

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian Dicka Ariptian, dan Rifki Kosasih pada tahun 2018 yang berjudul “Aplikasi Sistem Lacak Kendaraan Berbasis Android Menggunakan *Arduino UNO* Dan Modul SIM808”, Gambarkan hasil penelitian tentang proses pelacakan kendaraan di rental bus; informasi lokasi ditampilkan pada *smartphone* melalui *web*, memungkinkan sistem untuk melacak posisi kendaraan yang dicuri. [4]

Lain halnya dengan penelitian yang ditulis oleh Syafnidawaty, Panji Gumilar dan Fredy Susanto pada tahun 2018 berjudul “Prototype Pemantau Bus Menggunakan *GPS* Tracking Geolocation Berbasis *Aduino UNO*” menggunakan data yang ditampilkan untuk memantau keberadaan dan pergerakan bus. Dengan demikian, sistem akan membantu masyarakat untuk menggunakan bus, dikarenakan dapat mengetahui kedatangan bus secara langsung. [3]

Sedangkan pada penelitian yang dipublikasikan pada tahun 2019 oleh Yudhana Nidha Rizaldhi dengan judul “Pelacakan Lokasi Sepeda Motor Menggunakan Modul *GPS Ublox Neo 6m* dan *GSM SIM800L*” Penelitian ini memanfaatkan *smartphone* dengan merancang perangkat keamanan sepeda motor. Sebuah *smartphone* yang terhubung dengan *GPS* dan *relay* yang dikontrol oleh ATmega328 melalui jaringan seluler dapat digunakan untuk melacak posisi sepeda motor melalui *GPS* dan memastikan kondisi sepeda motor baik-baik saja. Alat ini meningkatkan keamanan pemilik kendaraan selain meningkatkan fungsi *smartphone*. [5]

Sedangkan pada penelitian Endo Army Siddiq dan Hansi Effendi pada tahun 2020 dengan judul “Sistem *Monitoring* Sepeda Motor Berbasis *Mikrokontroler* Menggunakan *GPS*”. Menggambarkan hasil penelitian tentang sistem pelacakan posisi kendaraan di Kota Padang, yang mengirimkan pesan singkat dengan informasi posisi kendaraan pengguna dan menghentikan sistem

kelistrikan sepeda motor. Selain itu, pengguna dapat dengan mudah menemukan lokasi kendaraan dengan menghidupkan motor dan mengeluarkan suara. [6]

Lain halnya dari penelitian yang dilakukan oleh Furqor Arifin pada tahun 2021 dengan judul “Implementasi *GPS* Tracking pada tongkat tunanetra” menghasilkan alat tongkat pintar yang dapat memberikan informasi keberadaan penyandang tunanetra melalui situs *web* yang memiliki peta lokasi *Google Maps*. [7]

**Tabel 2. 1 Kajian pustaka penelitian terdahulu**

No.	Jurnal	Keterangan
1	Dicka Ariptian, dan Rifki Kosasih, “Aplikasi Sistem Lacak Kendaraan Berbasis Android Menggunakan <i>Arduino UNO</i> Dan Modul SIM808”, 2018	Penelitian ini membahas mengenai pembuatan prototipe sistem pelacak kendaraan dengan modul SIM808, <i>Arduino UNO</i> dan aplikasi berbasis Android dengan kerangka kerja <i>Ionic</i> . Alat pelacak, aplikasi mobile, dan <i>web server</i> membentuk protokol sistem lacak kendaraan ini. Sehingga sistem dapat menemukan kendaraan yang dicuri. Kekurangan sistem lacak kendaraan ini adalah <i>tools</i> tampilan <i>outputnya</i> yang sulit dipahami oleh pengguna.
2	Syanifdawaty, Fredy Susanto dan Panji Gumillar, “ <i>Prototype</i> Pemantau Bus Menggunakan <i>GPS Tracking Geolocation</i> Berbasis <i>Aduino UNO</i> ”, 2018	Memaparkan mekanisme pelacakan kendaraan di bus rental yang dilengkapi dengan <i>GPS Tracker</i> untuk mengumpulkan data kendaraan secara <i>real-time</i> . Sehingga dapat mengetahui keberadaan dan pergerakan bus yang dapat membantu mencapai kinerja optimal suatu. Dalam penelitian ini, aplikasi <i>geoTracking Google</i> digabungkan dengan <i>GPS</i> yang

No.	Jurnal	Keterangan
		<p>terhubung dengan <i>Arduino</i>. Kekurangan kemampuan <i>GPS Tracker</i> pada jurnal tersebut tidak dapat menghasilkan titik perjalanan akurat di <i>Google Maps</i> dalam situasi seperti tidak tersedianya sinyal operator seluler (<i>GSM</i>), cuaca buruk, atau terhalang oleh bangunan seperti terowongan.</p>
3	<p>Yudhana Nidha Rizaldi, “Pelacakan Lokasi Sepeda Motor Menggunakan Modul <i>GPS Ublox Neo 6m</i> dan <i>GSM SIM8001</i>”, 2019</p>	<p>Hasil penelitian menggunakan <i>smartphone</i> dan menciptakan perangkat yang menjaga keamanan sepeda motor. Sebuah <i>smartphone</i> terhubung dengan <i>GPS</i> dan <i>relay</i> kemudian dikontrol oleh <i>ATmega328</i> melalui jaringan seluler bisa dimanfaatkan untuk melacak posisi sepeda motor melalui <i>GPS</i> dan juga dapat memastikan sepeda motor dalam kondisi baik-baik saja. Alat ini meningkatkan keamanan kendaraan selain meningkatkan fungsi <i>smartphone</i>. Salah satu kekurangan dari penelitian ini adalah hanya menggunakan gateway <i>SMS</i> dan <i>GPS</i> yang terhubung dengan <i>Arduino</i> tidak menggunakan fitur <i>IoT</i> yang bisa melakukan <i>monitoring GPS</i> melalui <i>website</i>.</p>
4	<p>Endo Army Siddiq, Hansi Effendi, “Sistem <i>Monitoring</i></p>	<p>Menggambarkan hasil penelitian tentang mekanisme pelacakan posisi</p>

No.	Jurnal	Keterangan
	Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler Menggunakan GPS”, 2020	kendaraan di Kota Padang. Mekanisme pelacakan mengirimkan suatu pesan singkat yang berisi informasi posisi lokasi kendaraan pengguna, memutus sistem kelistrikan sepeda motor, dan membuat motor dalam keadaan mati dan mengeluarkan suara, memungkinkan untuk dengan mudah menemukan lokasi kendaraan pengguna. Kekurangan pada penelitian ini yaitu masih belum menggunakan fitur <i>IoT</i> yang <i>memonitoring GPS</i> melalui <i>website</i> maupun aplikasi pada sisi pengguna.
5	Furqor Arifin, “Implementasi GPS Tracking pada tongkat tunanetra”, 2021	Hasil penelitian berupa alat tongkat pintar yaitu tongkat yang dilengkapi dengan <i>GPS</i> dan <i>mikrokontroler</i> yang dapat memberikan informasi keberadaan penyandang tunanetra melalui <i>web</i> yang menggunakan <i>Google Maps</i> untuk menunjukkan lokasinya. Kekurangan kemampuan <i>GPS Tracker</i> pada penelitian ini tidak bisa menghasilkan titik-titik <i>Google Maps</i> secara akurat ketika di ruang tertutup.

## 2.2 DASAR TEORI

### 2.2.1 ANGKUTAN UMUM

Penyedia layanan angkutan umum yang layak dan baik bagi masyarakat adalah tujuan utama keberadaan angkutan umum bagi penumpang. Suatu pelayanan yang terbaik termasuk diantaranya pelayanan yang aman, murah, cepat, dan nyaman. Keberadaan angkutan umum penumpang juga menciptakan pekerjaan baru. Dalam perspektif lalu lintas, keberadaan angkutan umum penumpang berarti mengurangi lalu lintas kendaraan pribadi. Hal ini dikarenakan angkutan umum penumpang adalah angkutan massal, yang berarti biaya transportasi dapat dibebankan kepada lebih banyak orang atau penumpang. Dengan demikian, biaya penumpang dapat ditekan serendah mungkin. Ada beberapa persyaratan untuk angkutan umum, menurut Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 35 tahun 2003 tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang di Jalan dengan Kendaraan Umum. Setiap kendaraan bermotor yang diizinkan untuk digunakan oleh publik tanpa biaya disebut kendaraan umum. [1]

Jakarta mempunyai 4 wilayah yang harus dilayani oleh angkutan umum kota, yaitu Jakarta Timur, Jakarta Barat, Jakarta Utara dan Jakarta Selatan. Berdasarkan data yang diperoleh Badan Pusat Statistika Jakarta pada tabel 2.2, wilayah Jakarta Selatan memiliki 6 trayek angkutan umum. [8]

**Tabel 2. 2 Data Trayek Angkot Wilayah Jakarta Selatan [8]**

No	No Trayek	Nama Trayek	Terminal
1	M16	Kampung Melayu - Pasar Minggu	Kampung Melayu
2	M17	Pasar Minggu - Desa Putra	Pasar Minggu
3	M17A	Pasar Minggu - Jagakarsa	Pasar Minggu
4	M20	Pasar Minggu - Ciganjur	Pasar Minggu
5	M23	Manggarai - Karet PEDR	Manggarai
6	M34	Pasar Minggu - Manggarai	Pasar Minggu
7	M36	Pasar Minggu - Depok	Pasar Minggu
8	M42	Ragunan - Kapten Tendean	Ragunan

### 2.2.2 ARDUINO UNO

*Board Arduino UNO* berbasis mikrokontroler ATmega328 dan memiliki 14 *pin input* dan *output digital*, 16 MHz osilator kristal, 6 *input analog*, koneksi USB, *jack listrik* tombol *RESET*. *Pin Board Arduino UNO* tersebut berisi kebutuhan untuk pendukung *mikrokontroler*, dengan menghubungkan ke komputer menggunakan kabel USB atau menggunakan sumber tegangan dari adaptor AC-DC ataupun dari baterai. [9]

*Arduino* adalah modul pengendali yang memiliki bersifat *open source* dan dilengkapi dengan *software* pemrograman yang disebut *Arduino IDE*, yang dapat digunakan untuk memprogram *board Arduino* dengan bahasa pemrograman C++ dan *Java*. Beberapa fitur yang pada *software IDE* yaitu sebagai berikut :

a. Fitur *Editor* program

Fitur ini memungkinkan Anda mengedit dan menulis program pada *Arduino IDE*, yang dikenal sebagai *sketch*.

b. Fitur *Compiler*

Fitur ini mengkonversi kode program yang ditulis pada *Arduino IDE* ke kode *biner*.

c. Fitur *Uploader*

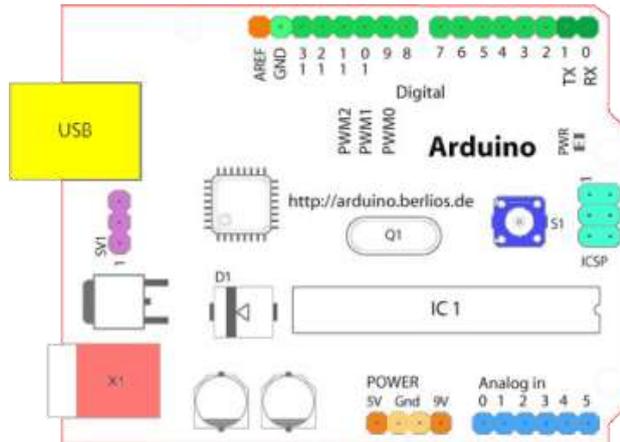
Fitur ini memungkinkan Anda memasukan kode program yang telah ditulis ke *board Arduino*. [10]

*Arduino* mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan *board mikrokontroler* lainnya, bersifat *open source*, menggunakan bahasa program bahasa C, dan memiliki loader USB yang memudahkan program *mikrokontroler*. [11]

Berikut merupakan beberapa fitur dari *Board Arduino UNO* :

- a. 1,0 *pin out* : IO REF berfungsi untuk *buffer* yang menyesuaikan tegangan yang tersedia dari *board* sistem dengan menempatkan *pin SDA* dan *SCL* di dekat *pin aref* serta dua *pin* baru di dekat *pin RESET*. [9]

b. *Circuit RESET*



**Gambar 2. 1 Papan Arduino UNO [9]**



**Gambar 2. 2 Kabel USB untuk Arduino UNO [9]**

Bagian-bagian *Board Arduino UNO*, yang ditunjukkan pada gambar 2.1 dan gambar 2.2, dapat dijelaskan pada tabel 2.3, dengan masing-masing bagian diberi warna yang berbeda dari gambar 2.1. [9]

**Tabel 2. 3 Keterangan Fungsi Bagian Board Arduino UNO [9]**

<b>Bagian Board</b>	<b>Fungsi</b>
14 pin <i>input/output digital</i> (0-13)	Suatu program dapat mengontrol apakah digunakan sebagai masukan atau keluaran. Selain itu, enam pin (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11) dapat digunakan untuk pin <i>output analog</i> yang memiliki tegangan <i>output</i> yang dapat diprogram. Nilai pin <i>output analog</i> dapat diprogram dari 0 hingga 255, yang mewakili nilai tegangan 0 hingga 5V.
USB	Digunakan sebagai: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Memuat program ke dalam <i>board</i> dari komputer.</li> <li>b. Memungkinkan komunikasi serial antara <i>board</i></li> </ul>

<b>Bagian Board</b>	<b>Fungsi</b>
	dan komputer. c. Memberi daya ke <i>board</i> .
Sambungan SV1	Sumber daya <i>board</i> dapat dipilih melalui jumper atau sambungan <i>eksternal</i> atau menggunakan USB.
Q1 – Kristal ( <i>quartz crystal oscillator</i> )	Semua detak yang dihasilkan oleh komponen kristal dikirim ke <i>microcontroller</i> , yang kemudian menjalankan setiap detak. Kristal dipilih yang memiliki detak 16 juta kali per <i>second</i> (16MHz).
Tombol <i>RESET</i> S1	Tidak perlu mengosongkan <i>microcontroller</i> atau menghapus program untuk me <i>RESET board</i> untuk memulai program.
<i>In-Circuit Serial Programming</i> (ICSP)	<i>Port ICSP</i> memungkinkan <i>microcontroller</i> diprogram secara langsung tanpa <i>bootloader</i> .
IC 1 – <i>Microcontroller Atmega</i>	CPU, RAM, dan ROM adalah komponen utama <i>board Arduino</i> .
X1 – sumber daya <i>eksternal</i>	<i>Board Arduino</i> dapat menerima tegangan DC antara 9 dan 12V jika disambungkan ke sumber daya <i>eksternal</i> .
6 pin <i>input analog</i> (0-5)	Program dapat membaca hasil dari sensor <i>analog</i> , seperti sensor suhu, dari 0 hingga 1023, yang dapat mewakili nilai tegangan 0 hingga 5 Volt.

### 2.2.2.1 CATU DAYA

*Arduino UNO* bisa diaktifkan menggunakan catu daya *eksternal* atau melalui koneksi USB. Sumber daya listrik akan ditentukan dengan otomatis. Untuk mendapatkan daya *eksternal* (non USB), adaptor AC-DC atau baterai dapat dihubungkan ke *board* colokan listrik dengan menggunakan colokan pusat-positif 2.1 mm. *Lead* baterai diinputkan ke *headerpin Vin* dan *Gnd* konektor daya. [9]

*Board Arduino UNO* dapat berfungsi dengan masukan daya antara 6 sampai dengan 20 *volt*. Ketika tegangan kurang dari 7V diberikan, pin 5V bisa menyuplai kurang dari 5 *volt*, dan *board* kemungkinan tidak stabil. Tetapi rentang 7–12 *volt* disarankan karena *regulator* tegangan dapat panas dan merusak *board* jika tegangan yang digunakan lebih dari 12V. [9]

Fungsi setiap pin catu daya dijelaskan pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

**Tabel 2. 4 fungsi pin catu daya pada *Arduino UNO* [9]**

Pin	Fungsi
VIN	Jika menggunakan sumber daya <i>eksternal</i> , berikan tegangan melalui pin VIN dan dapat memberikan tegangan melalui colokan listrik melalui pin VIN ini..
5V	Catu daya untuk daya <i>mikrokontroler</i> dan komponen lainnya di <i>board</i> dapat diatur melalui <i>regulator onboard</i> atau melalui USB.
3V3	Pin penghasil tegangan 3,3 <i>volt</i> pasokan dibuat oleh <i>regulator on-board</i> dan dapat menarik arus maksimum 50 mA.
GND	Pin <i>Ground</i>

### 2.2.2.2 MEMORY

*Arduino UNO* sudah dilengkapi dengan memori *erasable programmable read-only* (EEPROM), memori statik *random-access* (SRAM) mempunyai ukuran 2KB untuk memegang data dan memori flash yang berukuran 32KB untuk menaruh program yang telah dibuat. SRAM berfungsi sebagai penampung data atau hasil pemrosesan selama *Arduino* menerima pasokan dari catu daya, sedangkan EEPROM berfungsi untuk menaruh program bawaan dari *Arduino UNO* dan juga sebagian lagi untuk menaruhnya di tempat lain. [9]

### 2.2.2.3 INPUT & OUTPUT

Dengan menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalRead()*, dan *digitalWrite()*, masing-masing dari empat belas pin digital *Arduino* dapat melakukan masukan

atau keluaran. Pin ini berfungsi pada 5 volt. Setiap pin memiliki resistor pull-up internal 20–50 KΩ dan dapat memberi atau menerima hingga 40 mA. Fungsi khusus beberapa pin dijelaskan pada tabel 2.5. [9]

**Tabel 2. 5 fungsi pin input & output Arduino UNO [9]**

Pin	Fungsi
Serial	0 (RX) dan 1 (TX) berfungsi sebagai penerima dan pengirim data serial TTL. Chip <i>USB-to-Serial</i> TTL ATmega8U2 dihubungkan ke pin yang sesuai.
<i>Eksternal</i> Interupsi	2 dan 3. Pin ini dapat diatur sebagai pemicu interupsi di nilai yang rendah, tepi yang naik/jatuh/perubahan nilai.
PWM	3, 5, 6, 9, 10, dan juga 11. Pin ini menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan fungsi <i>analogWrite()</i> .
SPI	10 (SS), 11 (mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI dengan perpustakaan SPI.
LED	13. LED yang tertanam di dalamnya terhubung ke pin digital 13. Saat pin bernilai tinggi, LED menyala, dan saat pin bernilai <i>low</i> , LED <i>off</i> .

*Arduino UNO* mempunyai enam masukan *analog*, yang diberi label A0 hingga A5, dan menyediakan 1024 nilai, atau 10 bit resolusi. Sistem mengukur sampai 5 volt dari tanah secara default.

- a. TWI : A4/*SDA* pin dan A5/*SCL* pin sebagai komunikasi TWI.
- b. *Aref*. Referensi tegangan untuk *inputan analog*. Digunakan dengan *analog Reference()*.
- c. *RESET*. Pemetaan untuk ATmega8, 168 dan 328 yaitu Identik. [9]

#### 2.2.2.4 KOMUNIKASI

*Arduino UNO* memiliki kemampuan berinteraksi dengan komputer, *Arduino* lainnya, atau *mikrokontroler* lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial. Ini terletak pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Saluran *Arduino UNO* ATmega16U2 memungkinkan komunikasi serial

melalui port USB dan berfungsi sebagai port virtual COM untuk *software* di komputer. Tidak ada driver *eksternal* yang diperlukan untuk firmware *Arduino*; itu menggunakan driver USB COM standar. Namun, untuk sistem operasi Windows, file INF diperlukan. Dengan bantuan *software Arduino*, monitor serial dapat digunakan untuk mengirimkan data sederhana ke *board Arduino*. Saat data dikirim ke *chip USB-to-serial* dan ke komputer, LED RX dan TX di *board* akan berkedip. ATmega328 mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI berfungsi untuk melakukan komunikasi *inteface* di sistem. [9]

#### **2.2.2.5 PROGRAMMING**

*Software Arduino* dapat diinstal pada *Arduino UNO*. Pilih *Arduino UNO* dari alat dan lakukan penyesuaian dengan *mikrokontroler* yang digunakan. Dengan *bootloader ATmega328* pada *Arduino UNO*, Anda dapat membuat program baru tanpa menggunakan programmer *hardware eksternal*. Programmer *Arduino UNO* berkomunikasi menggunakan bahasa C. Untuk memuat *firmware* baru, sistem bisa menggunakan *software* FLIP Atmel (Windows) atau *programmer* DFU (Mac OS X dan Linux), atau bisa menggunakan programmer *eksternal* dengan *header ISP*. [9]

#### **2.2.2.6 TOMBOL RESET**

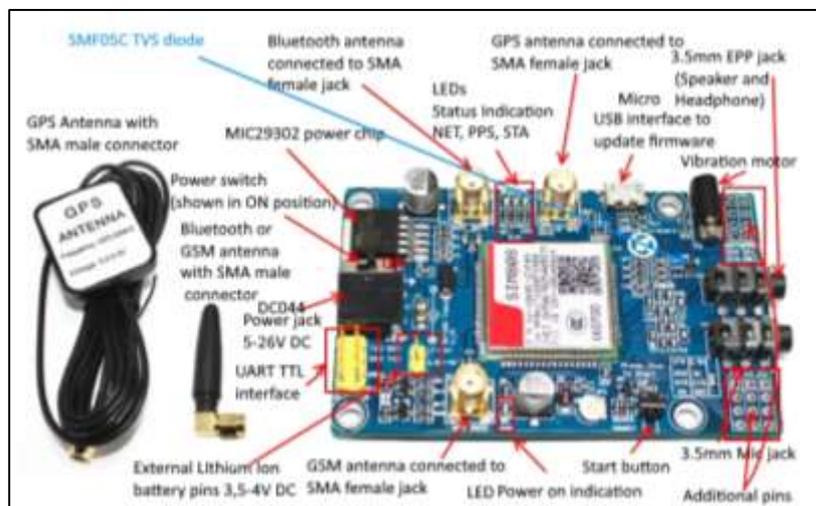
Tombol *RESET Arduino UNO* membantu menjalankan program yang tersimpan di dalam *mikrokontroller* sejak awal. Tombol *RESET* disambungkan ke ATmega328 melalui kapasitor 100nf. Selain itu, Anda dapat menggunakan *software Arduino IDE* untuk meng-upload program dengan menekan tombol upload di perangkat lunak *Arduino IDE* untuk me-*RESET* chip. [9]

#### **2.2.3 MODUL SIM808**

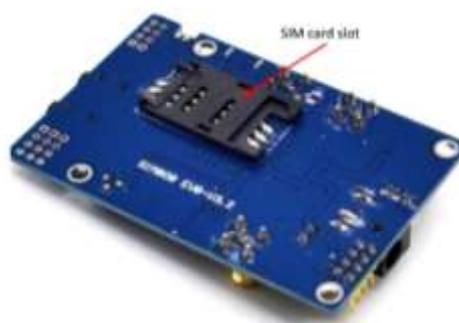
Modul SIM808 memungkinkan komunikasi melalui jaringan seluler GPRS (*Internet*), dan modul SIM808 memiliki sensor lokasi A-GPS dalam dan luar

gedung, yang memungkinkan komunikasi dengan satelit baik di dalam gedung maupun di luar gedung. [12]

SIM808 dirancang untuk pasar global dan dilengkapi dengan mesin GSM/GPRS, mesin GNSS, dan mesin BT yang berperforma tinggi. Modul quad-band GSM/GPRS bekerja pada frekuensi GSM 850MHz, EGSM 900MHz, DCS 1800MHz, dan PCS 1900MHz. SIM808 memiliki fitur GPRS multi-slot kelas 12 / kelas 10 (opsional), dan mendukung skema pengkodean GPRS CS-1, CS-2, CS-3 dan CS-4. Solusi GNSS menawarkan akuisisi dan pelacakan sensitivitas Gambar 2.3 menampilkan modul SIM808. [13]



**Gambar 2. 3 Modul SIM808 [14]**



**Gambar 2. 4 Tampak belakang dari Modul SIM808 [14]**

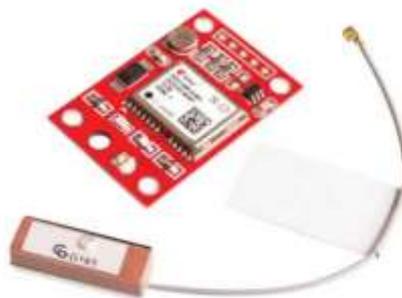
Gambar 2.3 menunjukkan komponen modul SIM808 dan gambar tampak belakangnya pada gambar 2.4. Penggunaan fungsi GPS modul SIM808 akan memungkinkan untuk melacak variabel koordinat dengan mudah di manapun dan kapanpun dalam jangkauan sinyal.

**Tabel 2. 6 fungsi pin pada Modul SIM808 [14]**

Pin	Fungsi
RX (atau RXD )	Menerima pin <i>input</i> data. Terhubung ke papan <i>Arduino</i> atau pin TX <i>to converter</i> USB ke TTL.
TX (atau TXD )	Mengirimkan pin <i>output</i> data. Terhubung ke papan <i>Arduino</i> atau pin konverter USB ke TTL.
LI-ion -	pin negatif untuk baterai Li-Ion 3.5-4V DC
POWKEY	tombol mulai. tekan untuk memulai modul
PPS	<i>Output speaker</i> atau <i>jack headphone</i> . <i>Speaker</i> atau <i>headphone</i> terhubung.
NET	Status jaringan.
STA	<i>Power on status</i>

#### **2.2.4 MODUL GPS UBLOX NEO 6M**

*GPS* memiliki fungsi menentukan posisi dari *GPS* yang pengambilan datanya dari satelit yang mengililingi bumi. Data yang dicakup adalah data waktu, *latitude*, *longitude*, kecepatan, dan ketinggian yang digunakan sebagai *Tracking device*. Keakuratan yang cukup baik dari modul *GPS Ublox Neo 6M* ini, bersama dengan fiturnya yang menarik, seperti baterai cadangan data, kompas elektronik built-in, dan antena keramik yang menangkap sinyal yang kuat, membuatnya menjadi pilihan yang andal. Kemudian komunikasi *GPS* ini dengan perangkat *Arduino* membutuhkan *Android* yang bernama "*TinyGPS++.h*". Gambar modul *GPS Ublox Neo 6M* ditunjukkan pada gambar 2.5. [5].



**Gambar 2. 5 Modul GPS UBLOX NEO 6M [5]**

Berikut spesifikasi dari Modul *GPS Ublox Neo 6M* :

- a. Modul dengan antena, ukuran mini dengan sinyal kuat.
- b. EEPROM menyimpan data parameter konfigurasi saat listrik mati.
- c. Dengan cadangan data.
- d. Dengan lampu sinyal LED.
- e. Kompatibel dengan berbagai modul kontrol.
- f. Catu daya: 3V-5V
- g. Tingkat *baud default*: 9600
- h. Ukuran modul: Kira-kira. 25 mm x 35 mm / 0,98" x 1,37"
- i. Tingkat pembaruan data berkisar 5 Hz
- j. Akurasi posisi *GPS horizontal* 2,5 m
- k. Rentang frekuensi bisa disesuaikan 0,25 Hz sampai dengan 1 kHz
- l. Akurasi sinyal pulsa *timing RMS* yaitu 30 ns (99% ketika kurang dari 60 ns), dan granularitas kompensasi yaitu 21 ns atau 15 ns
- m. Akurasi arah (*heading accuracy*) 0,5°
- n. Batas operasi *max* yaitu 4 kali gravitasi, ketinggian maksimum 50 km, dan kecepatan maksimum 500 m / s (1800 km / jam). Dengan ini, modul diperkirakan bisa digunakan di pesawat jet *ultra* cepat. [15]

Modul *GPS NEO-6M* memiliki LED yang menunjukkan status Fix Position yang berkedip pada berbagai tingkat tergantung pada statusnya:

1. Tidak Berkedip – mencari satelit.
2. Berkedip setiap 1 detik – Perbaiki Posisi ditemukan (Modul bisa melihat cukup banyak satelit). [16]

### **2.2.5 MODUL SIM 800L**

SIM 800L merupakan solusi lengkap untuk pita ganda GSM / GPRS dalam modul SMT bisa ditanamkan di aplikasi pengguna. Menggunakan antarmuka standar industri, SIM 800L mempunyai faktor bentuk yang kecil dan mengkonsumsi daya yang rendah, memberikan fungsi *GSM / GPRS 900 / 1800MHz* untuk suara, SMS, Data, dan *Faks*. Dengan ukuran kecil 24 mm x 24 mm x 3 mm, SIM 800L bisa memenuhi hampir semua persyaratan ruang yang

dibutuhkan aplikasi pengguna, terutama untuk permintaan desain padat dan ramping, Pada gambar 2.6 merupakan gambar modul *SIM 800L*. [5]



**Gambar 2. 6 Modul SIM 800L [5]**

Keunggulan SIM800L yaitu tingkat Vcc dan TTL serialnya 5V, yang memungkinkannya dihubungkan langsung ke *Arduino* atau minsys lainnya yang memiliki tingkat 5V. Banyak modul GPRS/*GSM* yang tersedia dipasaran memerlukan penambahan *regulator* 5V dan rangkaian *level converter*, tetapi modul ini memiliki rangkaian *builtin regulator + TTL level converter* diboard nya. [17]

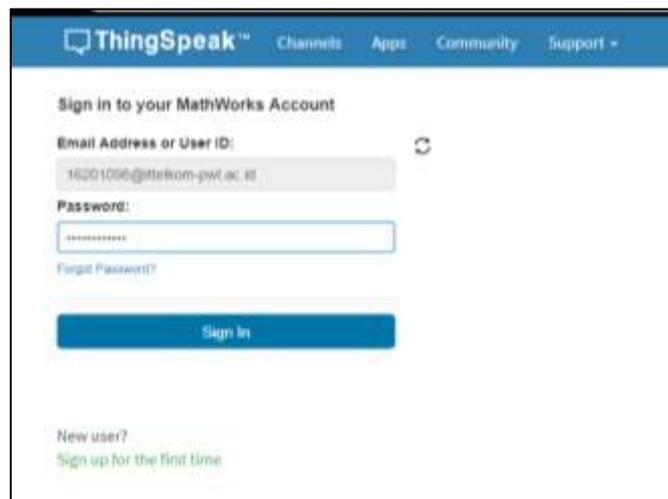
Spesifikasi modul SIM800L :

- a. Menggunakan *ic Chip* : SIM800.
- b. Tegangan ke VCC : antara 3.7 – 4.2Vdc (tetapi pada *datasheet* = 3.4 – 4.4V), dan disarankan menggunakan 3.7 Vdc agar tidak terdapat notifikasi “*Over Voltage*”.
- c. Bekerja pada frekuensi jaringan *GSM* yaitu *QuadBand* (850/900/1800/1900Mhz).
- d. Konektifitas *class* 1 (1W) pada DCS 1800 dan PCS 1900GPRS, sedangkan pada *class* 4 (2W) pada *GSM* 850 dan EGSM 900.
- e. GPRS *multi-slot class* 1~12 (option) tetapi *default* pada *class* 12.
- f. Suhu pengoperasian normal : 40°C ~ +85°C.
- g. Menggunakan port TTL serial port, Jadi dapat langsung diakses menggunakan *microcontroller* tanpa perlu memerlukan MAX232.
- h. *Transmitting power*.
- i. *Power Module automatically boot, homing network*. [5]

- j. Terdapat *Led* pada modul digunakan untuk petunjuk. Jika modul terhubung ke jaringan *GSM* maka LED akan berkedip perlahan, tetapi LED akan berkedip lebih cepat jika tidak ada sinyal.
- k. Ukuran module : 2.5cm x 2.3cm

### 2.2.6 THINGSPEAK

*Thingspeak* adalah layanan berbasis *cloud computing* yang berfungsi untuk menyimpan data secara *online*. Sebagai platform analisis *Internet of Things (IoT)* berbasis *cloud*, layanan ini memungkinkan pengguna mengumpulkan, memvisualisasikan, dan menganalisis aliran data. *Thingspeak* memungkinkan data yang diposting dari perangkat pengguna dapat dilihat secara instan. *Sign in to Thingspeak* ditampilkan pada gambar 2.7. [18]



**Gambar 2.7 Sign in to Thingspeak**

*Thingspeak* merupakan *platform API open-source* yang berbasis *web* agar pengguna dapat menyimpan data sensor di *cloud Thingspeak*. Grafik spline di *web Thingspeak* menampilkan data yang disimpan di *cloud*. Perangkat keras seperti *Arduino*, *Raspberry Pi*, dan *NodeMCU* dapat diintegrasikan dengan *API Thingspeak*. *Thingspeak Android* kompatibel dengan chip ESP8266, maka dari itu komunikasi dengan *Thingspeak API* dan membaca atau menyimpan data dari *cloud Thingspeak* cukup mudah. Untuk menggunakan *Thingspeak*, perlu membuat akun *Mathworks* atau mendaftarkan akun baru. [19]

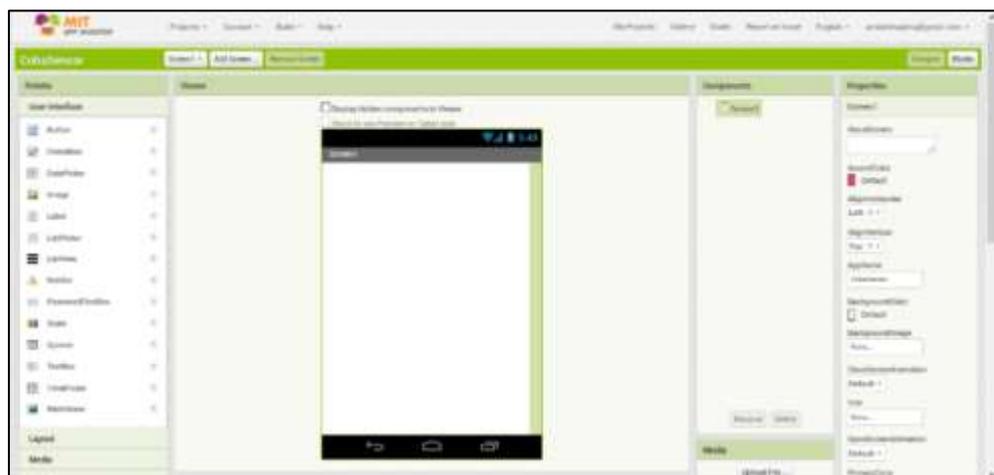
### 2.2.7 APP INVENTOR

*App Inventor* merupakan alat pengembangan aplikasi *Android* yang dibuat di MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) dengan tujuan untuk mempermudah pembuatan aplikasi *Android*. Sebagaimana diketahui, *Java* adalah bahasa pemrograman bawaan *Android*, yang sangat baik untuk membuat aplikasi di perangkat *Android*. Namun, bahasa ini sulit dipelajari oleh pemula. Selain itu, panjangnya kode yang digunakan membuatnya sulit bagi pemula yang ingin membuat aplikasi *Android*. Oleh karena itu, MIT membuat alat pengembangan yang mudah digunakan dengan pendekatan blok. Metode “klik dan *drag*” digunakan untuk mendesain layar. [20]

*App Inventor* adalah bahasa pemrograman berbasis visual yang berfungsi sebagai aplikasi pengembang. Hampir semua pembuatan aplikasi dilakukan dengan cara men-*drag* dan *drop*. Akses dan pembuatan aplikasi menggunakan *App Inventor* dengan melakukan registrasi untuk memperoleh akun *Google*. Namun disarankan menggunakan *Chrome*, browser, memungkinkan penggunaan *App Inventor* yang lebih baik. [20]

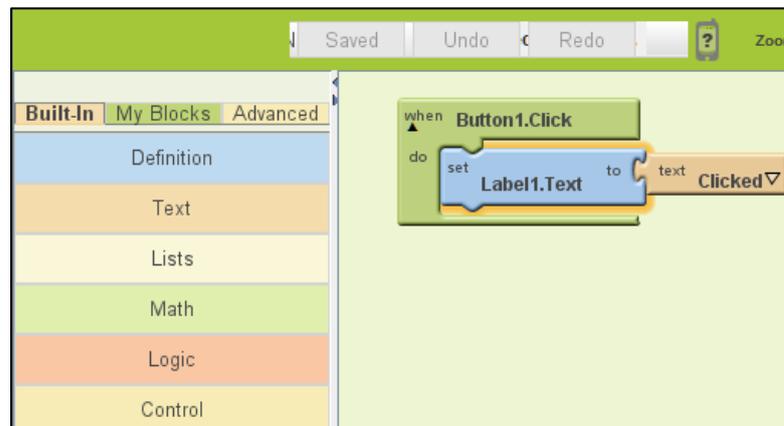
Secara umum, aplikasi *Inventor* terdiri dari dua bagian utama, yaitu sebagai berikut :

- a. *Design View*, Bagian ini mencakup semua komponen yang diperlukan untuk mendesain aplikasi, seperti yang digambarkan pada gambar 2.8.



**Gambar 2. 8 Design View App Inventor [20]**

- b. *Block Editor*, berfungsi untuk menggabungkan blok-blok untuk menghasilkan sebuah aplikasi Android, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9. [20]



**Gambar 2. 9 Block Editor App Inventor [20]**

### 2.2.8 MSE dan RMSE

*Mean Squared Error* (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan tersebut dikuadratkan. Metode ini menghasilkan kesalahan-kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar. MSE merupakan cara kedua untuk mengukur kesalahan peramalan keseluruhan. MSE merupakan rata-rata selisih kuadrat antara nilai yang diramalkan dan yang diamati. MSE dihitung berdasarkan jumlah dari selisih data peramalan dengan data aktual. Semakin kecil nilai MSE maka ramalan semakin aktual. [21]

*Root Mean Square Error* (RMSE) adalah metode alternatif untuk mengevaluasi teknik peramalan yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil prakiraan suatu model. RMSE merupakan nilai rata-rata dari jumlah kudrat kesalahan juga dapat dinyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan. Nilai (*Root Mean Square Error*) RMSE rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai obsevasinya, salah satu ukuran kesalahan dalam peramalan

adalah nilai tengah akar kuadrat *Root Mean Square Error* (RMSE). Berikut adalah rumus untuk menghitung MSE dan RMSE [22] :

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2}{n}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2}{n}}$$

Keterangan :

X<sub>t</sub> : nilai aktual pada periode t

F<sub>t</sub> : nilai peramalan pada periode t

n : banyaknya data [22]