan koneksi Internet.

FORMAT DATA

Sesuai dengan namanya, *blockchain* merupakan sekumpulan blok yang saling berkaitan membentuk sebuah rantai atau *linked list*. Setiap blok terdiri dari *header* dan *body*. Dalam *header* dan *body* terdapat sekumpulan *fields*. Banyak dan isi dari *fields* adalah sesuai dengan spesifikasi protokol masing-masing *blockchain*.

Header biasanya terdiri dari kode Hash dan *nonce* yang merupakan *pointer* untuk blok berikutnya dan kode unik. Kedua kode tersebut merupakan solusi PoWs. Selain itu, juga terdapat data lain seperti waktu pembuatan dan *roots* dari pohon Merkle. *Body* terdiri dari data transaksi yang memerlukan verifikasi. *Body* biasanya memiliki ukuran maksimum.

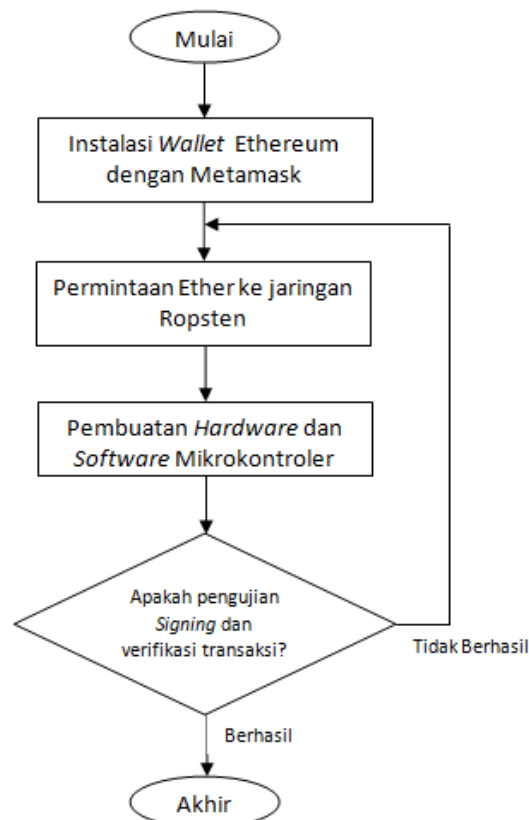
PROTOKOL BLOCKCHAIN

Blockchain menekankan *Proof of Works* (PoWs) sebagai cara untuk melakukan validasi. Validator menggunakan metode konsensus dan mempercayai *blockchain* yang paling panjang dalam jaringan [4]. *Blockchain* pada prinsipnya terdiri dari sekumpulan blok yang disimpan dalam bentuk *copy* oleh *nodes* dalam jaringan *blockchain*. Apabila ada penambahan blok baru, maka blok tersebut akan di-*update* keseluruhan *nodes* dalam jaringan. Agar dapat ditambahkan, validasi dilakukan. Inilah yang dinamakan dengan PoWs.

Algoritma PoWs dijalankan secara lokal oleh validator atau *node*. Dalam hal jaringan Ethereum, dilakukan oleh EVM. Tugas dari algoritma ini adalah untuk mencari solusi terhadap enkripsi kriptografi dalam blok tersebut. Algoritma PoWs memiliki tujuan utama untuk mencegah penambahan blok baru oleh pihak lain dan menjamin agar setiap *nodes* mendapatkan *copy block* yang konsisten [11].

METODOLOGI

Hal pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan instalasi *wallet* Ethereum dengan menggunakan Metamask. Ini akan menjadi bagian pertama dalam melakukan interaksi dengan jaringan *blockchain* Ethereum. Dalam interaksi, diperlukan sejumlah nilai Ether sebagai biaya untuk proses. Oleh karena itu, setelah *wallet* terinstalasi, perlu meminta sejumlah nilai Ether ke jaringan TestNet. Jaringan TestNet yang digunakan adalah Ropsten. Selanjutnya, mikrokontroler dan program untuk melakukan *signing* serta *smart contract* perlu dibuat. Pengujian merupakan langkah berikutnya. Bila pengujian gagal, maka perlu diulangi proses dari meminta Ether. Bila berhasil, akan dapat diperiksa melalui etherscan.io.



▪ Gambar 2. Metodologi

HASIL RANCANGAN

Rancangan berupa modul klien yang terdiri dari mikrokontroler ESP32 dan tiga buah sensor. Ketiga buah sensor tersebut adalah berupa sensor ketinggian, tekanan dan suhu. Sensor-sensor ini merupakan sensor yang didukung oleh mikrokontroler ESP32. Pemrograman di ESP32 menggunakan bahasa Python dengan *library* dari Zerinth. Oleh karena *library* ini mendukung akses ke *blockchain* Ethereum. Untuk program di *Ethereum Virtual Machine* (EVM) digunakan bahasa Solidity yang merupakan bahasa untuk memprogram *smart contract* Ethereum. *Smart contract* ini di-*deploy* dengan menggunakan remix.ethereum.org. Hasilnya adalah *smart contract* yang *live* di jaringan TestNet Ropsten dengan alamat `0x9Ad8Ee5E185455D6E7205bF63cE3808EDa44A2Ff`. *Private key*-nya adalah `0x33627590e0b8751ddabec6d0278c1e5f7da1821c9eb2a7b06f5d0edb3ec579ae`. *Wallet* yang digunakan memiliki alamat `0x81b7e08f65bdf5648606c89998a9cc8164397647`.



▪ Gambar 3. Hasil Rancangan

PENGIRIMAN DATA

Pengiriman data dilakukan setiap 30 detik karena ini adalah waktu minimal yang diperlukan oleh EVM untuk memvalidasi data sebelumnya. Waktu 30 detik ini didapatkan dengan melakukan pengujian. Setelah pengujian berkali-kali dengan melakukan penambahan waktu per detik, didapatkan bahwa hanya setelah *delay* 30 detik, data berikutnya dapat diterima dan divalidasi oleh EVM. Seperti telah disinggung sebelumnya, data yang dikirim adalah tiga jenis data yang diakuisisi dari sensor ketinggian, tekanan dan suhu. Gambar 4 berikut memperlihatkan prosedur pengiriman data dari modul klien ke EVM di jaringan TestNet Ropsten. Pertama-tama, data dibaca oleh setiap sensor, setelah itu data dikirimkan dengan bantuan infura.io ke EVM. Dari gambar ini terlihat, data yang dikirimkan dan biaya yang perlu dibayarkan dalam hitungan *gas*.

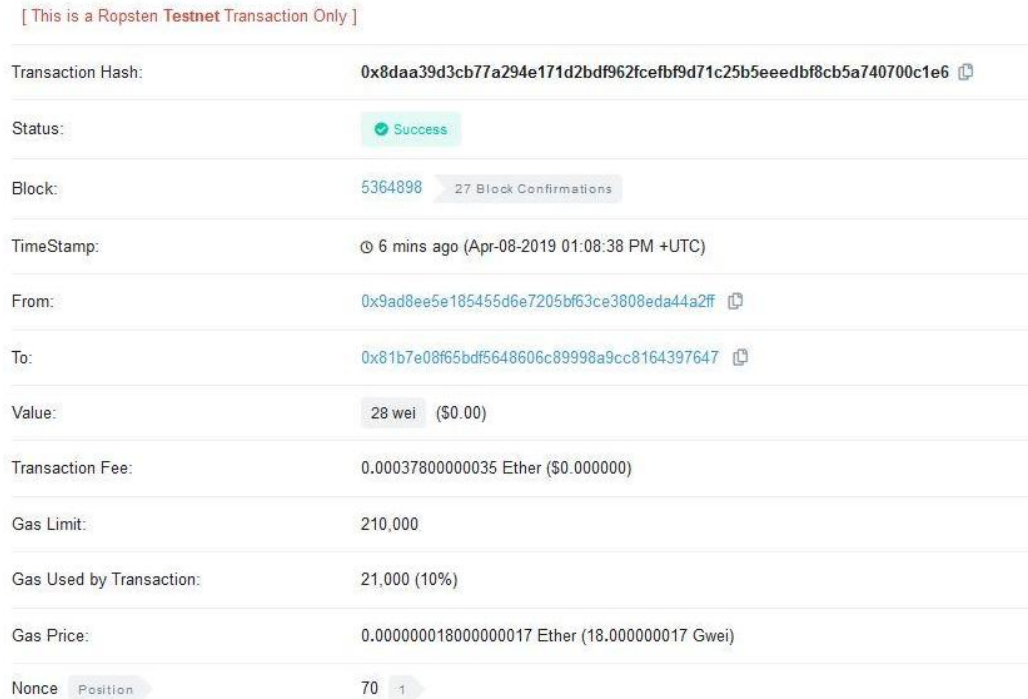
```

ets Jan  8 2016 09:14:27
rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
configsip: 0, SPIWP:0xee
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
mode:DIO, clock div:2
load:0x3fff0018,len:4
load:0x3fff001c,len:3806
no 0 tail 12 room 4
load:0x40078000,len:9028
no 0 tail 12 room 4
load:0x40080400,len:5788
entry 0x400806c0
E (32) boot: OTA: -1/-1 -1/-1 -1/-4
E (32) boot: Invalid ota, returning default vm 0
E (33) boot: Starting vm 0
Sensor initialized!
Connecting to WiFi...
Connected!
Asking ethereum...
Balance: 0x304422e81fd90c20
Gas Price: 1000000000
TCount: 70
Chain: 3
Altitude: 28.4375 meter
Pressure: 101805.25 Pascal
Temperature: 34.8625 Celcius
Sending values...
Monitor your transaction at:
ALTITUDE - https://ropsten.etherscan.io/tx/0x8d8ae39d3cb77e294e171d2bdf962fcef9d71c1505eedbfbcb5e748780c1e0
PRESSURE - https://ropsten.etherscan.io/tx/0xcb428d1230ba5dd7cb457aa4fa3cb7b660f6053cb0549b3e0b4b80c5170b889e
TEMPERATURE - https://ropsten.etherscan.io/tx/0x80cf270e1b835c6e9e631b4ae46893216ae85cf80ff929e006e94c7193a88d1
Sent!
    
```

▪ Gambar 4. Pengiriman Data dari Modul Klien ke EVM Jaringan TestNet Ropsten

KETINGGIAN

Gambar 5 memperlihatkan bukti pengiriman data ketinggian ke jaringan TestNet Ropsten. Pada gambar ini terlihat status pengiriman telah berhasil, besar biaya yang dibayarkan dalam memproses transaksi tersebut (dalam *gas*), dan juga alamat pengirim serta alamat *smart contract* sebagai lokasi penyimpanan data. Gambar 6 memperlihatkan 20 data ketinggian yang dikirimkan sebagai pengujian pengiriman data ketinggian. Setiap data yang dikirimkan disertai dengan bukti keberhasilan pengiriman data yang dapat diperiksa di etherscan.io. Setiap *link* data akan memperlihatkan status pengiriman, jumlah validasi, besar biaya transaksi dan data yang direkam.



▪ **Gambar 5.** Bukti Keberhasilan Pengiriman Data Ketinggian

Value	Etherscan
30.5 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xf2cbc27bc6c28d5c2ec903350867e21e98a6e29efe1f48c19d053c8d7bf64ed0
34.375 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x6070507b2afb51b5a21915bb3fbf86b22d241969cd2f5fcc9729507f2aa51304
36.625 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xb1bf2317807f3ac246c84ac0d836519606f0b110a6163af64085e99b6726b29
36.375 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x1044fc4d2ee2aeacf6ce8ef770b8ac543ef26393afac491caf4235a128ccb6b3
37.4375 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x8d53df99110648427b0fc447b861fbd81a299ad1215d3ba2667018e200f0bc69
37 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x68c9356a3ad67d0b5c6ef2e2523e69fc191e16a7a351b33fd8519ba8b6c93772
36.125 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x76462866f736d2790cb79860bc421a3e4dc08746988941915c61d48a7969238a
33.6875 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x23bd6ce4470979b0191dfe37d1d1f2583367be4d71a691290f2eedfcb461390
35.375 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xba0c0d76bea1b9c9c01777b43c38acb097ba91f8d6568171dc40b7d7f363658
29.375 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x01ebba317bebeb3d131b8310fb644c3953cb7ad6ae3647baf570621e8cc240b8
37.8125 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x95ce985da900859c2d885d4b20872c4e2bfb01da328a3dac27f7b13d166926c9
37.5625 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xaa3b194a2e3a4dc0fd068d88c36cc48e71ec14cfd61f6902936e35328fb99
35.5 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xe4a1f1d5a425b82bf9c759a2766a33678f2c6ed31b6d658276dc33bb9f872f48
34.1875 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x24b701672811f0866d21fefcb3bc8cd4fe8e682f5582146144597d2f4e90583c
32.4375 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x1e469d22187aec9a0a2625e7b21d0094652df143beb423fec48d8ca400f1f5e
32.8125 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x84ba0a2873c3647ab8e2f61289e06c465e653045c45558def3cb7a344e9a1e1d
32.8125 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x2e47feefb6d27bd1671955bacce2de64d6524770f5c43d04f815af9f539f0442
33.875 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xe94b3e4b3cb106bef8689b5eb2c47343906786efe792069ee608e23a50eaa37
29.25 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x98e55ffe95555014f773ef214f59717a7dc072d5bd7dc51b85da91a67f3fcc7
34.0625 m	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x5db0223ee9dbd862f2ee8b7eccf13e53352f253ef84cf5738c097632e1802829

▪ **Gambar 6.** Data Pengujian Sensor Ketinggian dan Hasil Validasi

TEKANAN

Data sensor yang diuji berikutnya adalah data sensor tekanan. Sensor tekanan dipilih karena sensor ini sering digunakan untuk berbagai peralatan IoT. Gambar 7 menunjukkan bukti pengiriman data sensor tekanan yang berhasil dilakukan. Berhasil di sini dimaksudkan bahwa data telah terekam di EVM. Ini terbukti data dapat divalidasi kembali. Pada gambar ini ada satu variabel yang dinamakan *Gas Limit* ini merupakan nilai maksimum yang diinginkan dalam transaksi perekaman data ke EVM. Di gambar ini juga terlihat bahwa biaya transaksi hanya sebesar 10% dari batas maksimum yang ditetapkan. Gambar 8 memperlihatkan 20 data dari

sensor tekanan yang digunakan untuk pengujian. Setiap data ini disertai link di situs etherscan.io. Ini berarti setiap data ini dapat dilihat status keberhasilannya dan juga dapat diperiksa kembali.

[This is a Ropsten Testnet Transaction Only]

Transaction Hash:	0xcb420d1230ba5dd7cb457aa4f4a3cb7b666fb53cb549b3e0b4b80c5176b089e
Status:	Success
Block:	5364903 25 Block Confirmations
TimeStamp:	6 mins ago (Apr-08-2019 01:09:41 PM +UTC)
From:	0x9ad8ee5e185455d6e7205bf63ce3808eda44a2ff
To:	0x81b7e08f65bdf5648606c89998a9cc8164397647
Value:	0.000000000000101005 Ether (\$0.00)
Transaction Fee:	0.000378000000035 Ether (\$0.000000)
Gas Limit:	210,000
Gas Used by Transaction:	21,000 (10%)
Gas Price:	0.000000018000000017 Ether (18.000000017 Gwei)
Nonce	71

▪ **Gambar 7.** Bukti Pengiriman Data Sensor Tekanan

Value	Etherscan
100923 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x4f6d7135a576424b95a437254bee344ffc5c8d6f7d7b82a327466e4b986c5dbd
100940.5 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xa022ad3b30a6a96b8078c2f8acb4dd7a3ebebcb1b909385f024dfb4e1bc3707d9
100938.25 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xf11149d5d56854e67ce2d5fde4a8bc4ecd367ed471529b96c059170bcb416136
100901.75 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x333bf389d9af1fa3a56b111feb738937bec41c1791d6d66c2192adebc4410b9a
100895.25 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x6b4c9be2c30e224b2278700dcb7982bfadcaefc7ddf547871f708f37c01655a7
100924.5 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x684480cd1555b124e94a777b1ca4a7714e1dc22b61bf21180d00193d417127e5
100874.5 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xae2a204207f8fa5b9374f8daf47f56efedaa68711d4ef844b73aa177e227c2b
100854.75 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xd0f34e9e7e92fe1966ae8207016255ff4c06b8bc1280aa38ea40019a0b8211109
100926.75 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x09d01a85337c06fbb0c200bf08429126950c0db4494d9676b8b8432966afe515
100927.75 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x65c4a4b19d2d07ae171088a64b7e9c2f9c49672f3a2ba91f7051c17cd56c009a
100926.5 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xb5609164eade1795e84efb38aa7fd8a8df07ff06f39074219d1ae75
100903.5 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xb61c2d4cc047e9054a18386f0ef2250567f758f61ee319939fc90e42df215e0
100914.75 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xcd33e3c8d8492e1931a3bae7682b5e1c6d803ca8745786403061bd5ceab7b372
100881.75 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x61f5c8f1431bf9618c5fd9da26df341ab3fb97429cb98bb7ffdeba2e693e0d7
100976.5 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xefa5e3c60fa1c9751ca62c9bfb92ca2188754cf6837edeae3e97ed23a7e323a0
100983 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x7c969efe4ca9d547dce06426bb1d8660a8f89bb0bd1cfd5156321d9a9592c792
100931.5 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xfb00adae46fd13dfce1274134e7d5a0fe5f7f593dd07af2cfd272d8fbb4f1150
100913.25 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x086383386ce7449160100559ceff1fd85b5f43ae0f74067b22986b2988d0ed774
100969.75 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x761221aaaf916ec463175e9780effde11e9cde60b4d14cfb1f4f121d178d86b2
100924.25 Pa	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xbecde93f9eadece3d0edc837f34e81bf66e848a5ce82c23c4f0723a5549e96

▪ **Gambar 8.** Data Pengujian Sensor Tekanan dan Hasil Validasi

SUHU

Sensor suhu banyak digunakan dalam berbagai peralatan, baik untuk keperluan industri mau pun pada peralatan elektro medis. Oleh karena itu, sensor suhu menjadi salah satu sensor yang digunakan dalam pengujian modul ini. Sensor suhu yang digunakan memiliki rentang untuk pengukuran suhu tubuh manusia. Data-data yang diuji menunjukkan sensitivitas sensor dan fleksibilitas pengiriman data ke EVM. Gambar 9 merupakan gambar yang memperlihatkan contoh keberhasilan pengiriman data ke Ropsten. Detail pengiriman terlihat dengan jelas pada Gambar 9. Di Gambar 10, diperlihatkan 20 data yang dikirimkan untuk pengujian modul.

[This is a Ropsten Testnet Transaction Only]

Transaction Hash: **0x0cfb27de1b835c6e4e63c1b4aa46093216ae85cf06ff929e066a94c7193a88d1**

Status: Success

Block: **5364906** 22 Block Confirmations

TimeStamp: 6 mins ago (Apr-08-2019 01:09:52 PM +UTC)

From: **0x9ad8ee5e185455d6e7205bf63ce3808eda44a2ff**

To: **0x81b7e08f65bdf5648606c89998a9cc8164397647**

Value: **34 wei** (\$0.00)

Transaction Fee: 0.00037800000035 Ether (\$0.000000)

Gas Limit: 210,000

Gas Used by Transaction: 21,000 (10%)

Gas Price: 0.00000018000000017 Ether (18.000000017 Gwei)

Nonce Position **72** 2

■ **Gambar 9.** Bukti Keberhasilan Pengiriman Data Sensor Suhu

Value	Etherscan
29.125 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x5e542a63b0c300538f301da24ad8073f34de6ef0b4683ea0f050914d94bab809
29 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xc9a4ae4c372fa20d8cc7253e6d4c15b1e2badcc5bd0612c386c3e38d8228e1e1
29.0625 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xfbdad1fc3fc7b3b014c5d8ace979c5f238f0628b1aae4806b8830cc245c1fb18
29.0625 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x7fb373df8d319424040a7118d74ee93eab3d6a3fdb3adfd5d58d764c0c4da09f
29.0625 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xf37b06eeebd68696ebd3acb7f6dbe05b9a787a3ede36b0cf0c8c3b52d2928877
29.1875 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xbfdccace94bab8f003ad1fcc9dc8d70abf8ba36bf95af6cf161254f310937fdc1
29.0625 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x73e41ee4921fc6b28543864252bbd8688a2227d1fa0c25857448735cbaf312d4
29.125 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xf1e7aebe4bb3e187740620bb35c731631ed7dad64d2aa6bc16fba32d2f2df870
29.125 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xfe3a53b173c0d314ceb744785631c22b5a33490667666f26485515c4c5dcaa56
29.0625 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xf75b497ff458c9d143af22c76ab92499d2a9e35b294c3b4b2ce21fbf9d010817
29 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x841aa81c0484416d058898419719f890cba3e6daf86fa748419288f7200a99a2
29.0625 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0xbcfb58c731bd1c35b9211e98a00fb2fab0b5d96607c05d314a993e069d10dc72
31.4375 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x14e711c84a2fc504fdb26cc92c6d21af55a957f953b8c0d5e073d9da76b6925a
37.875 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x2d0b1355a636dcb97680ff98511c3bd4dfa255c8f48735ce5309986635568925
34.375 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x6d7c32fe046541b43d944a12c103c0d88f8b8fce70a98cb6eef6a391629bf163
31.9375 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x59c95de02d783f8f1b3f37f529cebe768da4760c0d98dfd8094844d9d154ed46
30.125 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x0c71793e7e5d0453f1da1a63249fdf1211a1822f1ca2621c7b1208325bfeff8
29.75 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x3df7aaa9af9de3b1401d1f64822493969387388c5b104e3a14d99335465f4914
38.0625 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x2259115788dfc861c1c56d44c6ab2f8e0564bdc18331510b9fe2b1fe6613415b
39.875 °C	https://ropsten.etherscan.io/tx/0x0826ebe162d8f1650a89b2176eebfd898f4239ee4ff72bd7b8491d0dec41683

■ **Gambar 10.** Data Pengujian Sensor Suhu dan Hasil Validasi

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Proses *signing* berhasil dilakukan dan dapat divalidasi dengan etherscan.io. Ini berarti *blockchain* dapat digunakan untuk melakukan sekuritisasi data IoT.
2. Proses ini supaya berhasil memerlukan *delay* pengiriman data dengan nilai minimum tertentu. Dalam pengujian ini, didapatkan bahwa *delay* 30 detik adalah nilai minimum agar data dapat terekam dengan baik di EVM.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Smith, *Internet of Things connected devices to triple by 2021, reaching over 46 billion units*, in Juniper Research, 2016.

- [2] K. Rawlinson. *Hp study reveals 70 percent of internet of things devices vulnerable to attack*. [Online]. Available: <http://www8.hp.com/us/en/hp-news/press-release.html?id=1744676#.WUrrwWgrKM8>, diakses pada tanggal 29 Agustus 2018 pada jam 21.00 WIB.
- [3] K. Christidis and M. Devetsikiotis, *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things*, IEEE Access, vol. 4, 2016, pp. 2292 – 2303.
- [4] P. Danzi, et. al., *Analysis of the Communication Traffic for Blockchain Synchronization of IoT Devices*, IEEE International Conference on Communications (ICC), 2018.
- [5] J. Pan and E. Alqrem, *EdgeChain: An Edge-IoT Framework and Prototype Based on Blockchain and Smart Contracts*, <https://arxiv.org/abs/1806.06185>, 2018, diakses pada tanggal 29 Agustus 2018 pada jam 22.00 WIB.
- [6] U. Guin, P. Cui and A. Skjellum, *Ensuring Proof-of-Authenticity of IoT Edge Devices using Blockchain Technology*, The 2018 IEEE International Conference on Blockchain, 2018.
- [7] A. Dorri, et. al., *Blockchain for IoT Security and Privacy: The Case Study of a Smart Home*, IEEE Percom Workshop on Security Privacy and Trust in The Internet of Thing, 2017.
- [8] S. F. T. O. Mendonca, J. F. S. Junior and F. M. R. Alencar, *The Blockchain-based Internet of Things Development: Initiatives and Challenges*, ICSEA, 2017, pp. 28-33.
- [9] J. Kogure, et. al., *The Blockchain-based Internet of Things Development: Initiatives and Challenges*, Fujitsu Scientific & Technical Journal, vol. 53, no. 5, pp 56-61, 2017.
- [10] A. Dorri, et. al., *LSB: A Lightweight Scalable BlockChain for IoT Security and Privacy*, <https://arxiv.org/abs/1712.02969>, 2017, diakses pada tanggal 20 September 2018 pada jam 23.00 WIB.
- [11] A. Narayanan et al., *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction*, Princeton University Press, 2016.