

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Menurut penelitian I Putu Gede Mahendra Sanjaya, Cok Gede Indra Partha, dan Dhuman Care Khrisne yang berjudul Rancang Bangun Sistem Data Logger Berbasis Visual Pada *Solar Cell*, dalam usaha untuk memaksimalkan kinerja dari pengukuran data maka dibutuhkan sebuah sistem tanpa kabel atau nirkabel *data logger* yang berbasis *visual* pada *solar cell* dimana sistem tersebut akan mampu mencakup pembacaan data, pengukuran data dan komunikasi data dalam pembacaan *output* energi listrik dalam *solar cell*. Dalam penelitian ini, dibuat sistem tanpa kabel (nirkabel) yang akan dikomunikasikan oleh komputer dengan menggunakan gelombang radio sebagai perantara komunikasi dalam pembacaan dan pengukuran *output* energi dari *solar cell*. Sistem yang dibuat di dalam penelitian juga terdiri atas dua sub sistem, yaitu sub sistem *data logger* dan sub sistem *software* (perangkat lunak). Sub sistem *data logger* difungsikan sebagai media sensor untuk membaca dan mengukur data dari objek yang telah ditentukan dan dilengkapi dengan memori berupa *SD card* sebagai media *back up* data jika terjadi kerusakan pada komputer. Sub sistem *software* (perangkat lunak) yang dibuat adalah sebuah sistem yang berfungsi untuk membaca, memproses, menyimpan dan mengontrol data hasil pembacaan dan pengukuran oleh *data logger* dengan kecepatan pembacaan minimal 1 menit (60 sekon) dengan tujuan dapat mengurangi adanya *loss data* ketika proses

penyimpanan data pada *database*. Data tersebut kemudian divisualisasikan ke dalam bentuk grafik pada sistem perangkat lunak sebagai tambahan informasi tentang kondisi *solar cell*. (I Putu Gede Mahendra Sanjaya, Cok Gede Indra Partha, dan Dhuman Care Khrisne, 2017)

Menurut penelitian I Gede Ika Wiantara Putra, I Ketut Putu Suniantara, dan I Nyoman Satya Kumara yang berjudul Implementasi dan Analisis Perangkat Pengirim Data Sensor melalui Modul A6 GSM/GPRS Berbasis Microcontroller. Implementasi perangkat pengirim data sensor pada peralatan akuisisi ke web server dilakukan melalui jaringan GPRS dengan menggunakan modul A6 GSM/GPRS berbasis mikrokontroler. Melalui modul ini data dari rangkaian sensor diterima oleh mikrokontroler dan diteruskan ke modul A6 untuk di kirimkan ke web server. Penggunaan jaringan GPRS pada perangkat pengirim data memiliki keunggulan yaitu perangkat dapat dipindahkan ke lokasi pengukuran lainnya tanpa harus melakukan pengaturan ulang terhadap perangkat tersebut. (I Gede Ika Wiantara Putra, I Ketut Putu Suniantara, dan I Nyoman Satya Kumara, 2017)

Dalam penelitian oleh Indra Pribady Silalahi, Sudjadi, dan Iwan Setiawan yang berjudul Rancang Bangun Alat Monitoring Suplai Tegangan AC/DC RTU di Gardu Induk 150 KV Solo Baru Berbasis Android. Implementasi alat pengukur tegangan menggunakan Arduino Uno berbasis web dilakukan dengan diletakkan di dalam panel RTU untuk mengukur tegangan AC maupun tegangan DC pada baterai dengan indikator yang telah ditentukan pada tampilan web yang mana jika terjadi drop tegangan maka warna pada tampilan

web akan berubah. Alat yang dirancang mengintegrasikan modul GSM SIM900A sebagai perantara untuk proses transmisi data dari sensor tanganan ke *database* MySQL dan kemudian akan ditampilkan melalui *web* dan juga Android. (Indra Pribady Silalahi, Sudjadi, dan Iwan Setiawan, 2018)

Menurut penelitian Tim R. Anderson, M.S. yang berjudul *Development of An Open-Source, Custom Environmental Data Logger for Spatially Scallable Data Collection*, spesifikasi aplikasi *data logger* dapat menjadi alternatif yang sangat lebih murah, namun kebanyakan dari sistemnya, dalam hal desain, sangat sedikit atau terbatas dalam hal sensor yang didukung dan fungsi yang dapat diperlihatkan, pada umumnya mereka hanya mendukung sebuah sensor tunggal. Batasan ini mampu mengurangi biaya pengeluaran dari sistem, namun membuat sistem tersebut tidak dapat diaplikasikan ketika sensor *multiple* dibutuhkan. Dengan popularitas saat ini mengenai penghobi aplikasi elektronik *open-source*, kebanyakan kecil, sistem *data logging* yang tidak mahal yang mana tersedia untuk ilmuwan lingkungan yang ambisius, termasuk modul tambahan yang menambah kemampuan dari prototip *platform* seperti Arduino, miniatur penuh dari sistem komputer. Dengan merancang sistem ini di sekitar mikrokontroler yang dapat diprogram oleh pengguna, *data logger* yang dapat diprogram tersebut akan dapat digunakan oleh ilmuwan untuk peron *data logging* modular dengan pengeluaran biaya yang sangat berkurang bagi sistem kelas profesional. Di dalam penelitian ini dijelaskan mengenai pengembangan sebuah *open-source* untuk *platform* sistem *data logging* yang dapat berinteraksi dengan serangkaian sensor lingkungan dengan biaya yang cukup

murah untuk instrument yang besar, studi lingkungan yang didistribusikan secara spasial. *Data logger* yang dirancang dalam penelitian ini bernama *Pinecone data logger*. (Tim R. Anderson, M.S, 2019)

Menurut penelitian Rujay P. Soj, Soudeep Saha, dan O.V Ghana Swathika yang berjudul *IoT-Based Energy Management System with Data Logging Capability*, penelitian yang dimuat dalam *paper* ini merupakan penelitian untuk sistem manajemen energi yang efektif yang mana digabungkan dengan IoT untuk jaringan *real-time*. Kinerja dari prototip menunjukkan antarmuka antara Arduino dan sensor, komunikasi serial antara Arduino dan NodeMCU (ESP8266), interaksi antara NodeMCU dan beban, serta *data logging* ke media penyimpanan *cloud* menggunakan IoT. Beban terdiri dari LED dan kipas dimana PWM dikendalikan oleh NodeMCU dengan algoritma yang diperlukan dan data akan diterima dari Arduino yang mana data tersebut akan dikonversi ke dalam unit standar menggunakan faktor yang tepat dan kemudian dikirimkan ke *cloud* menggunakan IoT untuk *data logging* dan kebutuhan monitoring. (Rujay P. Soj, Soudeep Saha, dan O.V Ghana Swathika, 2019)

Tabel 2.1 merupakan tabel perbandingan antara penelitian yang dijelaskan di atas dengan penelitian dalam tugas akhir ini :

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Dalam Saat Ini

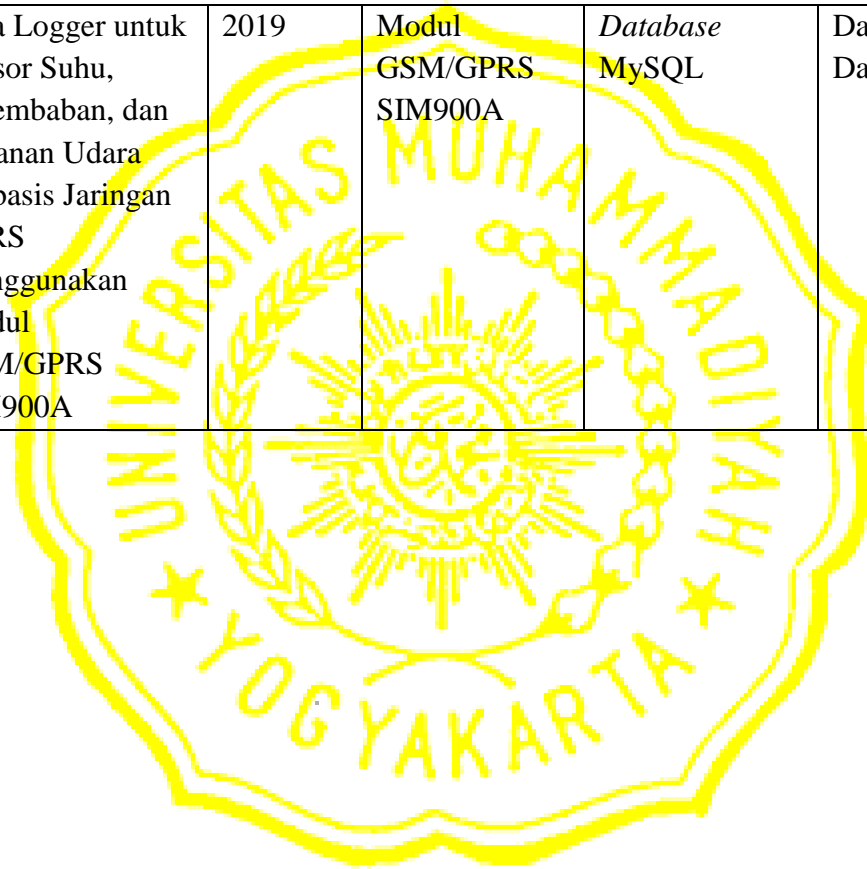
No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun Penelitian	Alat yang Digunakan	Media Penyimpanan	Metode Visualisasi	Data yang Dikirimkan
1	I Putu Gede Mahendra Sanjaya, Cok Gede Indra Partha, dan Dhuman Care Khrisne	Rancang Bangun Sistem Data Logger Berbasis Visual Pada <i>Solar Cell</i>	2017	Radio <i>Telemetry</i>	<i>Database</i> dan <i>SD Card</i>	Grafik	Data arus, tegangan, dan daya listrik
2	I Gede Ika Wiantara Putra, I Ketut Putu Suniantara, dan I Nyoman Satya Kumara	Implementasi dan Analisis Perangkat Pengirim Data Sensor melalui Modul A6 GSM/GPRS Berbasis Microcontroller	2017	Modul A6 GSM/GPRS	<i>Database</i>	Grafik	Sensor (Tidak disebutkan jenis sensornya)

Lanjutan dari Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saat Ini

3	Indra Pribady Silalahi, Sudjadi, dan Iwan Setiawan	Rancang Bangun Alat Monitoring Suplai Tegangan AC/DC RTU di Gardu Induk 150 KV Solo Baru Berbasis Android	2018	Modul GSM/GPRS SIM900A	Database MySQL	Web dan aplikasi Android	Tegangan Input AC, Tegangan output AC, Tegangan input DC
4	Tim R. Anderson, M.S	<i>Development of An Open-Source, Custom Environmental Data Logger for Spatially Scallable Data Collection</i>	2019	D3102 (RTC)	SD Card	<i>Opensource, Grafik</i>	Sensor suhu dan kelembaban
5	Rujay P. Soj, Soudeep Saha, dan O.V Ghana Swathika	<i>IoT-Based Energy Management System with Data Logging Capability</i>	2019	ESP8266	Cloud Server (ThingSpeak)	Grafik	Sensor suhu dan luminasi cahaya dalam ruangan

Lanjutan dari Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian saat ini

6	Malisa Nur Hidayati	Data Logger untuk Sensor Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara Berbasis Jaringan GPRS Menggunakan Modul GSM/GPRS SIM900A	2019	Modul GSM/GPRS SIM900A	Database MySQL	Dalam bentuk Database	Sensor suhu, kelembaban, dan tekanan udara
---	---------------------	--	------	------------------------	----------------	-----------------------	--



1.2.Dasar Teori

2.2.1 Data Logger

Data logger merupakan alat atau perangkat elektronik yang memiliki fungsi untuk mengambil, mengumpulkan, dan merekam data dari suatu objek yang direkam secara terintegrasi dengan sensor eksternal maupun dengan sensor internal. Data *real time* yang telah dikumpulkan akan disimpan pada suatu perangkat memori ataupun media penyimpanan lain, seperti cloud dan *database*.

Data logger merupakan sebuah perangkat elektronik yang memiliki fungsi untuk mengumpulkan dan merekam data dari suatu objek yang direkam baik dengan sesor eksternal maupun sensor internal seperti sensor arus dan sensor tegangan. Data *real time* yang direkam dan dikumpulkan kemudian disimpan secara MMSC/ SD card untuk *back up* data apabila terjadi kerusakan *data logger*. *Data logger* atau *logging* data yang digunakan dalam perancangan sistem yang berbasis mikrokontroler dimaksudkan mikrokontroler tersebut akan berfungsi sebagai pengendali dari sistem yang terintegrasi dengan perangkat masukan *analog* dan *digital*. (I Putu Gede Mahendra Sanjaya, 2017)

Data logger adalah sebuah alat/ perangkat elektronik yang mampu mencatat atau merekam data dari waktu ke waktu atau secara *rela time* yang mana perangkat tersebut dapat terintegrasi dengan sensor maupun dapat menggunakan sensor eksternal. Pada umumnya *data logger* memiliki tampilan fisik dengan ukurang yang relatif kecil, dilengkapi dengan mikroprosesor, baterai sebagai sumber tenaga, memori sebagai

media penyimpan data, dan portabel. Beberapa *data logger* ditampilkan tampilannya menggunakan *software* pada komputer dan beberapa lainnya mempunyai tampilan sendiri dengan menggunakan LCD ataupun *keypad*. Aplikasi *data logger* yang sudah sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari diantaranya yaitu *data logger* untuk merekam suhu, kecepatan angin, intensitas cahaya matahari, dan sebagainya. (Yansyah Putra, Afdhal, dan Yuwaldi Away, 2015)

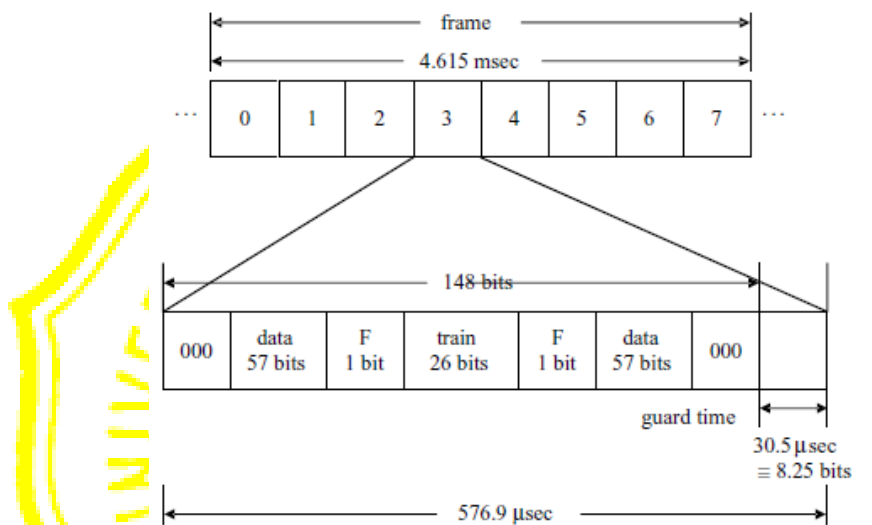
Data logger memiliki fungsi sebagai media penyimpanan data dan perekaman data dari berbagai macam sinyal *input* sensor yang dapat dioperasikan terpisah dari komputer yang mempunyai kemampuan sendiri dalam pengambilan data sesuai dengan pengaturan alat sehingga memungkinkan jika digunakan dalam pemantauan lapangan/ lingkungan dalam jangka waktu atau periode tertentu. *Data logger* sendiri dibuat dengan dua komponen utama yaitu media perekam data dan media penyimpanan data (memori). (Wasmual Rahmatullah, 2014)

2.2.2 Sistem Komunikasi GSM (*Global System for Mobile Telecommunications*)

GSM adalah kependekan dari *Global System for Mobile Telecommunications* yang merupakan generasi kedua dari sistem seluler digital dengan berbasis TDMA sistem *pan-Eropa* yang juga digunakan di Amerika Serikat dan negara-negara lain di dunia. GSM bekerja pada rentang frekuensi yaitu 890 MHz – 915 MHz untuk pita *uplink* dan pita *downlink* 935 MHz – 960 MHz. *Bandwidth* 25 MHz di setiap direksi atau arah dibagi menjadi saluran frekuensi 200 kHz,

dengan pita pengaman sebesar 200 kHz yang tidak digunakan di ujung bawah setiap pita. Dengan demikian ada saluran 124 200 kHz yang tersedia pada setiap arah transmisi. Setiap frekuensi saluran menggunakan *frame* berulang 8-slot dalam lalu lintas pengiriman.

GSM memiliki slot struktur (*frame*) dan slot lalu lintas transmisi seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1 sebagai berikut :



Gambar 2.1 Slot Struktur dan Slot Lalu Lintas GSM

Gambar 2.1 di atas dapat dijelaskan bahwa *frame* struktur 8-slot yang panjangnya 4615 msec menunjukkan struktur bit dari slot pembawa (*carrier*) dalam lalu lintas. Slot yang panjangnya 148 bit seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas memiliki waktu jaga (*guard time*) selama 30,5 µsec yang setara dengan 8,25 bit untuk memisahkan antar slot sekuisif. Perlu menjadi catatan bahwa gambar ini slot dimulai dan diakhiri dengan 3 bit yang tersinkron semua nol. . (Mischa Schwartz dalam *Mobile Wireless Communications*, 2015 halaman: 199-201)

2.2.3 Jaringan GPRS (*General Packet Radio Service*)

GPRS atau *General Packet Radio Services* merupakan teknologi yang memungkinkan proses pengiriman dan penerimaan data menjadi lebih cepat dibandingkan dengan teknologi CSD atau *Circuit Switch Data*.

GPRS merupakan salah satu pengembangan untuk teknologi 3G berbasis TDMA yang sering dikenal dengan 2.5G yang mana pengembangan GPRS ini untuk mendukung sistem GSM agar memiliki kemampuan *switching* paket data untuk transmisi paket data dalam waktu yang sesingkat mungkin. Teknologi ini merupakan salah satu standar dasar yang diatur untuk mendukung penyediaan pengembangan tersebut. GPRS terdiri atas dua bagian utama yaitu porsi jaringan inti dan standar antarmuka udara (*wireless*). Porsi jaringan inti dalam GPRS menggunakan arsitektur berlapis dengan protokol TCP/IP berbasis internet yang memiliki peran sangat penting. Teknologi dan arsitektur dalam GPRS dirancang secara khusus dengan mempertimbangkan kemampuan berbasis paket data. (Mischa Schwartz dalam *Mobile Wireless Communications*, 2015 halaman: 334)

Jumlah jenis transmisi data dalam GPRS telah diidentifikasi sebagai hasil dari aplikasi antara lain yaitu : *bursty* lalu lintas data, yang mengindikasikan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data jauh lebih sedikit daripada waktu antara *burst* berturut-turut; frekuensi pengiriman data bervolume kecil; dan pengiriman file yang lebih besar seperti pada saat melakukan akses situs Web. Aplikasi-aplikasi tersebut

menghadirkan kekhususan yang diharapkan dalam sistem GPRS. Kekhususan yang dimaksud diantaranya termasuk penggunaan penggunaan sumber radio yang efisien dimana ini merupakan salah satu alasan untuk berpindah ke transmisi berbasis paket, dengan waktu yang lebih sedikit daripada yang ditemui dalam penanganan sirkuit lalu lintas suara yang di alihkan; transportasi paket yang efisien; kemampuan untuk terhubung secara mulus atau lancar ke jaringan paket lain (PDN) seperti Internet; dan yang terakhir adalah karakteristik QoS (*quality of services*) untuk menyediakan kualitas layanan yang diinginkan. (Mischa Schwartz dalam *Mobile Wireless Communications*, 2015 halaman: 334-335)

Terdapat empat kelas *delay* yang ditentukan dalam spesifikasi GPRS. Kelas-kelas tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2.2 yang diambil dari Tabel 5 dalam *GPRS* (1998) dalam Tabel 10.5 dalam *Mobile Wireless Communication* (2015).

Delay Class	Maximum delay (sec)			
	128 octets, data unit size		1024 octets, data unit size	
	Mean delay	95 percentile	Mean delay	95 percentile
1 (Predictive)	<0.5	<1.5	<2	<7
2 (Predictive)	<5	<25	<15	<75
3 (Predictive)	<50	<250	<75	<375
4 (Best effort)	(Unspecified)			

Gambar 2.2 Kelas Delay GPRS

Dalam Gambar 2.2 di atas, *delay* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan unit data hanya dalam jaringan GPRS, tidak termasuk waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan unit data melalui

jaringan eksternal, seperti Internet, yang mana GPRS dapat terhubung ke jaringan tersebut. Waktu ini termasuk waktu yang dibutuhkan untuk akses saluran radio dan kemudian transfer *uplink* unit data, waktu untuk melintasi jaringan GPRS, dan waktu untuk penjadwalan, dan kemudian transfer *downlink* unit data ke *mobile* penerima. Catatan untuk Gambar 2.2 di atas yaitu spesifikasi *delay* yang ditentukan dari segi antara keterlambatan transfer rata-rata dan keterlambatan 95-persentil, dan diberikan untuk dua ukuran unit data yang berbeda yaitu 128 dan 1024 oktet. Menjadi catatan juga bagaimana tingginya nilai beberapa *delay* dalam situasi tertentu. Nilai-nilai tersebut secara jelas tidak dapat diterima untuk panggilan interaktif *real-time*, yang diharapkan memiliki *delay end-to-end* maksimum sekitar 0,1 detik. Kemungkinan *delay* rata-rata selama beberapa menit dapat diterima pada tipe transfer data tertentu.

Layanan seluler yang digabungkan dengan teknologi GPRS akan menghasilkan teknologi 2.5G. Sistem GPRS dapat digunakan untuk transfer data dalam bentuk paket data, dalam hal ini kaitannya dengan surat elektronik (*e-mail*), pesan data gambar atau MMS, *Wireless Application Protocol (WAP)*, dan akses situs internet (*www* atau *World Wide Web*). (Fredri Purnomo, 2010)

GPRS menyediakan layanan GSM untuk transmisi data. Salah satu tujuan dari GPRS adalah sebagai fasilitator interkoneksi antara ponsel dan paket lain – jaringan diaktifkan, yang membuka pintu ke dunia internet. (Adri Wahyudi Setia Permana, 2017)

Dengan diperkenalkannya mode paket, telepon seluler dan bertemu dengan internet yang kemudian menjadi teknologi *Mobile Internet*, memungkinkan pengguna untuk mempunyai akses layanan bernilai tambah baru, diantaranya sebagai berikut :

1. Layanan *Client – server*, memungkinkan akses ke data yang disimpan di dalam *database*.
2. Layanan olah pesan, yang dimaksudkan untuk komunikasi *user-to-user* melalui *server* layanan untuk penanganan pesan. Contohnya adalah fitur MMS (*Multimedia Messaging Service*).
3. *Real time* layanan percakapan, menyediakan komunikasi dua arah secara *real-time*.
4. Tele-tindakan jasa, ditandai dengan transaksi pendek dan diperlukan untuk layanan seperti SMS, pemantauan elektronik, sistem pengawasan, dan tindakan undian

2.2.4 Sensor BME280 Bosch Sensortec

BME280 merupakan sensor digital kombinasi antara sensor kelembaban, tekanan, dan temperatur yang berbasis pada prinsip *sensing* yang telah teruji. Modul sensor ini ditempatkan di dalam paket tutup logam LGA yang berdimensi 2,5 x 2,5mm² dan dengan tinggi 0,93mm. Dimensi berukuran kecil yang dimilikinya dan konsumsi daya yang rendah membuat sensor ini mampu untuk diimplementasikan dalam perangkat-perangkat yang digerakkan oleh baterai seperti *handset*, modul GPS, atau jam. BME280 juga terdaftar dan memiliki kinerja yang kompatibel dengan sensor tekanan digital BMP280 dari Bosch Sensortec.

Sensor BME280 memiliki tampilan fisik seperti pada Gambar 2.3 di bawah ini :



Gambar 2.3 Tampilan Fisik Sensor BME280

Spesifikasi yang dimiliki oleh sensor BME280 antara lain sesuai dengan Tabel 2.2 di bawah ini :

Fitur Kunci	
Bingkai	2,5 mm x 2,5mm x 0,93mm tutup logam LGA
Digital Interface	I2C (sampai 3,4MHz) dan SPI (3 dan 4 wire, sampai dengan 4MHz)
Suplai tegangan	Rentang suplai tegangan utama VDD : 1,71V – 3,6V Rentang suplai tegangan interface VDDIO: 1,2V – 3,6V
Rentang operasi	Temperatur : -40 +85 °C Kelembaban : 0 100% Tekanan : 300 1100 hPa

Lanjutan dari Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor BME280

Konsumsi Arus	1,8 μ A @ 1Hz Temperatur dan kelembaban 2,8 μ A @ 1Hz Tekanan dan kelembaban 3,6 μ A @ 1Hz Temperatur, kelembaban dan tekanan 0,1 μ A untuk kondisi <i>sleep</i>
Sensor tekanan dan kelembaban dapat dimatikan atau dihidupkan secara independent	
Register dan performa kompatibel untuk Bosch Sensortec BMP280 sensor tekanan digital	
Sesuai RoHS, <i>halogen-free</i> , MSL1	
Parameter Kunci untuk Sensor Kelembaban	
Waktu respon ($\tau_{63\%}$)	1s
Toleransi Akurasi	$\pm 3\%$ kelembaban relatif
Histerisis	$\pm 1\%$ kelembaban relatif
Parameter Kunci untuk Sensor Tekanan	
RMS Noise	0,2 Pa, ekuivalen sampai dengan 1,7 cm
Pengimbanan koefisien temperatur	$\pm 1,5$ Pa/K, ekuivalen sampai dengan $\pm 12,6$ cm pada 1 $^{\circ}$ C perubahan temperatur

BME280 mempunyai performa yang tinggi dalam semua aplikasi yang membutuhkan kelembaban dan pengukuran tekanan. Sensor kelembaban yang dimilikinya mampu memberikan respon dalam waktu yang cepat untuk aplikasi kesadaran konteks cepat dan akurasi keseluruhan yang tinggi pada rentang suhu yang luas. Sensor tekanan di dalamnya merupakan sensor tekanan barometik absolut yang memiliki akurasi dan resolusi yang sangat tinggi dengan *noise* yang jauh lebih rendah dari pada BMP180 Bosch Sensortec. Sensor suhu dioptimalkan

untuk resolusi tertinggi dan *noise* terendah. Keluarannya dapat digunakan untuk kompensasi suhu dari sensor tekanan dan kelembaban dan juga dapat digunakan untuk estimasi suhu sekitar lingkungan.

Sensor BME280 mendukung antarmuka I2C dan SPI dan dapat disuplai dengan tegangan masukan 1,71V sampai dengan 3,6V untuk suplai tegangan sensor (V_{DD}) dan 1,2V sampai dengan 3,6V untuk suplai antarmuka V_{DDIO} . Pengukuran dengan sensor ini dapat dipicu oleh *host* atau dapat juga dilakukan secara berkala. Ketika sensor dinon-aktifkan, konsumsi arus menurun menjadi 0,1 μ A. BME280 dapat dioperasikan ke dalam tiga keadaan daya yaitu *sleep mode*, *normal mode*, dan *forced mode*.

Pin yang digunakan untuk fitur antarmuka I2C dalam sensor BME280 meliputi pin-pin berikut ini:

- a. SCK : *clock serial* (SCL)
- b. SDI : data (SDA)
- c. SDO : *slave address LSB* (GND = '0', V_{DDIO} = '1')

Sementara itu untuk penggunaan antarmuka SPI meliputi beberapa pin berikut ini :

- a. CSB : pemilihan *chip*, aktif *low*
- b. SCK : *clock serial*
- c. SDI : serial data *input*
- d. SDO : serial data *output*

2.2.5 Modul GSM/GPRS SIM900A

A. Deskripsi Umum

Modul GSM merupakan media atau perantara untuk mengirimkan data sensor yang digunakan dari Arduino menuju basis data (*database*) MySQL untuk selanjutnya dapat diakses dari berbagai lokasi.

Secara fisik, modul GSM/GPRS SIM900A memiliki tampilan fisik seperti pada Gambar 2.4 di bawah ini :



Gambar 2.4 Tampilan Fisik Modul GSM/GPRS SIM900A

Modul GSM/GPRS SIM900A memiliki spesifikasi sesuai dengan Tabel 2.3 sebagai berikut:

Fitur	Implementasi
Suplai tegangan	Suplai tegangan tunggal 3,4V – 4,5V
Penyimpan Daya	Konsumsi daya pada mode <i>sleep</i> yaitu 1,5mA (BS-PA-MFRMS=5)

Lanjutan Tabel 2.3 Spesifikasi Modul GSM/GPRS SIM900A

Pita frekuensi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SIM900A dual-band : EGSM900, DCS1800, dapat mencari 2 pita frekuensi sekaligus dan dapat diatur melalui perintah AT. ▪ Sesuai untuk GSM fase 2/2+
Kelas GSM	<i>Small MS</i>
Daya Transmisi	<ul style="list-style-type: none"> • Kelas 4 (2W) pada EGSM900 • Kelas 1 (1W) pada DCS1800
Konektivitas GPRS	<ul style="list-style-type: none"> • GPRS multi-slot kelas 10 (<i>default</i>) • GPRS multi-slot kelas 8 (<i>option</i>) • GPRS <i>mobile station</i> kelas B
Rentang temperatur	<ul style="list-style-type: none"> • Operasi normal : -30°C ... +80°C • Operasi terbatas : -40°C ... -30°C dan +80°C ... +85°C • Suhu penyimpanan: -45°C ... +90°C
Data GPRS	<ul style="list-style-type: none"> • Transfer GPRS data downlink : max. 85,6 kbps • Terintegrasi TCP/IP protokol • Mendukung PBBCH (<i>Packet Switches Broadcast Control Channel</i>)
CSD	<ul style="list-style-type: none"> • Rentang transmisi CSD : 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps <i>non-transparent</i> • Didukung dengan USSD (<i>Unstructured Supplementary Services Data</i>)

Lanjutan Tabel 2.3 Spesifikasi Modul GSM/GPRS SIM900A

SMS	<ul style="list-style-type: none"> • MT, MO, CB, Text dan mode PDU • Penyimpanan SMS: kartu SIM
FAX	Grup 3 kelas 1
Antarmuka SIM	Mendukung kartu sim : 1,8 V dan 3V
Antena Ekstrenal	<i>Pad</i> antena
Fitur Audio	<p>Mode <i>codec</i> ucapan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Half rate</i> (ETS 06.20) • <i>Full rate</i> (ETS 06.10) • Tingkatan <i>full rate</i> (ETS 06.50/06.60/06.80) • AMR (<i>Adaptive Multi Rate</i>) • Pembatalan <i>Echo</i> • Penekanan bising (<i>noise</i>)
Serial <i>port</i> dan	<p>Serial Port</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antarmuka modem 8-wire dengan status dan pengendali jalur, tidak seimbang, dan <i>asynchronous</i> • 1,2 kbps sampai 115,2 kbps • Serial <i>port</i> dapat digunakan untuk perintah AT dan <i>data stream</i>. • Mendukung perangkat keras RTS/CTS dan kendali aliran ON/OFF perangkat lunak. • Kemampuan <i>multiplex</i> untuk GSM 07.10 <i>multiplexer protocol</i> • Mendukung <i>autobauding</i> dari 1200 bps sampai 115200 bps

Lanjutan Tabel 2.3 Spesifikasi Modul GSM/GPRS SIM900A

Debug <i>port</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Antarmuka modem <i>null 2-wire</i> DBG_TXD dan DBG_RXD • Dapat digunakan untuk <i>debugging</i> dan <i>upgrading firmware</i>.
Manajemen Buku Telepon	Mendukung tipe buku telepon : SM, FD, LD, RC, ON, MC.
<i>Toolkit</i> aplikasi SIM	Mendukung SAT kelas 3, GSM 11.14 <i>release 99</i>
<i>Real Time Clock</i>	Diimplementasikan
Fungsi <i>timer</i>	Dapat deprogram dengan perintah AT (<i>AT command</i>)
Karakteristik fisik	Ukuran : 24mm x 24mm x 3mm Berat : 3.4g
<i>Firmware upgrade</i>	Dengan debug <i>port</i>

Modul ini memiliki antarmuka untuk aplikasi *mobile* dengan sebuah *pad* SMT 68 pin yang menyediakan semua antarmuka perangkat keras antara modul dan papan pengguna.

- *Keypad* dan tampilan antar muka SPI akan memberikan fleksibilitas untuk pengembangan kustomisasi aplikasi.
- *Port Serial* dan *port Debug* dapat memudahkan pengembangan aplikasi.
- Satu *channel* audio termasuk mikrofon dan satu keluaran *speaker*.
- Pemrograman tujuan umum *input* dan *output*.

SIM900A didesain dengan teknik *power saving* sehingga konsumsi arus rendah yaitu 1,5mA dalam mode SLEEP. Modul ini juga terintegrasi dengan protokol TCP/IP, perpanjangan perintah TCP/IP

dikembangkan untuk memberikan kemudahan dalam penggunaan protokol TCP/IP yang mana akan sangat berguna dalam aplikasi transfer data.

SIM900A memiliki pin *power supply* antara lain VBAT, VRTC, VDD_EXT, dan GND. VBAT merupakan pin *input*-an yang digunakan agar modul dapat terhubung dengan sumber tegangan. SIM900A harus mempunyai sumber tegangan tunggal dengan kisaran tegangan antara 3,4V sampai dengan 4,5V. Namun pada beberapa kasus, lonjakan riak dalam transmisi menyebabkan drop tegangan ketika konsumsi arus meningkat sampai dengan 2A. Sehingga sumber tegangan yang digunakan harus mampu menyediakan arus listrik yang cukup dalam transmisi yang biasanya naik menjadi 2A. VRTC adalah pin I/O yang merupakan masukan terkini untuk RTC saat baterai tidak di-*supply* untuk sistem dan keluaran terkini untuk cadangan baterai ketika baterai utama sedang aktif dan baterai cadangan dalam kondisi tegangan rendah. VDD_EXT adalah pin I/O sebagai keluaran 2,8V *power supply*. GND adalah *ground*.

SIM900A mendukung dua *port serial asynchronous*. Pertama adalah *port Serial* dan yang kedua adalah *port Debug*. Modul GSM ini didesai sebagai sebuah DCE (*Data Communication Equipment*), mengikuti koneksi tradisional DCE-DTE (*Data Communication Equipment – Data Terminal Equipment*). Modul dan *client* (DTE) terhubung melewati sinyal yang diikuti. Modul ini juga menyediakan *autobauding* dengan kisaran *baud rate* dari 1200bps sampai dengan 115200bps. *Port*

serial terdiri atas TXD dan RXD. TXD untuk mengirim data ke jalur sinyal RXD dari DTE. RXD untuk menerima data dari jalur sinyal TXD dari DTE. Sementara itu *port* debug terdiri dari DBG_TXD dan DBG_RXD. DBG_TXD untuk mengirim data ke jalur sinyal RXD dari DTE. DBG_RXD untuk menerima data dari jalur sinyal TXD dari DTE.

Antarmuka SIM mendukung fungsionalitas dari spesifikasi GSM fase 1 dan spesifikasi GSM fase 2+ untuk kecepatan 64 kbps. SIM Card yang didukung adalah *sim card* yang memiliki spesifikasi tegangan antara 1,80V dan 3,0V. Antarmuka SIM disuplai daya dari regulator internal di dalam modul yang mempunyai tegangan normal 3V. Konfigurasi *sim card* dapat menggunakan *AT commands* “AT+CSDT”.

Modul GSM/GPRS SIM900A menyediakan antarmuka antena tipe RF. Antena harus diletakkan di papan utama dan dihubungkan ke tempat antena modul melewati jalur *microstrip* atau RF tipe lain yang mana impedansinya harus dikendalikan untuk berada dalam 50Ω.

Dalam pengapliaksiannya, perangkat pengendali mengendalikan mesin GSM dengan mengirim *AT Command* (perintah AT) melalui antarmuka serialnya. Perangkat pengendali pada akhir jalur serial lainnya disebut dalam istilah berikut ini :

- a. TE (*Terminal Equipment*)
- b. DTE (*Data Terminal Equipment*) atau aplikasi yang berjalan pada sistem yang tertanam.

Penjelasan yang lebih detail tentang AT Command pada modul GSM/GPRS SIM900A yang digunakan untuk dapat terhubung ke

jaringan GPRS sampai ke HTTP ini akan dijelaskan pada sub-bagian berikutnya.

B. AT Command untuk GPRS

Pada dasarnya *AT Command* adalah kependekan dari kata “*attention*” yang artinya meminta “perhatian” kepada perangkat untuk melaksanakan instruksi atau perintah dari eksternal. *AT command* atau perintah AT merupakan kumpulan dari instruksi yang dimengerti oleh modul GSM/GPRS SIM900A yang mana merupakan bahasa untuk dapat berkomunikasi dengan modul ini. Perintah AT ini diciptakan oleh perusahaan Hayes dari Amerika Serikat yang kemudian diterima secara internasional sebagai standar komunikasi modem. (Indra Pribady Silalahi, 2018)

Secara ringkas daftar perintah AT dalam modul GSM/GPRS SIM900A yang digunakan untuk mendapatkan jaringan GPRS dari penyedia layanan seluler yang dapat digunakan oleh pengguna antara lain sebagai berikut :

1. AT+CGATT

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk menerima atau melepas layanan GPRS.

2. AT+CGDCONT

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk mendefinisikan konteks PDP (*Packet Data Protocol*).

3. AT+CGQMIN

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk mengetahui kualitas dari profil layanan (minimum penerimaan).

4. AT+CGQREQ

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk meminta kualitas profil dari layanan yang digunakan.

5. AT+CGACT

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan konteks PDP.

6. AT+CGDATA

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk memasukkan status data.

7. AT+CGPADDR

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk menunjukkan alamat PDP.

8. AT+CGCLASS

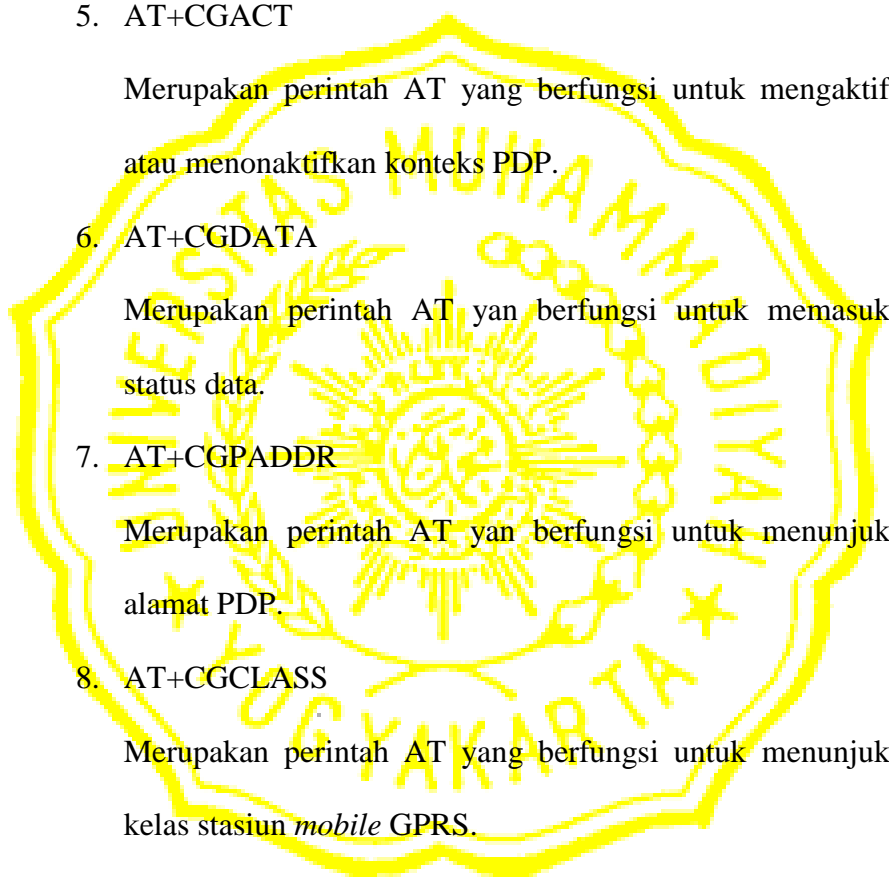
Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk menunjukkan kelas stasiun *mobile* GPRS.

9. AT+CGEREP

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk mengontrol laporan berita GPRS yang tidak diminta.

10. AT+CGREG

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk menunjukkan status registrasi jaringan.



11. AT+CGMSREG

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk memilih layanan jaringan ke mode pesan SMS.

C. AT Command untuk Aplikasi IP

Perintah AT yang digunakan untuk aplikasi IP pada dasarnya merupakan perintah AT untuk mengatur (*setting*) pembawa untuk aplikasi yang berbasis IP yang mana akan mengaktifkan beberapa aplikasi seperti HTTP dan FTP. Perintah AT yang digunakan untuk pengaturan ini adalah “AT+SABPR”. Untuk perintah tes menggunakan “AT+SABPR=?” dan pengaturan parameter yang dikehendaki menggunakan perintah “AT+SABPR=<cmd_type>, <cid>, [<ConParamTag>, <ConParamValue>].”

D. AT Command untuk Aplikasi HTTP

SIM900A memiliki susunan TCP/IP tertanam yang dijalankan oleh perintah AT dan memungkinkan *host* aplikasi untuk dengan mudah mengakses layanan Internet HTTP. Perintah AT yang dimaksud antara lain sebagai berikut :

1. AT+HTTPINIT

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk inialisasi layanan HTTP.

2. AT+HTTPTERM

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk mengakhiri layanan HTTP.

3. AT+HTTTPARA

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk mengatur (*set*) nilai parameter HTTP.

4. AT+HTTPDATA

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk memasukkan data HTTP.

5. AT+HTTPACTION

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk mengetahui dan mengatur metode aksi HTTP.

6. AT+HTTPREAD

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk membaca respon dari server HTTP.

7. AT+HTTPSCONT

Merupakan perintah AT yang berfungsi untuk menyimpan konteks aplikasi HTTP.

2.2.6 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan *board* mikrokontroler berbasis ATMEGA328. Arduino ini memiliki 14 pin digital I/O dimana pin 6 dapat digunakan sebagai keluaran dari PWM (*Pulse Width Modulation*) dan 6 pin sebagai masukan analog. Papan ini juga dilengkapi dengan resonator keramik 16MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header* PCP, dan tombol *reset*. Arduino Uno dirancang sesuai dengan apa yang diperlukan untuk mendukung sebuah mikrokontroler, adaptor atau baterai, dan juga sumber daya yang

bisa menggunakan *power* USB jika papan ini terhubung dengan kabel (Fahmi Alifian, 2017)

Arduino Uno memiliki tampilan fisik seperti pada Gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2.5 Tampilan Fisik Arduino Uno

Arduino Uno memiliki spesifikasi sesuai dengan tabel 2.4 di bawah ini :

Mikrokontroler	:	ATMEGA328
Operasi Tegangan	:	5 Volt
Input Tegangan	:	7 – 11 Volt
Input Tegangan Batas	:	6 – 20 Volt
Pin I/O Digital	:	14 pin
Pin Analog	:	6
Arus DC setiap pin I/O	:	50 mA
Arus DC ketika 3.3V	:	50 mA
Memori Flash	:	32 KB (ATMEGA328) dan 0.5KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
Clock	:	16 MHz

Lanjutan dari Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino UNO

SRAM	:	2 KB (ATMEGA328)
EEPROM	:	1 KB (ATMEGA328)
Clock	:	16 MHz

Karakteristik dari Arduino Uno dapat dijelaskan sebagai berikut :

a) Memori

Arduino Uno menggunakan memori ATMEGA328 sebagai media penyimpanan data, yang mana Atmega328 ini memiliki kapasitas sebesar 32 KB dengan 0,5 KB digunakan oleh *bootloader*. Atmega328 memiliki kapasitas 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM yang mana dapat dibaca dan ditulis menggunakan pustaka EEPROM pada Arduino IDE.

b) Pin I/O (*Input/ Output*)

Masing – masing dari 14 pin digital yang dimiliki oleh Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan memanfaatkan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()* pada Arduino IDE dan beroperasi pada tegangan 5 Volt. Masing – masing pin tersebut mampu memberikan dan menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal dari 20 k Ω sampai dengan 50 k Ω . Beberapa pin tersebut juga memiliki fungsi spesial, diantaranya sebagai berikut :

- Serial : untuk fungsi serial dengan *hardware* digunakan pin 0 sebagai RX dan pin 1 sebagai TX. Pin ini terhubung dengan pin ATmega328 USB-to-Serial-TTL.
- Eksternal Interupsi : dengan mengkonfigurasi pin 2 dan pin 3 maka akan dapat memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, *falling edge* atau *rising*, atau perubahan nilai.
- PWM : Pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11 memberikan 8-bit PWM dengan fungsi *analogWrite()* pada Arduino IDE.
- SPI : pin 10,11, 12, dan 13 mendukung SPI dengan pustaka SPI pada Arduino IDE yang mana urutan SPI-nya adalah pin 10 sebagai SS, pin 11 sebagai MOSI, pin 12 sebagai MISO, dan pin 13 sebagai SCK.
- LED : *built-in* LED terhubung ke pin digital 13 yang mana LED akan menyala jika diberi nilai *HIGH*.

Arduino Uno mempunyai 6 masukan (*input*) analog pada A0 sampai dengan A5, yang mana masing-masing dari *input* tersebut menyediakan resolusi sebesar 10 bit atau 1024 nilai yang berbeda. Secara standar (*default*) masing-masing akan mengukur dari *ground* sampai dengan 5 Volt, perubahan tegangan maksimal dengan menggunakan pin AREF dengan fungsi *analogReference()*. Selain itu, terdapat dua pin yang memiliki fungsi spesial, yaitu TWI: pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan pustaka *Wire*.

Terdapat pin lain pada papan Arduino Uno yang digunakan untuk *me-reset* mikrokontroler yaitu Reset. Pin ini biasanya digunakan apabila ingin menambahkan tombol reset.

c) Komunikasi

Board Arduino Uno memiliki beberapa fasilitas yang digunakan untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, ataupun mikrokontroler lainnya. Atmega328 sendiri menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial pada pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Selain itu, juga dapat menggunakan pin 7 (RX) dan pin 8 (TX). Perangkat lunak Arduino atau Arduino IDE termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana yang akan dikirimkan dari dan ke *board* Arduino Uno. LED RX dan TX pada papan Arduino Uno akan berkedip apabila sedang terjadi transfer data melalui *chip* USB-to-serial dan koneksi USB komputer, namun tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan pin 1.

Mikrokontroler Atmega328 mendukung I2C (TWI) dan juga komunikasi SPI. Pustaka *Wire* pada Arduino IDE berfungsi untuk menyederhanakan penggunaan *bus* I2C dan pustaka SPI digunakan untuk komunikasi SPI.

d) Sumber Daya

Arduino Uno dapat diaktifkan dengan 2 cara yaitu dengan menggunakan catu daya eksternal dan dengan koneksi USB ke komputer. Sumber daya eksternal dapat menggunakan baterai ataupun adaptor AC-DC. Adaptor AC-DC dapat dihubungkan

dengan memasukkan 2,1 mm *jack* DC ke dalam colokan listrik pada papan Arduino Uno. Sementara itu, baterai dapat dimasukkan ke dalam pin *header* Vin dan Gnd (*ground*) dari konektor daya.

Papan Arduino Uno dapat aktif beroperasi pada tegangan masukan dengan nilai dari 6 V sampai dengan 12 V. Apabila menggunakan tegangan masukan kurang dari 6 Volt dimungkinkan tidak akan stabil dan bila menggunakan tegangan masukan lebih dari 12 Volt maka regulator bias panas dan papan akan rusak.

Pin daya yang disediakan oleh Arduino Uno antara lain sebagai berikut :

- Vin : masukan tegangan ke papan Arduino saat menggunakan sumber tegangan eksternal.
- 5V : keluaran tegangan sebesar 5V yang telah diatur oleh regulator dari papan Arduino Uno. Papan dapat diaktifkan dengan daya dari colokan listrik DC (7V-12V), USB (5V), dan pin Vin papan (7-12V). Apabila memberikan masukan tegangan melalui pin 5V dan 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator, maka akan terjadi kerusakan papan Arduino Uno.
- 3.3V : tegangan 3.3 volt dihasilkan oleh regulator *on-board*, yang menyediakan arus maksimum 50mA.
- GND : sebagai *ground*.
- OREF : memberikan tegangan referensi kepada Arduino Uno ketika mikrokontroler sedang beroperasi. Sebuah *shield* atau

modul yang dikonfigurasi dengan tepat akan dapat membaca pin tegangan IOREF sehingga dapat memilih sumber daya dengan 5V atau 3.3V agar papan dapat bekerja.

e) Perlindungan Arus USB

Arduino Uno mempunyai *polyfuse reset* untuk melindungi *port* USB komputer dari arus pendek atau berlebih. Sekering menyediakan perlindungan tambahan, meskipun kebanyakan komputer telah menyediakan perlindungan internal sendiri. Sekering akan otomatis bekerja apabila arus melebihi 500mA.

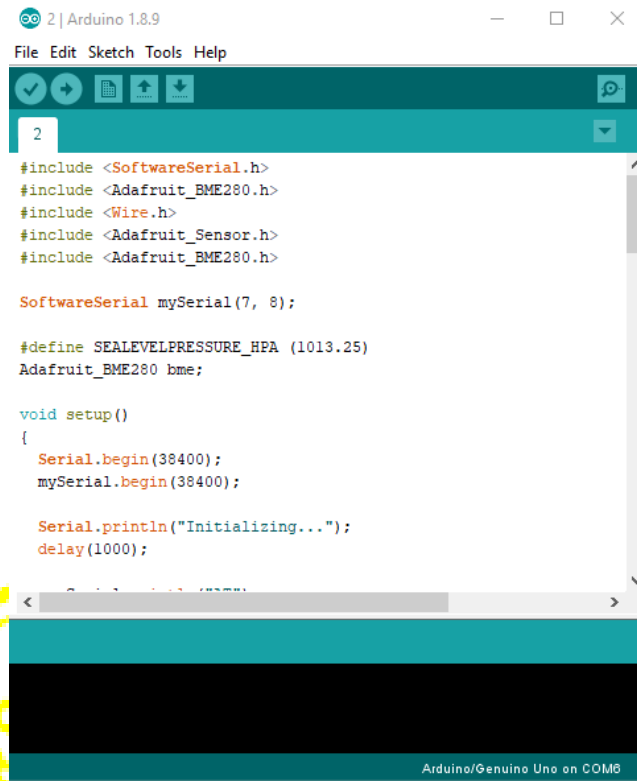
f) Karakteristik Fisik

PCB Arduino Uno memiliki panjang dan lebar maksimum yaitu 2,7 inci dan 2,1 inci dengan colokan sumber daya listrik dan konektor untuk USB yang melebihi dari dimensi tersebut. Terdapat empat lubang sekrup untuk memungkinkan papan terpasang ke permukaan. Berbeda dari jarak antar pin digital lainnya, pin digital 7 dan 8 memiliki jarak 0.16 inci.

2.2.7 Arduino IDE

IDE atau *Integrated Development Environment* merupakan lingkungan terintegrasi yang dimanfaatkan untuk pengembangan. Dikatakan sebagai lingkungan karena melalui *software* (perangkat lunak) ini dilakukan pemrograman untuk mengeksekusi fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman untuk Arduino.

Software Arduino IDE memiliki tampilan jendela atau *window* atau *sketch* seperti pada Gambar 2.6 sebagai berikut :



```
2 | Arduino 1.8.9
File Edit Sketch Tools Help
2
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BME280.h>

SoftwareSerial mySerial(7, 8);

#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)
Adafruit_BME280 bme;

void setup()
{
  Serial.begin(38400);
  mySerial.begin(38400);

  Serial.println("Initializing...");
  delay(1000);
}

Arduino/Genuino Uno on COM8
```

Gambar 2.6 Sketch Arduino IDE

Arduino IDE dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE dilengkapi dengan pustaka (*library*) C/C++ yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. *Software* ini juga dikembangkan dari *Software Processing* yang kemudian dirombak sedemikian menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.

Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman yang menyerupai dengan bahasa C. Bahasa pemrograman dalam IDE sudah dilakukan perubahan dari bahasa aslinya untuk memberi kemudahan bagi pemula dalam melakukan pemrograman. IC (*integrated circuit*) mikrokontroler Arduino sudah ditanamkan bahasa pemrograman yang

bernama *Bootlader* sebagai penengah antara mikrokontroler dengan *compiler* Arduino.

Terdapat tiga bagian utama dalam bahasa pemrograman Arduino IDE, yaitu struktur program, fungsi dan variabel. Struktur program terdiri atas kerangka program, sintaks program, control aliran program dan operator. Kerangka program Arduino terdiri atas dua blok, yaitu blok pertama dan blok kedua. Blok pertama adalah *voidsetup()* yang merupakan inisialisasi program. *Voidsetup()* berisi program yang akan dijalankan sekali ketika Arduino diaktifkan. Blok kedua adalah *voidloop()* yang merupakan program utama. *Voidloop()* berisi program untuk dijalankan secara berulang terus – menerus.

Setiap blok dan perintah dalam program Arduino diakhiri dengan tanda titik koma (;) sebagai tanda akhir baris *code*. Tanda dua garis miring (//) dalam program Arduino merupakan tanda untuk memasukkan komentar dalam satu baris dan tanda dua bintang dalam dua garis miring (/**/) merupakan tanda untuk memasukkan komentar dalam beberapa baris. Komentar dalam program Arduino ini hanya sebagai petunjuk bagi pemrogram tentang perintah dari *code* yang dimasukkan.

Kontrol aliran program dalam Arduino terdiri atas instruksi percabangan dan instruksi perulangan. Instruksi percabangan diantaranya yaitu : *if, if-else, switch-case, break, continue, return, goto*. Instruksi perulangan antara lain: *for-loop, while-loop, dan do while-loop*.

Bagian fungsi dalam program Arduino terdiri atas I/O digital, I/O analog, fungsi waktu, dan fungsi komunikasi. Instruksi yang digunakan untuk *input output* digital terdiri atas *pinMode()*, *digitalRead()*, dan *digitalWrite()*. Instruksi yang digunakan untuk *input output* analog yaitu *analogRead()* dan *analogWrite()*. Instruksi yang digunakan untuk fungsi waktu yaitu *millis()*, *micros()*, *delay()*, dan *delay microseconds()*. Fungsi komunikasi dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain dan komputer melalui *port* serial. Instruksi yang digunakan untuk fungsi komunikasi antara *begin()*, *available()*, *read()*, *print()*, *println()*, dan *write()*.

2.2.8 Komunikasi UART

UART adalah kependekan dari *Universal Asynchronous Receiver Transmitter*. UART merupakan sub sistem komunikasi serial pada komputer. UART bekerja dengan cara mengambil *byte* data dan mentransmisikan bit individual secara berurutan yang kemudian *bit-bit* tersebut diatur ulang menjadi *byte* yang lengkap.

UART atau *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* merupakan protokol komunikasi yang digunakan dalam pengiriman data serial antara perangkat satu dengan perangkat lainnya. Sebagai contoh yaitu komunikasi antara sesama mikrokontroler atau mikrokontroler ke *personal computer*. Dalam pengiriman data, *clock* antara pengirim dan penerima harus sama karena paket data dikirim tiap *bit* mengandalkan *clock* tersebut. Inilah salah satu keuntungan model *asynchronous* dalam pengiriman data karena hanya dengan satu kabel

transmisi data dapat dilakukan. Berbeda dengan model *synchronous* yang terdapat pada protokol SPI (*Serial Peripheral Interface*) dan I2C (*Inter-Integrated Circuit*) karena protokol membutuhkan minimal dua kabel dalam transmisi data, yaitu *clock* dan *data*. Namun, model *asynchronous* memiliki kelemahan yaitu pada kecepatan dan jarak transmisi. Semakin cepat dan jauh jarak transmisi membuat paket-paket *bit* data menjadi terdistorsi sehingga data yang dikirimkan dan diterima dimungkinkan mengalami *error*. (Mustamar dalam Fahmi Alifian, 2017)

Pada pengiriman data UART ada tiga parameter yang dapat diatur, yaitu *start bit*, *parity bit*, dan *stop bit*. Pengaturan ini harus sama antara pengirim dengan penerima karena jika tidak sama data tidak dapat diterima. Data yang dikirim berukuran 8 *bit* atau 1 *byte*. Apabila ditambah dengan dengan 3 parameter yang disebutkan sebelumnya, maka data yang dikirimkan adalah 11 *bit*. Dari format data ini setiap data yang terbaca akan diterjemahkan menjadi *bit-bit* yang mempresentasikan data tertentu. Sebenarnya *error* tidak semua terjadi dalam pengiriman data dengan UART. *Error* hanya akan terjadi saat kita menggunakan *clock* mikrokontroler untuk nilai tertentu. Nilai *clock* pada paket data UART bergantung pada nilai *baudrate*. Karena protokol ini adalah protokol yang *universal*, maka nilai *baudrate* yang ada adalah nilai-nilai tetap yang tidak data diubah dari kisaran nilai 110 bps sampai dengan 11059200 bps (*bit per second*). Semakin cepat *clock*

yang digunakan oleh mikrokontroler atau mikroprosesor maka *baudrate* akan semakin cepat. (Oky Wahyu Pratama dalam Fahmi Alifian, 2017)

2.2.9 Database

Database atau basis data merupakan sekumpulan data yang telah tersusun dengan ketentuan dan aturan tertentu yang berhubungan satu sama lain sehingga memberikan kemudahan bagi *user* (pengguna) dalam mengolah dan mengakses informasi di dalamnya. Basis data memiliki fungsi sebagai tempat penyimpanan data yang nantinya dapat diolah lebih lanjut. Di dalam *database*, pengguna dapat mengorganisir data, meng-*update*, menghindari adanya data yang terangkap dan menghindari terjadinya hubungan yang tidak jelas antar data. Selain itu, *database* memiliki kelebihan diantaranya data akan lebih aman, biaya perangkat yang tidak mahal, kemudahan dalam menyeleksi data dan kemudahan dalam pembuatan aplikasi baru.

Sebuah *server* basis data – dalam hal ini adalah MySQL – adalah sebuah program yang mampu menyimpan informasi dalam jumlah jumlah yang besar dalam format yang terorganisir dan dapat diakses dengan mudah melalui bahasa pemrograman seperti PHP. (Tom Butler dan Kevin Yank dalam *PHP and MySQL: Notice To Ninja 6th Edition*, hlm. 80)

2.2.10 MySQL (*Structure Query Language*)

MySQL merupakan sistem manajemen *database* yang bersifat saling berhubungan dimana data-data yang dikelola di dalam *database* akan ditempatkan pada beberapa tabel terpisah sehingga manipulasi

data akan lebih cepat. MySQL dapat digunakan untuk membuat *database* dan juga isinya yang mana pengguna dapat mengubah dan menghapus data dalam *database* tersebut.

2.2.11 Bahasa Pemrograman PHP

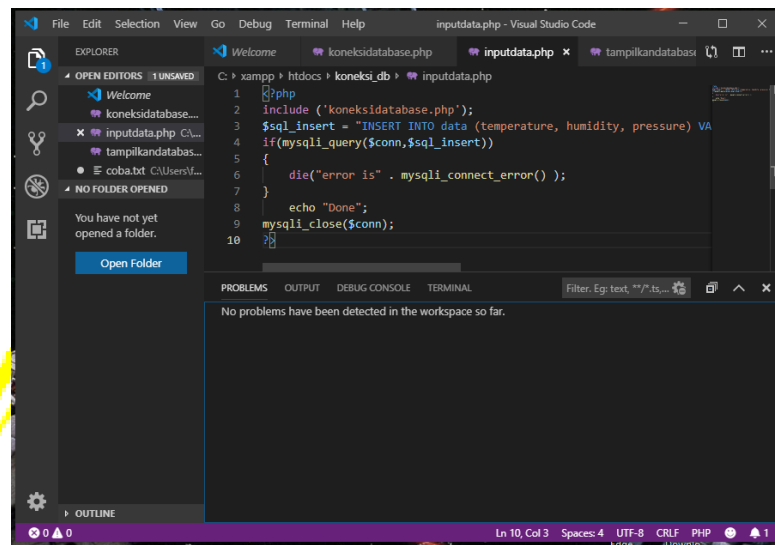
PHP merupakan bahasa *server-side*. Bahasa *server-side* memungkinkan pengguna untuk dapat menanamkan sedikit program atau *script* ke dalam program HTML pada sebuah halaman web. Ketika dijalankan, program ini akan memberikan control yang lebih besar kepada pengguna terhadap apa yang akan ditampilkan di *browser* daripada apa yang dapat dilakukan HTML sendiri. PHP akan dijalankan oleh *web server*, sebelum mengirimkan halaman web ke *browser*, dan selain itu juga memungkinkan bagi pengguna untuk membuat halaman khusus dengan cepat sebelum mengirimkannya ke *browser*. Setelah *web server* tersebut mengeksekusi kode PHP yang tertanam di dalam halaman web, maka hasilnya akan menggantikan kode PHP tersebut ke halaman web. (Tom Butler dan Kevin Yank dalam *PHP and MySQL: Notice To Ninja 6th Edition*, hlm: 15-16)

2.2.12 Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah editor *source code* yang ringan namun kuat untuk dijalankan di *desktop* komputer dan dapat dijalankan untuk komputer dengan sistem operasi Windows, Linux, dan Mac OS. Editor ini dibangun dengan dukungan bawaan bahasa pemrograman JavaScript, TypeScript, dan Node.js dan memiliki ekosistem yang

banyak ekstensi untuk bahasa lain, seperti C++, C#, Java, Python, PHP, dan Go) dan *runtimes* seperti .NET dan Unity.

Visual Studio Code memiliki lembar kerja seperti pada Gambar 2.7 berikut ini :



Gambar 2.7 Lembar Kerja *Visual Studio Code*

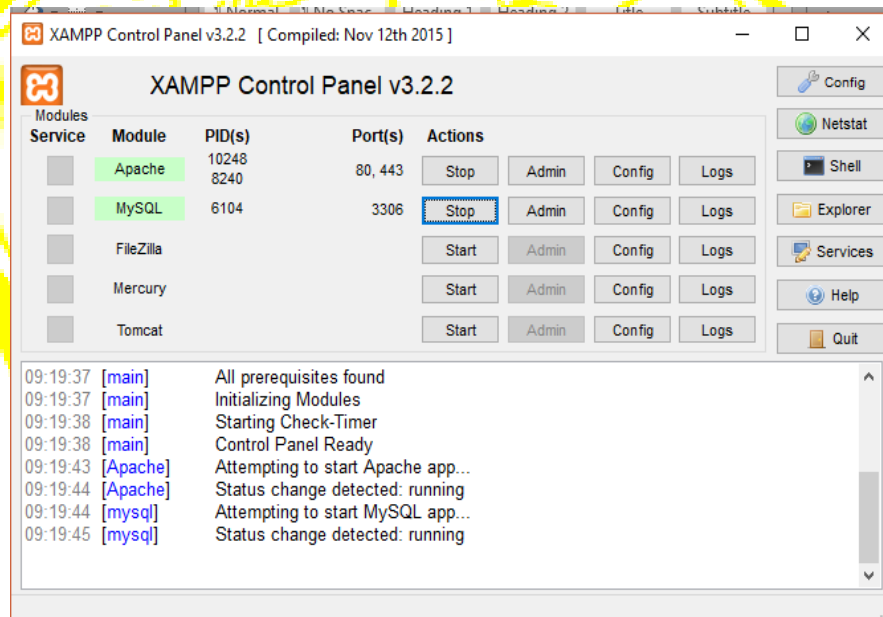
Seperti halnya editor *code* pada umumnya, *Visual Studio Code* mengadopsi tampilan antarmuka untuk pengguna seperti pada umumnya yang mana pada sisi kiri terdapat *explorer*, semua file dan folder yang dapat kita akses. Sedangkan pada sebelah kanan terdapat editor yang menunjukkan konten yang telah kita buka.

Visual Studio (VS) Code sebagai editor PHP menyediakan fitur untuk pengembangan seperti penyorotan untuk sintaksis dan pencocokan braket, penyelesaian *code* atau IntelliSense, dan *snippets* di luar lembar kerja utama, serta pengguna dapat menambahkan lebih banyak fungsi untuk digunakan melalui ekstensi yang dibuat oleh komunitas kreator *Visual Studio Code*.

2.2.13 XAMPP Control Panel

XAMPP merupakan perangkat lunak bebas yang berupa kompilasi beberapa program dan kompatibel untuk banyak sistem operasi. XAMPP berfungsi sebagai *server* yang berdiri sendiri atau *localhost*, yang terdiri dari program Apache HTTP Server, *database* MySQL, dan penerjemah bahasa untuk bahasa PHP dan Perl. Nama XAMPP sendiri merupakan kependekan dari X(empat sistem operasi yang didukungnya) dan Apache, MySQL, PHP dan Perl. (Randi V. Palit, 2015)

XAMPP Control Panel memiliki tampilan utama seperti pada Gambar 2.8 berikut ini :



Gambar 2.8 Tampilan Utama XAMPP Control Panel

2.2.14 RealTerm

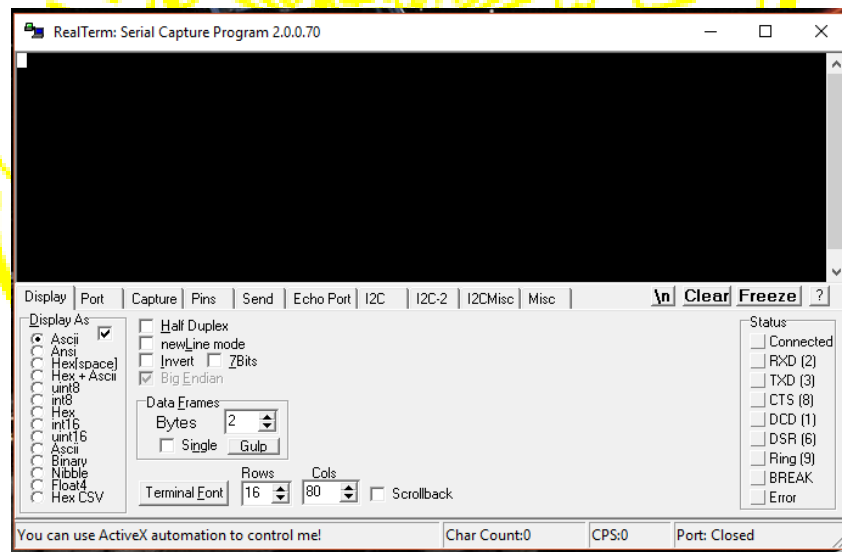
RealTerm merupakan sebuah program terminal yang dirancang secara khusus untuk menangkap, mengendalikan, dan men-*debug* biner dan aliran data yang sulit lainnya. (Realterm, 2019)

Lambang dari RealTerm adalah sesuai dengan Gambar 2.8 sebagai berikut:



Gambar 2.9 Logo RealTerm

Sementara itu, RealTerm memiliki tampilan utama sesuai Gambar 2.9 di bawah ini :



Gambar 2.10 Tampilan Utama RealTerm