

# RANCANG BANGUN SISTEM SATELIT BUATAN BERBASIS ESP32 DENGAN FITUR KOMUNIKASI MENGGUNAKAN MODUL GSM SIM800L

## DESIGN OF ESP32-BASED SATELLITE SYSTEM WITH COMMUNICATION CAPABILITY USING GSM MODULE SIM800L

Jati Kinsela Brajamusti<sup>1</sup>, Cindy Kaillah Nurjanah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta

[1110314006@mahasiswa.upnvj.ac.id](mailto:1110314006@mahasiswa.upnvj.ac.id), [2110314049@mahasiswa.upnvj.ac.id](mailto:2110314049@mahasiswa.upnvj.ac.id)

### Abstrak

Satelit buatan adalah objek yang dirancang untuk melakukan tugas tertentu seperti pemantauan lingkungan, komunikasi, dan navigasi. Namun, terkait dengan satelit buatan berbasis SMS (Short Message Service), diperlukan solusi yang lebih hemat biaya untuk transmisi data. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, dikembangkan penggunaan kombinasi ESP32 dan SIM800L sebagai solusi transmisi data yang efisien dan ekonomis. ESP32 bertindak sebagai otak satelit yang mengontrol dan mengumpulkan data dari berbagai sensor yang ditanamkan untuk memantau lingkungan, sedangkan modul SIM800L menyediakan koneksi seluler yang memungkinkan transmisi data melalui jaringan seluler. Kombinasi teknologi tersebut bertujuan untuk mengurangi kompleksitas dan lebih hemat biaya dalam transmisi data satelit buatan berbasis SMS serta membuka peluang baru untuk penelitian teknologi komunikasi satelit.

**Katakunci:** ESP32, GSM, Sistem Komunikasi Satelit, Komunikasi Nirkabel, Sistem Satelit Buatan

### Abstract

Satellites are objects designed for specific tasks such as environmental monitoring, communications, and navigation. However, in the context of SMS-based satellites (Short Message Service), a more cost-effective solution for data transmission is needed. Therefore, in this research, we developed a combination of ESP32 and SIM800L as an efficient and economical data transmission solution. The ESP32 acts as a satellite brain that controls and collects various embedded sensors to monitor the environment, while the SIM800L module provides cellular connectivity that enables data transmission over cellular networks. Together, these technologies aim to reduce the complexity and cost effectiveness of SMS-based satellite data transmission and open new opportunities for satellite communication technology research.

**Keywords:** ESP32, GSM, Satellite Communication System, Wireless Communication, Artificial Satellite System

## 1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi menuntut kita untuk mengikuti perkembangan teknologi tersebut, khususnya dalam dunia teknologi informasi dan komunikasi. Salah satu produk dari perkembangan teknologi informasi dan komunikasi adalah telekomunikasi dengan menggunakan handphone atau telepon genggam.[1].

Penerapan telekomunikasi melalui media mobile membuat penyampaian informasi menjadi lebih fleksibel. Media handphone merupakan media yang sangat familiar di masyarakat. Menurut sumber data Badan Regulasi Telekomunikasi (BRTI) pada tahun 2007, jumlah pengguna telepon seluler di Indonesia mencapai 80 juta orang, dan untuk tahun ini pertumbuhan telepon seluler telah melampaui pertumbuhan penduduk Indonesia [1].

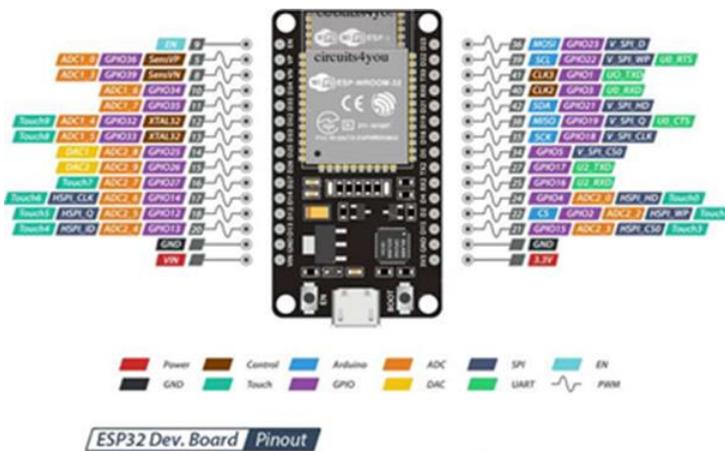
Proses transaksi dilakukan melalui media SMS yang pada akhirnya akan didapat status informasi yang akan dikirimkan balik ke pengirim SMS tersebut [2]. Pemanfaatan ESP32 dan

SIM800L memberikan solusi yang lebih hemat biaya untuk pengiriman data. ESP32 berfungsi sebagai otak satelit yang mengendalikan dan mengumpulkan data dari berbagai sensor yang ditanamkan untuk memonitor lingkungan, sedangkan modul SIM800L menyediakan koneksi seluler yang memungkinkan pengiriman data melalui jaringan telepon seluler. Melalui penggabungan teknologi tersebut, diharapkan dapat mengurangi kompleksitas dan biaya pengembangan satelit buatan serta membuka peluang baru dalam eksplorasi teknologi komunikasi satelit.

## 2. DASAR TEORI /MATERIAL DAN METODOLOGI/PERANCANGAN

### 2.1 ESP32

ESP32 merupakan adik dari ESP8266 dengan fungsi dan keunggulan yang jauh lebih baik dari generasi sebelumnya. ESP32 memiliki 36 pin GPIO dan resolusi ADC 12 bit, sedangkan ESP8266 hanya memiliki 17 pin GPIO dan resolusi ADC 10 bit. ESP32 memiliki inti CPU dan Wi-Fi yang lebih cepat dan mendukung Bluetooth. Fungsi ESP32 pada sistem adalah mengolah data yang diterima dari modul GSM SIM800L dan sensor DHT11 serta mengirimkan data tersebut.

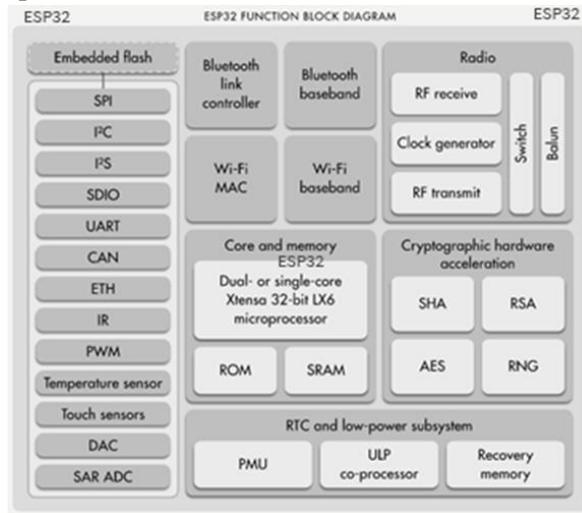


Gambar 1. Pinout ESP32

ESP32 memiliki detail teknis dan fungsional yang dijelaskan di bawah ini:

- ESP32 menggunakan sistem *dual-core* dengan *Harvard Architecture* Xtensa LX6. Memori internal dan eksternal terletak di bus data dan/atau bus instruksi CPU. Mikrokontroler memiliki dua inti - PRO\_CPU untuk protokol dan APP\_CPU untuk aplikasi. Ruang alamat untuk bus data dan instruksi adalah 4 GB dan ruang alamat untuk periferal adalah 512 KB. Selain itu, memori yang terpasang mencakup ROM 448 KB, SRAM 520 KB, dan dua memori RTC 8 KB. Penyimpanan eksternal mendukung hingga empat 16 MB.
- Jam dan pengatur waktu ESP32 dapat menggunakan loop terkunci (PLL) 320 MHz internal atau kristal eksternal. Dimungkinkan juga untuk menggunakan rangkaian osilator sebagai sumber jam dengan frekuensi 2-40MHz untuk menghasilkan jam master CPU\_CLK untuk kedua inti CPU.
- Diagram Blok dan Fitur Struktur mikrokontroler ESP32 dirancang untuk beroperasi di bawah protokol berikut: TCP/IP, MAC WLAN 802.11 b/g/n/e/i, WLAN lengkap dan konfigurasi Wi-Fi Direct. Mikrokontroler dapat menyediakan operasi STA dan *SoftAP Basic Service Set (BSS)* di bawah protokol *Distributed Control Function (DCF)*. Ini juga

mendukung operasi grup P2P, yang sesuai dengan protokol Wi-Fi P2P terbaru. Dengan demikian, itu dapat bertindak sebagai stasiun, menghubungkan ke internet atau ke server dan titik akses untuk menyediakan antarmuka, misalnya, ponsel cerdas yang menjalankan aplikasi seluler.



Gambar 2. Arsitektur ESP32

- d. Sistem operasi *real-time* ESP32 adalah *FreeRTOS*, sistem sumber terbuka yang dirancang untuk sistem tertanam yang menyediakan fungsionalitas penting untuk aplikasi yang lebih canggih. Fungsi inti adalah manajemen memori, manajemen tugas dan sinkronisasi API. Spesifikasi ESP32 dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat ESP32

Detail	
CPU	Tensilicia Xtensa LX6 32bit Dual-Core di 160/240 MHz
SRAM	520 KB
FLASH	2MB (max. 64MB)
Tegangan Kerja	2.2V sampai 3.6V
Arus	Rata-rata 8mA
Program	Ya (C, C++, Phyton, Lua, dll)
Open Source	Ya

Tabel 2. Fitur Perangkat ESP32

Detail	
Wi-Fi	802.11b/g/n
Bluetooth	4.2BR/EDR+BLE
UART	3
I/O	
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)

## 2.2 Modul GSM SIM 800L V.2

IComSat v1.1-SIM900 GSM/GPRS adalah GSM yang dirilis oleh Iteadstudio. IcomSat adalah modul yang kompatibel dengan Arduino. Dengan IComSat Anda dapat mengirim dan menerima pesan melalui SMS (Short Message Service). IcomSat dapat dikontrol menggunakan perintah AT.



Gambar 3. Modul GSM SIM800L V2

SIM800L adalah solusi GSM/GPRS *dual-band* penuh dengan modul SMT terintegrasi ke dalam aplikasi pengguna. Dilengkapi dengan antarmuka standar, SIM800L menawarkan kinerja GSM/GPRS 900/1800MHz untuk transmisi suara, SMS dan faks dengan ukuran ringkas dan konsumsi daya rendah. Dengan arsitektur berukuran 24mm x 24mm x 3mm, SIM800L mengisi hampir semua kebutuhan ruang untuk aplikasi pengguna, terutama yang membutuhkan desain ramping dan kompak.

Modul SIM800L V.2 gsm merupakan modul penerus sekaligus pengembangan dari modul versi sebelumnya yaitu Modul mini SIM800L untuk kemudahan power supply. SIM800L V.2 memiliki kemiripan dengan modul sebelumnya yaitu penggunaan *Chip SIMCOM*, sedangkan yang membedakan adalah *PIN Interface* dan *BreakBoard*.

Bentuk modul SIM800L V.2 ditunjukkan pada Gambar 4. Karakteristik dari Modul GSM SIM800L V.2 adalah sebagai berikut:

1. *Quad band* 850/900/1800/1900MHz.
2. Mendukung empat jaringan dengan jangkauan jaringan global.
3. *Power Supply*: 5V DC
4. Ukuran modul 4 x 2,8 cm, kelas 1 (1 W pada 1800/1900 MHz).
5. *Range* suhu operasi normal pada: 40° – 85° C.
6. Tidak memerlukan rangkaian *step down*.

Keterangan *RING LED*:

1. Menyala pada kondisi aktif dan tidak ada panggilan masuk.
2. Mati pada kondisi ada panggilan masuk.
3. Berkedip pada saat terjadi penurunan tegangan atau reset otomatis.

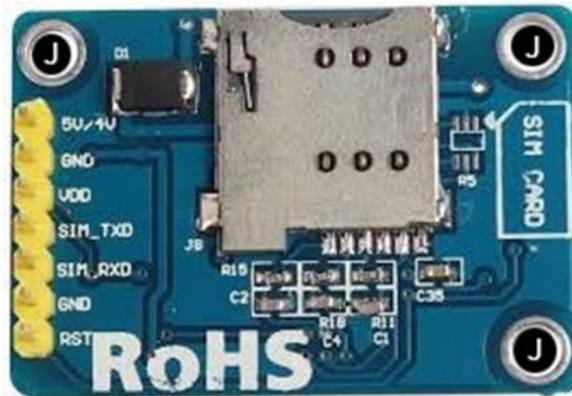
Keterangan *Network LED*

1. Berkedip cepat dalam status pencarian jaringan.
2. Berkedip lambat dalam status perekaman jaringan.

Spesifikasi modul GSM SIM 800L V.2 tercantum pada Tabel 3, sebagai berikut :

Tabel 3. Spesifikasi Modul GSM SIM800L V.2

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Jaringan	Empat pita 850/900/1800/1900 MHz
2	Kelas GPRS	Kelas 12
3	Chip Utama	SIM 800L
4	Antarmuka	Serial
5	Tenaga Kerja	5Vdc
6	Temperatur Kerja	40° ~ 85°



Gambar 4. Bagian-bagian Modul GSM SIM800L V2

Modul GSM SIM800L memiliki 6 pin yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. Lembar data untuk setiap pin ditunjukkan pada Gambar 4. Fungsi setiap pin modul GSM SIM800L ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Modul V.2 dapat digunakan sebagai SMS gateway atau modul kontrol cerdas dengan SMS karena beberapa pin IO seperti pin MIC, pin SPK dan pin DTR telah dilepas.

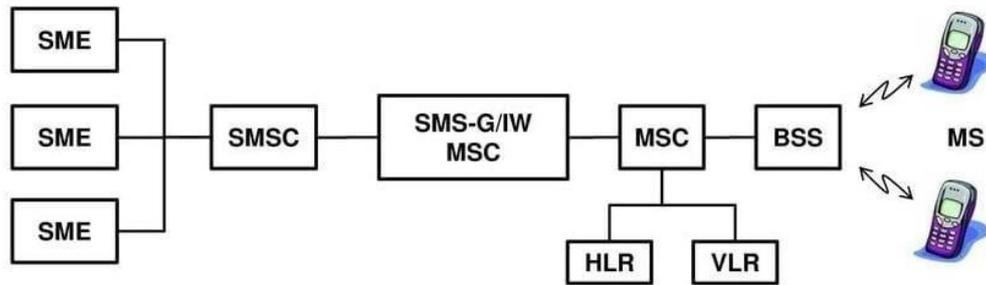
Tabel 4. Fungsi Pin Modul GSM SIM800L V.2

No	Komponen	Keterangan
1	5V	Power Supply Vdc
2	GND	Ground
3	VDD	Pin
4	RST	RESET (Reboot Module)
5	SIM_RXD	Serial Receiver/ RX (Penerima)
6	SIM_TXD	Serial Transceiver/ TX (Pengirim)

### 2.3 Short Message Service (SMS)

SMS adalah salah satu layanan GSM yang dikembangkan dan diatur oleh ETSI. Saat Anda mengirim SMS dari ponsel, pesan tersebut tidak dikirim langsung ke ponsel, tetapi dikirim terlebih dahulu ke pusat SMS (SMSC) dan kemudian masuk ke ponsel menggunakan aturan keamanan dan transmisi ulang (*store-and-forward*). Dengan bantuan SMSC, kita bisa mengetahui lokasi SMS tersebut, apakah sudah sampai ke ponsel target atau belum. Saat ponsel dihidupkan untuk menerima pesan teks, ponsel akan mengirimkan kembali pesan SMSC konfirmasi yang menunjukkan bahwa pesan teks telah diterima. SMSC kemudian mengirimkan notifikasi kembali ke pengirim. Namun, jika ponsel target dimatikan atau berada di dekatnya, SMS yang dikirim akan disimpan di SMSC

setelah satu hari berlalu. Jika masa berlaku telah lewat, SMSC akan menghapus SMS tanpa mengirimkannya ke pengirim. menunjukkan bahwa pesan yang dikirim gagal.



Gambar 5. Skema Sistem Short Message Service (SMS)

Subsistem absolut dari layanan SMS adalah:

1. SME (*Short Message Entity*) adalah tempat penyimpanan dan pengiriman pesan ke negara anggota tertentu.
2. PL (Pusat Layanan), yang berperan untuk menerima pesan dari SME dan meneruskannya ke alamat MS yang dituju.
3. SMS-GMSC (*Short Message Service - Gateway SMC*) menerima penerimaan pesan

Prinsip kerja dari SMS ini adalah setiap jaringan memiliki satu atau lebih *Service Center* (SC) yang beroperasi:

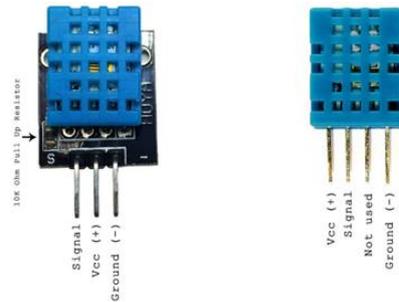
1. Penyimpanan dan pengiriman informasi (*store and forward*) dari pengirim ke pelanggan sasaran.
2. Merupakan *interface* antara PTMN (*Public Terrestrial Mobile Network*) GSM dan banyak sistem lain seperti: email, faks, atau penyedia konten.

SC terhubung ke PLMN melalui BSC. Berdasarkan layanan pengiriman SMS, layanan MSC terbagi menjadi dua bagian:

1. SMS GMSC (*MSC Gateway* untuk Layanan Pesan Singkat) atas nama MSC. MSC ini dapat menerima pesan dari SC, kemudian memeriksa informasi *routing* dari HLR dan mengirimkannya ke VMSC tempat klien berada di SC.
2. SMS-IWMMS adalah layanan MSC yang dapat mengirim dan meneruskan pesan dari PLMN ke SC.

## 2.4 Sensor DHT11

Sensor suhu dan kelembaban DHT11 adalah sensor yang mendeteksi objek dengan suhu dan kelembaban dalam modul dengan keluaran digital yang telah dikalibrasi. Modul sensor ini berisi elemen resistansi seperti alat pengukur suhu seperti NTC. Keunggulan sensor DHT11 dibanding sensor lainnya terletak pada kualitas pembacaan data sensor yang sangat baik, kecepatan sensor (cepat dalam pembacaan) dan sulitnya interferensi.



Gambar 6. Sensor DHT11

DHT11 merupakan sebuah sensor yang memiliki kemampuan untuk mengukur dua parameter lingkungan, yaitu suhu dan kelembapan, secara simultan. Sensor ini menggunakan termistor tipe NTC (Negative Temperature Coefficient) untuk mengukur suhu, serta sensor kelembapan tipe resistif dan mikrokontroler 8-bit yang memproses kedua sensor tersebut dan mengirimkan hasilnya melalui kabel dua arah ke pin input/output dalam bentuk dua dimensi.

Tabel 5. Spesifikasi Sensor DHT11

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Sumber Tegangan	3,3 – 5 VDC
2	Sinyal Keluaran	Sinyal Digital
3	Elemen Pengindra	<i>Polymer Capacitor</i>
4	Kelembapan	20% - 95% RH dengan toleransi $\pm 5\%$ RH
5	Suhu	0-50°C dengan toleransi $\pm 2^\circ\text{C}$
6	Sensitivitas	T = 0,1°C; H= 1%RH

Ada dua jenis DHT11 yang beredar di pasaran biasanya dalam bentuk modular, yaitu DHT11 3-pin dan 4-pin.

### 2.5 Modul BMS MH-CD42

BMS atau Battery Management System adalah sistem elektronik yang mengatur, memantau dan melindungi baterai terhadap kondisi yang dapat merusaknya . BMS berperan sebagai:

1. Mendeteksi malfungsi, seperti overcharge, kenaikan suhu yang berlebihan, dan kebocoran listrik.
2. Memperkirakan status muatan pada suhu dan dalam lingkungan pengisian atau pengosongan.

Berkat fungsi BMS, 1 baterai lithium-ion dengan kepadatan energi lebih tinggi dapat digunakan dengan aman. BMS mengevaluasi status pengisian daya (SOC) baterai lithium ion.



Gambar 7. BMS MH-CD42

Ada berbagai jenis BMS yang digunakan untuk menghindari kegagalan baterai. Yang paling umum adalah sistem pemantauan baterai yang merekam parameter operasional utama seperti tegangan, arus, dan suhu internal baterai bersama dengan lingkungan sekitar suhu selama pengisian dan pemakaian. Sistem memberikan masukan kepada perangkat perlindungan sehingga sirkuit pemantauan dapat menghasilkan alarm dan bahkan melepaskan baterai dari beban atau pengisi daya jika salah satu parameter melebihi nilai ditetapkan oleh zona aman.

## 2.6 Modul Switching Power Supply

*Switching Power Supply* adalah sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk mengendalikan aliran daya listrik ke perangkat atau sistem lain. *Relay* berfungsi sebagai saklar elektromagnetik yang dapat menghubungkan atau memutuskan aliran listrik melalui kontak yang dikendalikan secara elektromekanik. *Switching Power Supply* memiliki prinsip kerja sebagai berikut:

1. Ketika arus listrik mengalir melalui gulungan elektromagnetik pada *relay*, elektromagnet akan teraktivasi dan menciptakan medan magnet.
2. Medan magnet tersebut kemudian menarik atau melepaskan kontak-kontak *relay*, yang dapat menghubungkan atau memutuskan aliran listrik ke perangkat lain,
3. Ketika arus yang melalui gulungan elektromagnetik terputus, medan magnet hilang dan kontak-kontak *relay* kembali ke posisi semula.



Gambar 8. Modul Switching Power Supply

*Switching Power Supply* tersedia dalam berbagai jenis dan konfigurasi, termasuk relay elektromekanik, relay *solid-state*, dan relay *latching*. Setiap jenis *relay* memiliki karakteristik dan kegunaan yang berbeda tergantung pada pengaplikasiannya.

## 2.7 Telemetri

Telemetri adalah suatu metode transmisi data ke operator sistem. Kata "telemetri" berasal dari bahasa Yunani, yaitu "tele" yang berarti jarak dan "metron" yang berarti pengukuran. Menurut definisi, telemetri mengacu pada bidang teknologi yang menggunakan perangkat untuk mengukur panas, radiasi, kecepatan, atau properti lain, dan mentransmisikan data terukur ke penerima yang berada di luar jangkauan pengamat atau manusia.

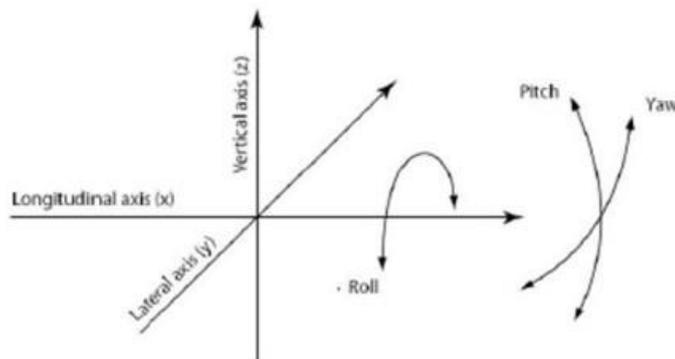
Pengukuran telemetri dipengaruhi oleh rentang gerak, dengan tujuan utama pengukuran adalah untuk menentukan nilai percepatan dari sebuah benda yang sedang bergerak. Ponsel telemetri sangat sensitif terhadap kebisingan yang berasal dari berbagai sumber seperti getaran, suhu, tekanan, atmosfer, dan penghalang.

Pergerakan suatu benda dapat terjadi dalam berbagai kondisi. Pergerakan benda dapat diasumsikan dengan sumbu x, y, dan z, yang memiliki definisinya sendiri. Sumbu x mengacu pada

sumbu vertikal, sumbu y mengacu pada sumbu horizontal, dan sumbu z mengacu pada setiap sumbu vertikal lainnya. Tabel 6 digunakan untuk mengukur hubungan antara sumbu dan arah pengukuran. Arah percepatan benda berada pada sumbu x. Ketika sebuah objek berputar, ia bergerak pada sumbu y, dan ketika benda mengembang atau menyusut, ia bergerak pada sumbu z.

Tabel 6. Arah Gaya Akselerasi dan Sumbu Koordinat

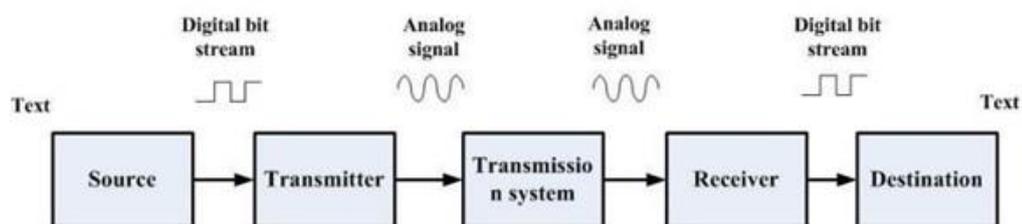
Axis	Cartesian	Rotation	Arah Gaya
Longitudinal	X	Roll	Acceleration force
Lateral	Y	Pitch	Concerning force
Vertikal	Z	Yaw	Gravitational



Gambar 9. Koordinat Tiga Dimensi pada Percepatan Benda

Peralatan pokok telemetri secara masyarakat dibagi berperan dua babak utama, yaitu *transmitter* dan *receiver*. Perangkat sistem pemancar ini perlu mengirimkan data, di sinilah letak perangkat, tempat pengukuran berlangsung. Sebelum mentransmisikan data, dilakukan proses modulasi terhadap data yang terbaca oleh meter. Modulasi ini bertujuan untuk mengubah data menjadi frekuensi yang diinginkan, sebelum dikirim melalui media transmisi.

Perangkat penerima dalam system ini berperan dalam menerima informasi yang dikirim oleh pengirim melalui media transmisi, dan kemudian mengubahnya kembali menjadi format data asli sesuai dengan hasil pengukuran awal. Gabungan dari kedua sistem ini dikenal sebagai sistem perhitungan jarak.



Gambar 10. Komunikasi Data Sederhana

Menurut *Stallings*, komunikasi sederhana dapat divisualisasikan seperti pada Gambar 10. Gambar 10 terdiri dari beberapa istilah dan komponen, yaitu:

a. Sumber

Perangkat ini bertanggung jawab untuk membuat atau mengonfigurasi data yang akan dikirim.

b. Pengirim

Data selalu dibuat dalam format sumber dan tidak diambil alih secara langsung saat data dibuat. Pemancar mengalihkan *input* dan mengkodekannya sebagai sinyal elektromagnetik yang dapat disiarkan. Misalnya, modem mengambil aliran bit dari komputer dan mengubahnya menjadi sinyal analog yang dapat didistribusikan melalui jaringan telepon.

c. Sistem Transfer

Sistem persneling mungkin berasal dari perangkat keras perusahaan, serat telekomunikasi, atau obsesi koneksi yang memadukan asal dan tujuan.

d. Receiver

Menerima sinyal dari sistem transmisi dan memrosesnya menjadi bentuk yang dapat dikenali oleh perangkat target. Misalnya, sebuah modem mengambil jaringan sinyal analog jaringan atau saluran transmisi dan mengubahnya menjadi aliran digital.

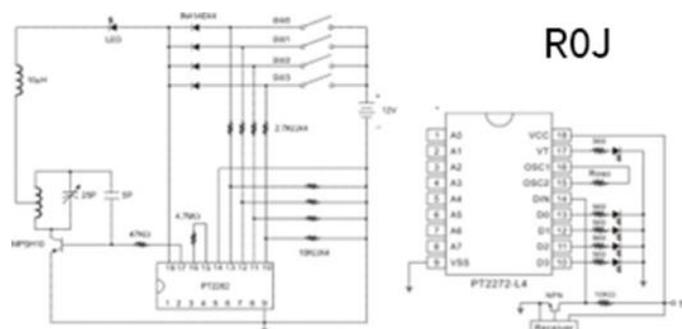
e. Destination

Merupakan tujuan pengiriman akhir yang menerima data penerima.

## 2.8 Telecommand

Definisi *telecommand* dalam kamus adalah pengendali jarak jauh (*remote control*) perangkat elektronik. Menurut *Karsten Scheibler* dan *Christoph Bartelmus* (1999), *remote control* adalah alat yang berfungsi sebagai *remote control* untuk suatu perangkat elektronik. Istilah *remote control* sering disingkat menjadi "*remote control*". *Remote control* sering disebut sebagai *controller*, *donker*, *doofer*, *zapper*, *click buzzer*, *box*, *pinball*, *zippity latch*, atau *switch*.

Kontrol jarak jauh untuk sistem stereo dan DVD biasanya merupakan perangkat genggam nirkabel kecil dengan beberapa tombol untuk menyesuaikan berbagai pengaturan. *Remote control* terdiri dari dua bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*. Blok pemancar berfungsi mengirimkan informasi perintah, sedangkan blok penerima berfungsi menerima data informasi yang akan dikirim ke mikrokontroler. Berikut ini adalah diagram rangkaian pemancar dan penerima *remote control*.



Gambar 11. Transmitter dan Receiver Remote Control

Terdapat dua jenis *remote control*, yaitu inframerah (inframerah = IR) dan frekuensi radio (frekuensi radio = RF). Pengontrol inframerah bergerak pakai mendedrop cucuran inframerah ke perkakas elektronik, sedangkan inspektur RF bergerak pakai hukum yang serupa tetapi memperuntukkan cucuran saluran radio. Penerapannya banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, antara lain *remote control* TV, *remote control* AC dan lain-lain.

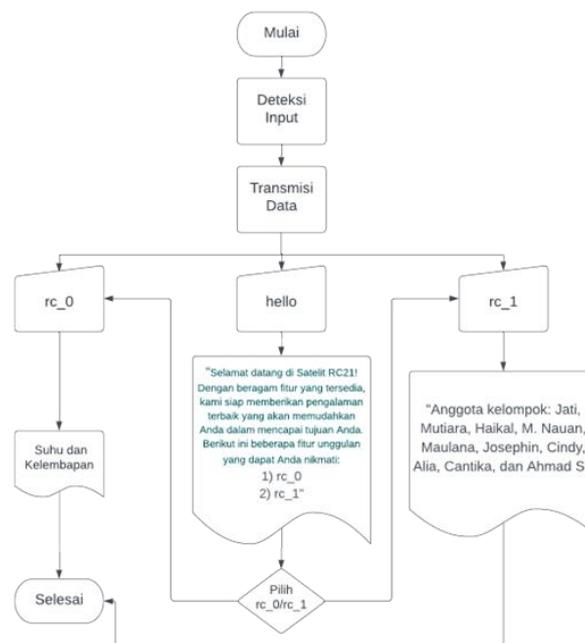
Biasanya *remote control* menggunakan sinyal infra merah sebagai outputnya. Sinyal berisi data yang diberi nilai fungsi untuk tujuan tertentu. *Remote control* ini bekerja sedemikian rupa sehingga ketika tombol ditekan, informasi tentang alamat tombol dikirim ke perangkat target melalui LED infra merah. Bergantung pada jenis dan pabrikan *remote control*, data yang dikirimkan berupa rangkaian sinyal dengan frekuensi dan periode tertentu.

### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1 Diagram Alir Sistem Prototipe Satelit Buatan

Proses perancangan dan perakitan prototipe satelit buatan pada proyek tersebut dibagi menjadi dua tahap, yaitu instalasi sistem dan pemrograman. Instalasi sistem adalah tahap di mana rangkaian proyek tersebut dirancang dan seluruh komponen yang digunakan disatukan dalam proses perakitan. Selanjutnya, tahap yang dilakukan setelah instalasi sistem adalah pemrograman. Pada proyek tersebut, tahap pemrograman dilakukan menggunakan *software Arduino IDE*.

Dalam membantu memahami prosedur proyek tersebut, sebuah *flowchart* dapat dibuat untuk menggambarkan alur kerja dari sistem yang diimplementasikan pada satelit buatan. *Flowchart* proyek tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Alir Sistem Prototipe Satelit Buatan

#### 3.2 Model Sistem Prototipe Satelit Buatan

Melalui pre-modelling, desain komponen yang dibutuhkan ditentukan sesuai dengan kebutuhan sistem yang aman dan dapat bekerja dengan baik. Komponen-komponen elektronika yang digunakan dalam proyek prototipe satelit buatan tersebut dapat dilihat di Tabel 7.

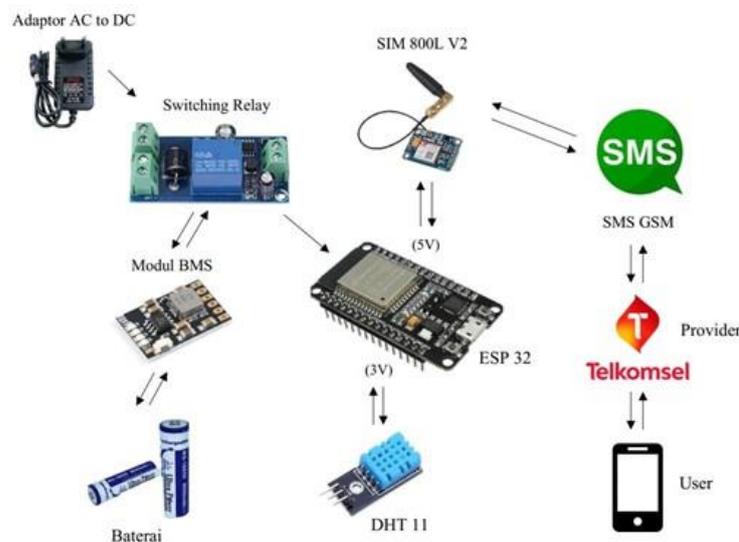
Tabel 7. Arah Gaya Akselerasi dan Sumbu Koordinat

No.	Jenis Komponen	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1.	Mikrokontroler	ESP32	ESP32-S2	1
2.	Adaptor	Adaptor MP-0502	Output: 5V DC2A	1
3.	Relay	Switching relay	DC 12V – 48V	1

No.	Jenis Komponen	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
4.	Modul <i>charging</i>	Modul MH-CD42	DC 5V 2.1A	1
5.	Modul GSM	SIM800L V2	5V DC	1
6.	Baterai Li-ion	Mitsuyama MS-18650	8000 mAh 3.7V	2

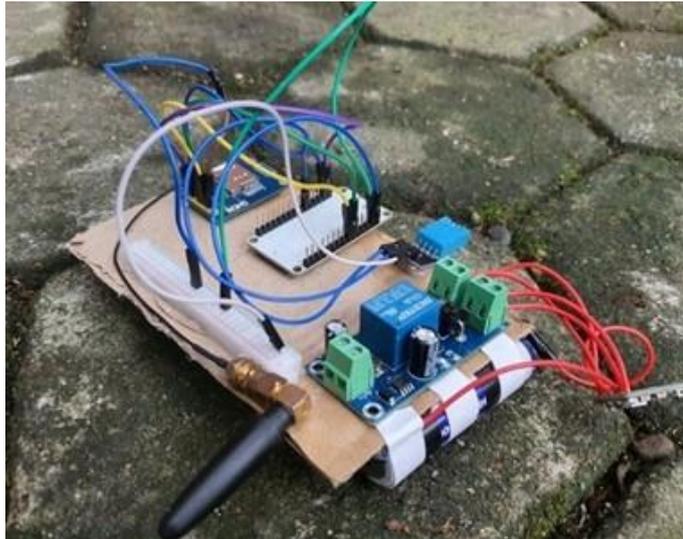
Komponen-komponen elektronika yang telah dikaji sesuai dengan kebutuhan rangkaian akan dirakit untuk membentuk sebuah sistem. Permodelan sistem akan dirakit berdasarkan penyesuaian komponen yang dibutuhkan. Sketsa perakitan komponen-komponen rangkaian dapat dilihat pada Gambar 13.

### 3.3 Realisasi Sistem Prototipe Satelit Buatan



Gambar 13. Skema Sistem Prototipe Satelit Buatan

*Prototype* satelit buatan dalam proyek tersebut menggunakan mikrokontroler ESP-32 untuk mengendalikan dan melakukan *monitoring* terhadap berbagai komponen-komponen elektronika yang digunakan. Satelit buatan tersebut juga menggunakan modul GSM SIM800L V2 untuk melakukan transmisi data berbasis *Short Message Service* (SMS) dengan menggunakan provider Telkomsel.



Gambar 14. Papan Rangkaian Prototipe Satelit Buatan

Sebagai proyek *prototype*, satelit buatan tersebut ditenagai dua *power supply* yang dikendalikan oleh sebuah *switching relay*, yaitu arus listrik AC dari PLN melalui *adaptor* MP-0502 dan dua buah baterai Li-ion Mitsuyama MS-18650 yang manajemen arusnya dikendalikan oleh modul MH-CD42. Selain itu, satelit tersebut juga dilengkapi dengan satu buah sensor DHT11 yang mendeteksi dan mengukur suhu dan kelembapan.



Gambar 15. Papan Rangkaian Dimasukkan ke dalam Badan Satelit

Seluruh komponen elektronika yang digunakan dalam prototipe satelit buatan tersebut dirakit sedemikian rupa di atas *board* yang menyerupai PCB, sehingga muat untuk dimasukkan ke dalam pipa PVC berbentuk tabung yang merepresentasikan badan satelit. Pipa yang digunakan memiliki ukuran diameter sebesar 10 cm dan tinggi 20 cm, sehingga menyisakan ruang kosong yang cukup besar.



Gambar 16. Tampak Luar Badan Satelit dengan Papan Rangkaian di dalamnya

### 3.4 Pengujian Sistem Prototipe Satelit Buatan

Setelah proses perakitan rangkaian dan pemrograman sistem dilakukan, langkah selanjutnya adalah pengujian dan analisis terhadap prototipe yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan pesan ke nomor yang digunakan pada sistem prototipe satelit buatan sesuai dengan instruksi yang sudah dibuat di dalam program. Terdapat tiga instruksi yang dapat digunakan untuk mendapatkan informasi atau data yang diinginkan *user*, yaitu “hello” untuk mendapatkan informasi mengenai menu atau fitur yang ada pada prototipe, “rc\_0” untuk mendapatkan informasi mengenai data yang diperoleh sensor DHT11 pada prototipe, dan “rc\_1” untuk mendapatkan informasi mengenai data kelompok proyek tersebut.

Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dalam waktu yang berbeda. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui keandalan sistem prototipe satelit buatan dalam mentransmisikan data. Selain itu, hal yang diukur dalam meneliti keandalan prototipe satelit buatan tersebut adalah kecepatan sistem dalam merespons instruksi yang dikirimkan melalui layanan *Short Message Service* (SMS) oleh *user*.

Pada pengujian pertama, dikirimkan sebuah pesan “hello” dan dalam waktu satu menit, didapatkan balasan berupa pesan yang berisi salam dan informasi mengenai menu prototipe satelit tersebut. Selanjutnya, dikirimkan sebuah pesan “rc\_0” dan didapatkan balasan berupa pesan yang berisi informasi mengenai suhu dan kelembapan yang terukur oleh sensor DHT11 pada prototipe satelit pada saat pesan yang berisi instruksi “rc\_0” diterima oleh sistem. Ketika sebuah pesan “rc\_1” dikirimkan, *user* akan menerima informasi berupa nama-nama anggota kelompok proyek prototipe satelit buatan tersebut.

Pengujian kedua, ketiga, keempat, dan kelima dilakukan sama seperti pengujian pertama, yaitu dengan mengirimkan pesan yang berisi “hello”, “rc\_0”, dan “rc\_1”. Ketika *user* mengirimkan pesan “hello” dan “rc\_1”, balasan yang didapatkan sama seperti pada pengujian pertama, yaitu informasi mengenai menu prototipe satelit tersebut sebagai balasan untuk pesan “HELLO” dan informasi berupa nama-nama anggota kelompok proyek tersebut sebagai balasan untuk pesan “RC1”. Namun, terdapat perbedaan pada balasan yang diterima untuk pesan “rc\_0” yang dapat dilihat dengan membandingkan Gambar 17, Gambar 18, Gambar 19, Gambar 20, dan Gambar 21.



Gambar 17. Pengujian Pertama



Gambar 18. Pengujian Kedua

Pengujian pertama dilakukan pada siang hari dan pesan “rc\_0” dikirimkan pada pukul 15.08. Pesan yang dikirimkan sebagai balasan memuat informasi mengenai suhu dan kelembapan yang terukur oleh sensor DHT11 pada waktu tersebut, yaitu 33,8 C dan 64,0%. Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa pada saat pesan “rc\_0” diterima oleh sistem satelit, lingkungan di sekitar prototipe satelit buatan tersebut berada memiliki suhu 33,8 derajat celsius dan kelembapan 64,0%.

Kemudian, pengujian kedua dilakukan beberapa jam setelah pengujian pertama dan pesan “rc\_0” dikirimkan pada pukul 17.29. Pesan yang dikirimkan sebagai balasan memuat informasi mengenai suhu dan kelembapan yang terukur oleh sensor DHT11 pada waktu tersebut, yaitu 33,9 C dan 64,0%. Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa pada saat pesan “rc\_0” diterima oleh sistem satelit, lingkungan di sekitar prototipe satelit buatan tersebut berada memiliki suhu 33,9 derajat celsius dan kelembapan 64,0%.

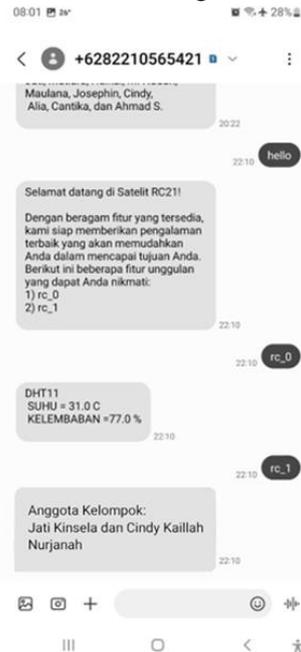


Gambar 19. Pengujian Ketiga



Gambar 20. Pengujian Keempat

Pengujian ketiga dilakukan beberapa jam setelah pengujian kedua, begitu juga pada pengujian keempat dan pengujian kelima. Pada pengujian ketiga, keempat, dan kelima, pesan “rc\_0” dikirimkan pada pukul 19.12, 20.22, dan 22.10 secara berturut-turut. Respon yang diterima atas pesan tersebut juga menunjukkan perbedaan data. Pada pengujian ketiga, suhu dan kelembapan yang terukur adalah 32,5 derajat celsius dan kelembapan 70,0%. Pada pengujian keempat, suhu dan kelembapan yang terukur adalah 31,4 derajat celsius dan kelembapan 75,0%. Pada pengujian kelima, suhu dan kelembapan yang terukur adalah 31,0 derajat celsius dan kelembapan 77,0%. Seluruh respons tersebut diterima dalam waktu kurang dari satu menit setelah pesan dikirim.

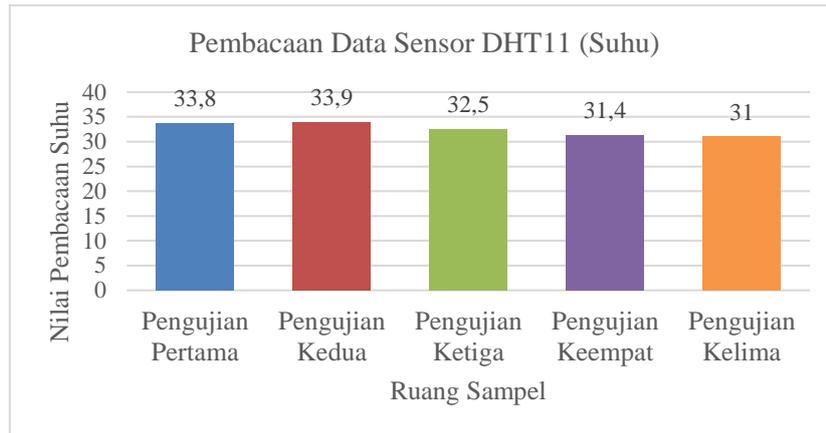


Gambar 21. Pengujian Kelima

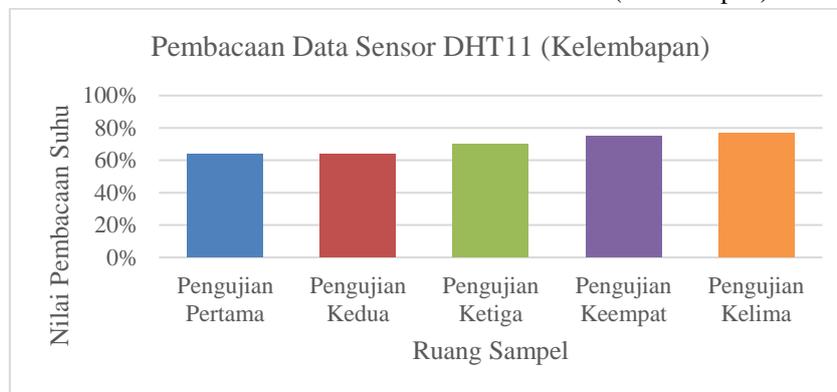
Tabel 8. Tabel Pembacaan Data Sensor DHT11

No	Pengujian	Suhu (Derajat)	Kelembapan (Persen)
1.	Pengujian Pertama	33,8° c	64%
2.	Pengujian Kedua	33,9° c	64%
3.	Pengujian Ketiga	32,5° c	70%
4.	Pengujian Keempat	31,4° c	75%
5.	Pengujian Kelima	31° c	77%

Tabel 9. Pembacaan Data Sensor DHT11 (Suhu)



Tabel 10. Pembacaan Data Sensor DHT11 (Kelembapan)



Perbedaan data yang dikirim oleh sistem satelit melalui pesan SMS sebagai balasan untuk pesan SMS yang dikirim oleh *user* menunjukkan bahwa sistem satelit berhasil untuk memperoleh dan mengolah data melalui sensor DHT11 yang diaplikasikan dan mengirimkannya kepada *user* secara *real-time*. Selain itu, waktu yang relatif singkat dalam transmisi informasi di antara *user* dan sistem satelit menunjukkan bahwa layanan berbasis *Short Message Service* (SMS) cukup andal untuk digunakan dalam komunikasi jarak jauh.

#### 4.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil proyek *prototype* satelit buatan tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul GSM SIM800L cukup andal untuk digunakan pada sistem satelit buatan berbasis *Short Message Service* (SMS) dalam mentransmisikan data yang dikumpulkan oleh sensor secara *real-time*, yang dibuktikan dengan kinerja sistem tersebut dalam merespons instruksi yang diberikan. Terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan kualitas, serta memperbaiki aspek-aspek tertentu dalam prototipe satelit buatan tersebut, antara lain:

1. Menyesuaikan bentuk badan satelit dengan komponen-komponen yang digunakan agar lebih ergonomis,
2. Meningkatkan keselamatan kerja dengan menerapkan prinsip-prinsip yang dapat meminimalisasi potensi risiko kerja
3. Menambahkan fitur rekapitulasi data berbasis *website*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tania, K. (2011). Penerapan SMS Gateway Generator Menggunakan Metode Breadth-First Search. KNTIA 2011.
- [2] Triyono, J. (2010). Pelayanan KRS On-line berbasis SMS. Jurnal Teknologi, 3(1), 33-38.
- [3] De Lama, A., Sunarya, U., & Novianti, A. (2016). Deteksi Logam pada Penggilingan Batu Berbasis SMS Gateway dan Mikrokontroler. Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (e-Journal), 3(2).
- [4] Isnianto, H. N., Setyono, Y. W., & Lestari, S. SISTEM TELEMONITORING GANGGUAN PADA JARINGAN LISTRIK SECARA REAL TIME DENGAN MODUL GSM.
- [5] Nur, Visa Bilin., Triyanto, Dedi., Ristian, Uray. (2021). Sistem Pemantauan Tempat Penampungan Sampah Secara Realtime Dengan Memanfaatkan Location Tracking Menggunakan Antarmuka Website. Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi, 9(3), 364- 374.
- [6] Tania, Ken Ditha. (2011). Penerapan SMS Gateway Generator Menggunakan Metode Breadth- First Search. Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Sriwijaya.
- [7] Tobi, Markus Dwiyanto., Mappa, Alimuddin. (2019). Sistem Automatic Switch Redundant UPS Untuk Beban Essensial. Jurnal Electro Luceat, 5(1), 35-45.
- [8] Lemuel, Putri. (2020). Rancang Bangun Pendeteksi Suhu dan Asap pada Panel Listrik Berbasis Internet of Things menggunakan Message Queueing Telemetry Transport Di Jakarta. (Skripsi Sarjana, Universitas Trisakti).
- [9] Lubudi, M Nurul Hilal. (2020). RANCANG BANGUN BATTERY MANAGEMENT SYSTEM ACTIVE BALANCING PADA BATERAI LI ION 12V 2,5AH. (Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia).
- [10] Yoshikazu, Fujita., Yasuyuki, Hirose., Yusuke, Kato., Takahiro, Watanabe. (2016). Development of Battery Management System. Fujitsu Ten Technical Journal, No.42, 68-80.