

Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)

Agus Wagya¹, Rahmat¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI Depok.

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 1 Nopember 2019

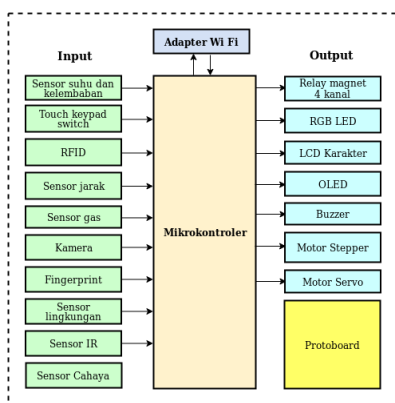
Direvisi : 11 Desembe 2019

Disetujui : 20 Desember 2019

***Korespodensi Penulis:**

agus.wagya@elektro.pnj.ac.id

Graphical abstract



Abstract

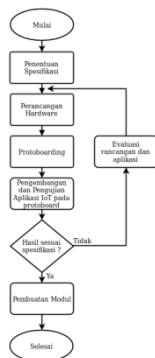
Internet of things is one of the pillars of Industry 4.0 so that the competence of concepts and practices is very useful, especially for students or workers. This practice module is designed to support practical activities (or training) for developing Internet of Things applications. The method used to make the prototype of this module consists of determining specifications, designing and selecting appropriate hardware, application development, and testing. As a result, this module uses the ESP32 board as the main controller and a number of input and output components, which consist of ten different input components and seven different output components. In general, this prototype has worked well in accordance with specified specifications so that it can be used to develop various IoT applications with existing or added input and output components.

Keywords: Internet of Things, ESP32

Abstrak

Internet of things merupakan salah satu pilar dari Industri 4.0 sehingga kompetensi akan konsep dan praktiknya merupakan hal yang sangat berguna, khususnya untuk para mahasiswa atau pekerja. Modul praktik ini dirancang untuk mendukung kegiatan praktik (atau pelatihan) pengembangan aplikasi Internet of Things. Metode yang dipakai untuk membuat prototipe modul ini, terdiri atas penentuan spesifikasi, perancangan dan pemilihan hardware yang sesuai, pengembangan aplikasi, dan uji coba. Sebagai hasilnya, modul ini menggunakan board ESP32 sebagai pengendali utama dan sejumlah komponen input dan output, yang terdiri atas sepuluh komponen input dan tujuh komponen output yang berbeda-beda. Secara umum, prototipe ini sudah berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan sehingga bisa digunakan untuk mengembangkan berbagai aplikasi IoT dengan komponen input dan output yang ada atau yang ditambahkan.

Kata kunci: Internet of Things, ESP32



© 2019 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Istilah *Internet of Things* atau IoT mengacu kepada arsitektur berbasis internet yang mendukung pertukaran layanan, informasi, dan data diantara milyaran benda pintar. IoT memungkinkan koneksi diantara benda-benda dan bisa membuat kehidupan manusia lebih nyaman dan efisien. ITU mendefinisikan *Internet of Things* sebagai “A global infrastructure for the information society enabling advanced services by interconnecting (physical and virtual) things based on, existing and evolving, interoperable information and communication technologies” [1].

IoT merupakan salah satu dari lima teknologi digital fundamental dalam penerapan Industri 4.0 di Indonesia selain *artificial intelligence*, *wearables* (*augmented reality* dan *virtual reality*), *advanced robotics*, dan 3D printing. Pangsa pasar *Internet of Things* (IoT) di Indonesia diperkirakan

akan berkembang sangat pesat dan nilainya bakal mencapai Rp. 444 triliun pada tahun 2022. Nilai tersebut disumbang dari konten dan aplikasi, platform, perangkat IoT, serta network dan gateway [2].

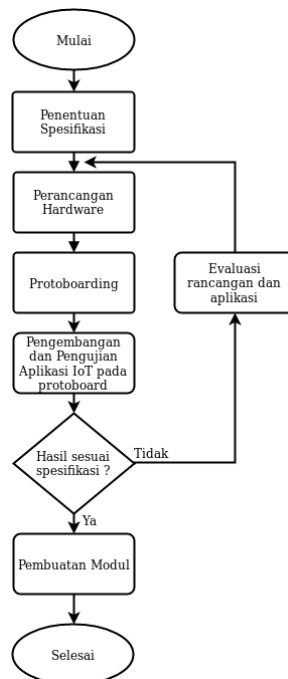
Sementara itu, Menteri Komunikasi dan Informatika mengatakan bahwa salah satu fokus dalam pengembangan IoT di Indonesia adalah sumber daya manusia (SDM). Fasilitasi dan akselerasi peningkatan kualitas SDM diperlukan guna menyesuaikan dengan dinamika IoT. Selain itu dibutuhkan keterlibatan dan kerja sama dari seluruh pemangku kepentingan, termasuk dari dunia usaha, akademisi dan masyarakat. Sebab, tantangan yang dihadapi beberapa tahun mendatang terkait IoT sangat beragam yang membutuhkan kualitas sumber daya manusia yang mumpuni dan keahlian baru secara berkelanjutan [2].

Pada tahun 2022 kemungkinan ada sekitar 400 juta perangkat sensor yang terpasang. Sebesar 16 persen diantaranya ada di industri manufaktur, 15 persen di sektor kesehatan, 11 persen di asuransi, 10 persen di perbankan dan sekuritas. Sisanya, sektor ritel, grosir, perbaikan komputer masing-masing 8 persen [3].

IoT akan menjadi kekuatan teknologi yang besar dalam beberapa tahun ke depan. Hal ini berarti akan ada permintaan besar untuk para ahli atau spesialis yang menguasai bidang ini, baik untuk perangkat keras, perangkat lunak, dan teknologi informasi. Sayangnya, sampai saat ini masih belum banyak tersedia perangkat atau modul khusus untuk pembelajaran teknologi IoT yang bisa dipakai untuk keperluan praktik atau laboratorium di kampus. Penelitian ini merupakan upaya untuk menyediakan perangkat pembelajaran, pelatihan, dan pengembangan aplikasi Internet of Things.

2. METODE PENELITIAN

Metoda penelitian terdiri atas beberapa tahap, yaitu penentuan spesifikasi, perancangan hardware, pengembangan aplikasi, pengujian dan pembuatan prototipe modul praktik IoT, seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

2.1 Penentuan spesifikasi

Prototipe modul IoT yang dibuat dapat digunakan untuk membantu pengembangan berbagai aplikasi *Internet of Things* baik yang sederhana maupun yang lebih kompleks. Banyak penelitian yang membahas berbagai aplikasi IoT, misalnya [4], [5], [6], [7], dan [8].

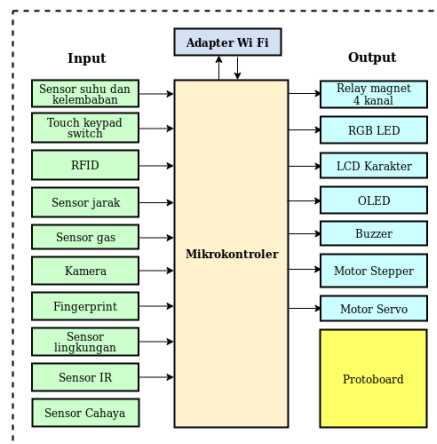
Modul tersebut merupakan sistem embedded berupa rangkaian elektronika berbasis mikrokontroler yang dilengkapi berbagai komponen input dan output dan bisa diprogram sesuai dengan kebutuhan aplikasi IoT.

Spesifikasi utama dari modul IoT ini adalah sebagai berikut :

- Modul dikendalikan oleh mikrokontroler yang memiliki jumlah port input dan output memadai dan memiliki adapter Wi Fi untuk koneksi ke internet.
- Modul dilengkapi sejumlah komponen input atau sensor, yaitu, sensor cahaya, sensor suhu dan kelembaban, sensor IR, touch pad switch, sensor jarak, fingerprint, kamera, dan RFID.
- Modul dilengkapi sejumlah komponen output, yaitu RGB LED, buzzer, modul relay magnet, LCD karakter, OLED, motor servo, dan motor stepper.
- Modul dilengkapi protoboard untuk antarmuka dengan komponen input dan output lainnya.

2.2 Perancangan Hardware

Secara umum, sistem hardware dari modul IoT ini terdiri atas empat bagian, yaitu mikrokontroler sebagai pusat pengendali, komponen input untuk mendeteksi atau mengukur kondisi lingkungan, komponen output untuk menampilkan atau menggerakkan, serta komponen antarmuka ke jaringan internet (adapter WiFi). Diagram sistemnya diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Sistem Modul IoT

2.2.1 Mikrokontroler

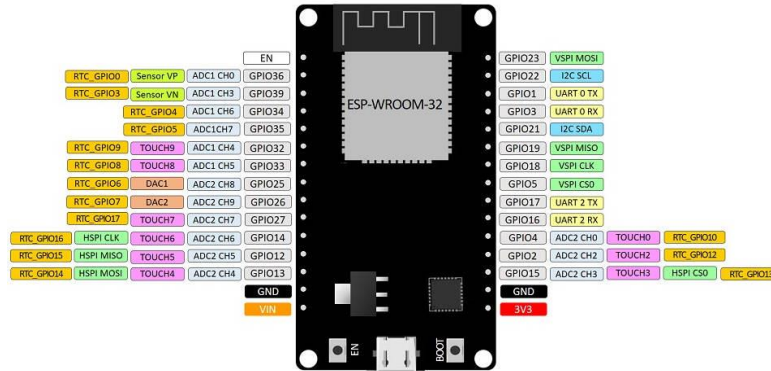
Mikrokontroler board yang dipilih untuk modul ini berdasarkan ESP32 [9] [10]. ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (*System on Chip*) terpadu dengan WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai periferal. *Chip* ini menggunakan mikroprosesor 32 bit Xtensa LX6 *dual-core*. Ruang alamat untuk data dan instruksi adalah 4 GB dan ruang alamat periferal 512 kB. Memori terdiri atas 448 kB ROM, 520 kB SRAM, dua 8kB RTC *memory*, dan *flash memory* 4MB. Chip ini mempunyai 18 pinADC (12-bit), empat SPI, dan dua I2C. Kelebihan utama mikrokontroler ini ialah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki adapter WiFi internal untuk mengakses jaringan Internet.

Beberapa board yang menggunakan ESP32 diantaranya adalah NodeMCU-32S, Wemos LoLin32, DOIT ESP32, Sparkfun ESP32, dan AdafruitESP32. Gambar 3 memperlihatkan beberapa board berbasis chip ESP32.



Gambar 3. Beberapa board ESP32

Penelitian ini menggunakan board DOIT ESP32 Devkit 30 GPIO yang memiliki susunan pin seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



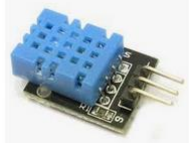



Gambar 4. Susunan pin DOIT ESP32 Devkit



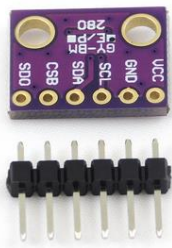


Board ini memiliki dua versi, yaitu yang 30 dan 36 GPIO. Keduanya berfungsi dengan cara yang sama tetapi versi yang 30 GPIO dipilih karena memiliki dua pin GND. Semua pin diberi label di bagian atas board sehingga mudah untuk dikenali. Board ini memiliki interface USB-to-UART sehingga mudah diprogram dengan program pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE atau yang lainnya. Sumber daya untuk board bisa diberikan melalui konektor micro-USB.

2.2.2 Komponen input

Komponen input terdiri atas sepuluh jenis komponen yang berbeda-beda, seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen input yang digunakan








No.	Komponen input	Type	Spesifikasi
1.	Sensor suhu dan kelembaban	DHT-11 	Tegangan kerja : 3.5V - 5.5V Arus listrik : 0.3mA (normal), 60uA(standby) Output: Data serial Kisaran suhu : 0°C - 50°C Kisaran kelembaban : 20% sampai 90% Resolusi: 16bit Akurasi : ±1°C
2.	Touch keypad switch matriks 4 X 4	TTP229 	Tegangan kerja : 2.4V - 5.5V Arus : 2.5uA Interface : I2C
3.	Modul RFID	RC522 	Chip MFRC522 Frekuensi kerja : 13.56MHz Tegangan kerja : 3.3V Arus : 13-26mA Jangkauan : sekitar 3cm SPI Interface Data transfer : 10Mbps (maks.)
4.	Sensor jarak ultrasonik	HC-SR04 	Tegangan kerja : 5 V Jarak pengukuran : 2 - 400 cm Akurasi : mencapai 3mm Sudut : < 15°

5.	Sensor gas	MQ2		<p>Tegangan kerja : 5V Resistansi beban : 20 KΩ Resistansi heater : 33Ω \pm 5% Konsumsi panas : < 800 mW Resistansi sensor : 10 kΩ - 60 kΩ Konsentrasi gas : 200-10000 ppm</p>
6.	Kamera	OV7670		<p>Ukuran optik : 1/6 inch Resolusi : 640x480 VGA Tegangan kerja : 3,3 V Format output : Raw RGB, RGB (GRB 4:2:2, RGB565/555/444), YUV (4:2:2) dan YCbCr (4:2:2) Interface I2C Ukuran image : VGA, CIF, sampai 40x30</p>
7.	Modul fingerprint	FPM10A		<p>Tegangan kerja : DC 3.6 - 6.0V Arus listrik : < 120mA Backlight : green Interface: UART Baud rate: 9600 False Accept Rate (FAR): <0.001% False Reject Rate (FRR): <1.0% Dapat menyimpan 127 fingerprint yang berbeda</p>
8.	Sensor lingkungan	BME-280		<p>Sensor lingkungan (suhu, tekanan udara, kelembaban, dan ketinggian) Interface : I2C dan SPI Akurasi : - Kelembaban : \pm3% - Tekanan udara : \pm1 hPa - Suhu : \pm1.0$^{\circ}$C</p>
9.	Sensor halangan IR	KY032		<p>Tegangan kerja : DC 3.3V - 5V Arus listrik : \geq 20mA Suhu kerja : 10 $^{\circ}$C - +50 $^{\circ}$C Jangkauan deteksi : 2-40cm Sudut efektif : 35$^{\circ}$</p>
10.	Sensor cahaya	LDR		<p>Tegangan kerja : 3.3V - 5V DC Output: Analog dan Digital Sensitivitas bisa diatur</p>

2.2.3 Komponen output

Komponen output terdiri atas enam komponen yang berbeda-beda, seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen output yang digunakan

No.	Komponen output	Typ	Spesifikasi
1.	Modul relay 4 kanal	Optical isolation	 Tegangan kerja : 5V Arus belitan : 15-20mA Arus kontak : AC250V/10A, DC30V/10A
2.	RGB LED	Common anode	 Arus forward R,G,B : 20mA Tegangan forward : - Red: 2 V (typical) - Blue: 3.2 V (typical) - Green: 3.2 V (typical)
3.	LCD karakter	16x2	 5 × 8 dot matrix Chip 44780 Tegangan kerja : 2.7 - 5.5V Font 208 character (5 × 8 dot)
4.	OLED	SSD1306	 Display : monochrome 0.96" Resolusi : 128×64 pixel Viewing angle : 160° Tegangan kerja : 3V - 5V Interface : SPI atau I2C
5.	Buzzer	Piezo speaker	 Tegangan kerja : 4-8VDC Arus : <30mA Tipe suara : Continuous Beep
6.	Motor stepper	28BYJ-48	 Tegangan kerja : 5VDC Fase : 4 Step Angle: 5.625° (1/64) Reduction ratio: 1/64
7.	Motor servo	SG-90	 Tegangan kerja : +5V Torsi : 2.5kg/cm Kecepatan : 0.1s/60° Gear type: Plastic Rotation : 0°-180°

2.3 Pengembangan aplikasi IoT

Berbagai aplikasi IoT bisa dikembangkan sesuai dengan ketersediaan komponen I/O yang ada pada modul atau dikembangkan lebih jauh dengan menambahkan komponen yang lain. Aplikasi yang berjalan pada modul ini bisa diakses melalui komputer atau di ponsel Android, misalnya melalui aplikasi *web browser* atau aplikasi khusus seperti Blynk [11]. Melalui jaringan internet, secara *real time* (lokal atau *remote*) aplikasi IoT bisa digunakan untuk :

- a. menampilkan atau memonitor nilai-nilai yang diukur oleh komponen input (sensor) pada modul.
- b. mengendalikan komponen -komponen output pada modul.

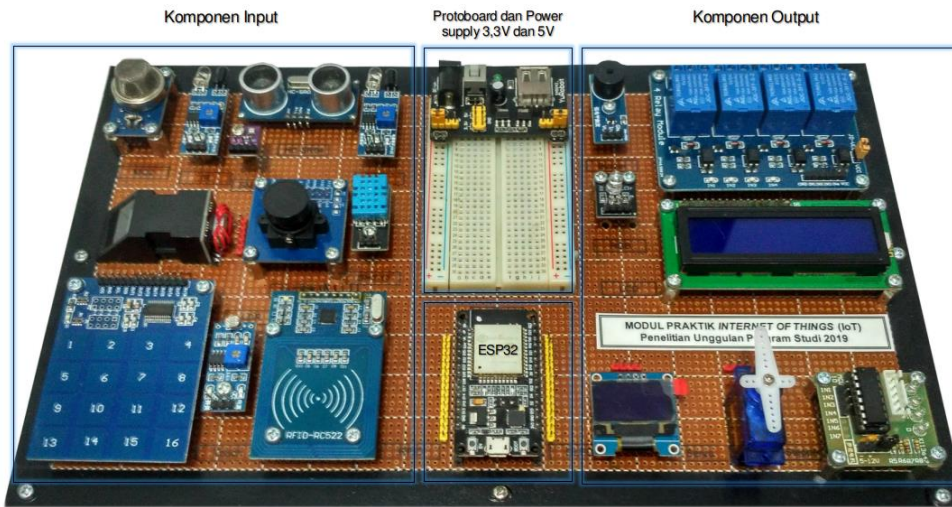
Tahap pengembangan aplikasi dengan menggunakan modul praktik IoT meliputi beberapa hal, yaitu :

- a. menentukan deskripsi aplikasi IoT yang akan dibuat sesuai kebutuhan.
- b. menentukan kebutuhan komponen input (sensor) dan output serta komponen pendukung lainnya. menentukan software untuk mendukung pengembangan aplikasi (*development tools*).
- c. menentukan algoritma atau *flow chart* aplikasi.
membuat *source code* aplikasi berdasarkan *flow chart* yang sudah dibuat.
- d. menguji coba aplikasi pada modul praktik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Prototipe

Bentuk prototipe modul praktik IoT diperlihatkan pada Gambar 5. Susunannya terdiri atas 4 (empat) bagian. Bagian kesatu adalah mikrokontroler ESP32 di bagian tengah bawah yang mengontrol keseluruhan sistem. Bagian kedua adalah komponen-komponen input (sensor) yang berada di sebelah kiri ESP32, yang terdiri atas sensor gas, 2 unit sensor infra red (IR), sensor lingkungan BME280, sensor jarak HC-SR04, sensor sidik jari (fingerprint), kamera, sensor suhu dan kelembaban DHT-11, keypad touch switch 4x4, sensor cahaya LDR, dan RFID. Bagian ketiga adalah komponen-komponen output yang berada di sebelah kanan ESP32, yang terdiri atas Buzzer, relay magnet 4 kanal, RGB LED, LCD karakter 2x16, OLED, motor servo, dan driver motor stepper. Sedangkan bagian keempat adalah power supply 5V dan 3,3Vdc dan protoboard kecil untuk penempatan komponen input dan output tambahan (ekspansi).



Gambar 5. Layout komponen pada Modul IoT

Semua komponen elektronik ditempatkan pada PCB matriks yang didudukkan pada wadah berbahan akrilik transparan. Pengembangan aplikasi bisa dilakukan secara mudah dengan melakukan perangkaian atau perakitan dengan bantuan kabel-kabel jumper bertipe F-F atau M-F secara langsung atau melalui lubang-lubang yang ada di protoboard kecil.

3.2 Uji coba pengembangan aplikasi

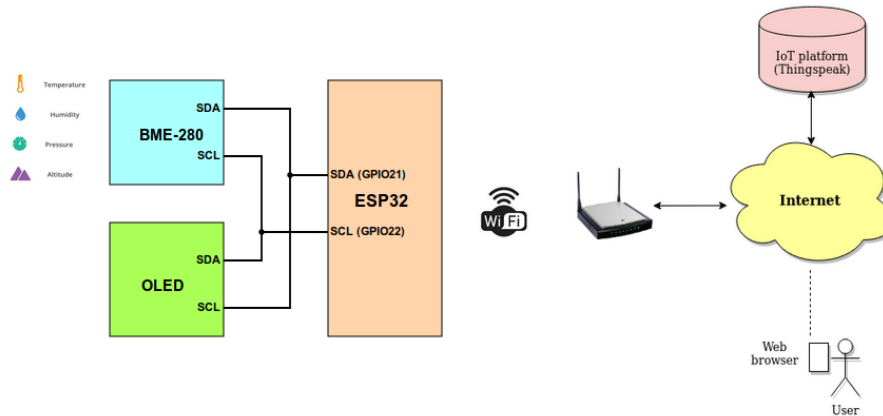
Berbagai aplikasi IoT bisa dibuat dengan modul praktik ini, beberapa kemungkinannya diperlihatkan pada Tabel 3. Aplikasi yang lain bisa dikembangkan dengan mengkombinasikan komponen-komponen I/O yang ada pada modul atau menambahkannya melalui protoboard yang tersedia.

Tabel 3. Beberapa kemungkinan aplikasi IoT yang bisa dikembangkan

No.	Aplikasi	Komponen input								Komponen output								
		DHT-11	Touch	RFID	HC-SR04	MQ-5	Kamera	Fingerprint	BME-280	LDR	IR	Relay	RGB LED	LCD	OLED	Buzzer	Stepper	Servo
1.	<i>Weather station</i>																	
2.	<i>Smart home</i>																	
3.	<i>Security system</i>																	
4.	<i>Attendance system</i>																	

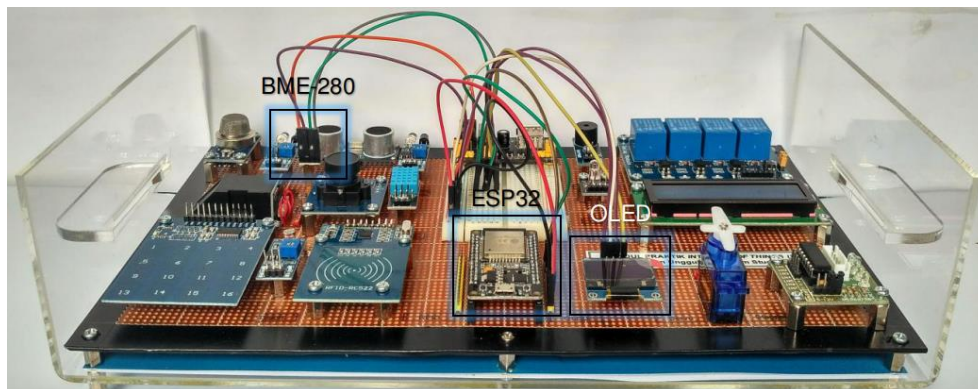
Studi kasus : Aplikasi IoT Weather Station

Aplikasi ini merupakan stasiun cuaca sederhana berbasis IoT yang akan menampilkan kondisi cuaca berupa suhu (*temperature*), kelembaban (*humidity*), tekanan udara (*pressure*), dan ketinggian (*altitude*). Sensor yang digunakan adalah BME-280 yang dilengkapi komponen output display OLED. Kondisi cuaca bisa ditampilkan secara lokal pada OLED dan ditampilkan secara online pada situs layanan IoT Thingspeak [12]. Diagram sistemnya diperlihatkan pada Gambar 6. Koneksi antara ESP32 dan BME-280 serta OLED menggunakan I2C dengan pin SDA dan SCL dimana ESP32 sebagai master.



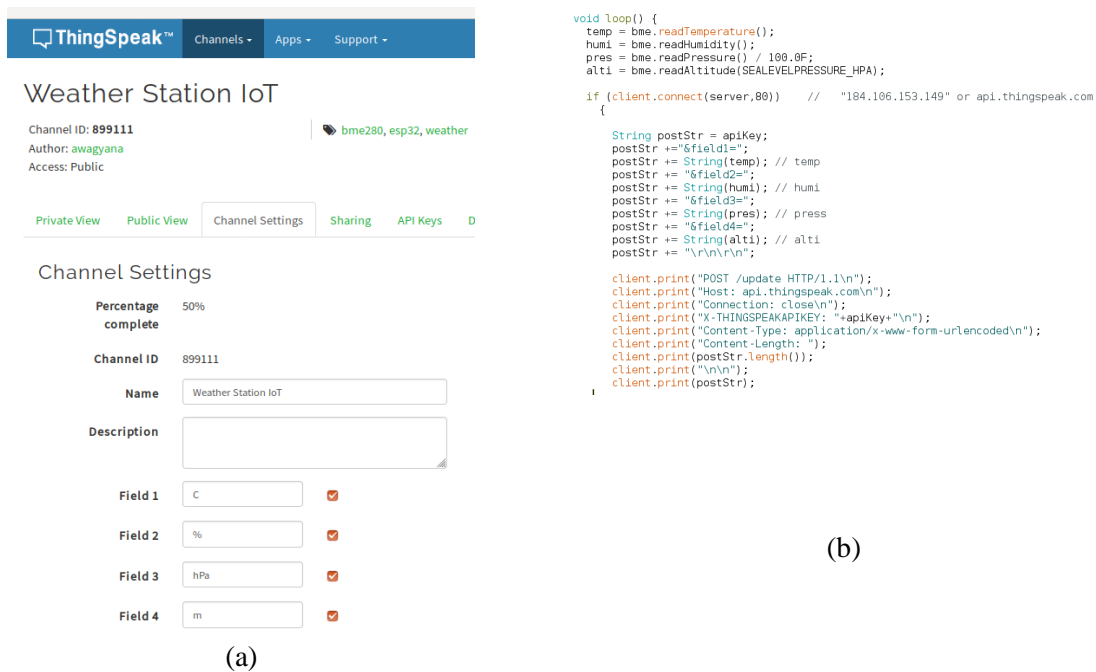
Gambar 6. Diagram sistem aplikasi *weather station*

Realisasi aplikasi pada modul IoT diperlihatkan pada Gambar 7. Rangkaian *hardware* disusun dengan menyambungkan ESP32, BME-280, dan OLED dengan kabel-kabel jumper M-F sesuai diagram skematik di atas. Program aplikasi dikembangkan menggunakan Arduino IDE [] yang sudah dilengkapi dengan Library yang terkait, seperti BME-280 dan OLED.



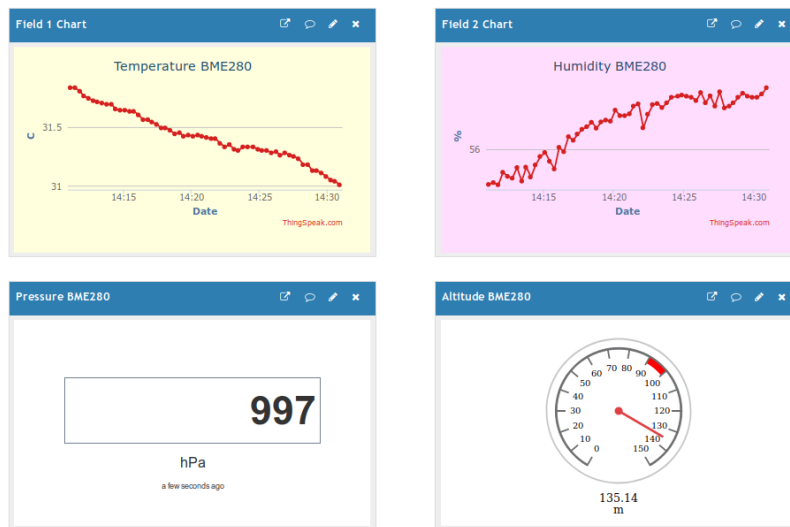
Gambar 7. Rangkaian hardware aplikasi *weather station*

Screenshot pengaturan kanal Thingspeak dan potongan *source code*-nya diperlihatkan pada Gambar 8. Kanal dengan ID 899111 tersebut memiliki 4 field, yaitu field 1 sampai field 4. Field tersebut digunakan untuk menyimpan nilai-nilai yang diukur oleh sensor BME-280 dan dikirimkan oleh ESP32 ke kanal tersebut menggunakan API key tertentu.



Gambar 8. Pengaturan kanal Thingspeak dan instruksi yang dikirim oleh ESP32

Tampilan pada kanal ID tersebut bisa dilihat pada Gambar 9. *Field 1 (temperature)* dan *field 2 (humidity)* menggunakan bentuk display *chart* garis, sedangkan *field 3 (pressure)* menggunakan *numeric* dan *field 4 (altitude)* menggunakan bentuk *gauge* widget.



Gambar 9. Tampilan nilai-nilai variabel cuaca pada Thingspeak

4. KESIMPULAN

- Prototipe modul praktik ini dirancang untuk mendukung kegiatan praktik atau pelatihan pengembangan aplikasi *Internet of Things*.
- Modul ini menggunakan board ESP32 sebagai pengendali utama karena memiliki kemampuan mengakses jaringan internet melalui koneksi Wi Fi, serta menggunakan sepuluh komponen input (sensor) dan tujuh komponen output (indikator, display, atau aktuator) yang berbeda-beda fungsinya.
- Secara umum, modul ini sudah berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan sehingga bisa digunakan untuk mengembangkan berbagai aplikasi IoT dengan

komponen I/O yang ada atau yang ditambahkan.

REFERENSI

- [1] Zavazava, C. *ITU Work on Internet of Things*. 2015. *ICTP workshop*. Tersedia di http://wireless.ictp.it/school_2015/presentations/secondweek/ITU-WORK-ON-IOT.pdf (diakses 10 September 2019).
- [2] Pryanka, A. *Potensi Pasar Internet of Things di Indonesia Capai Rp 444 T*. *Republika Online*. 2018. Tersedia di <https://www.republika.co.id/berita/ekonomi/fintech/18/11/14/pi6068383-potensi-pasar-internet-of-things-di-indonesia-capai-rp-444-t>. (diakses 10 September 2019)
- [3] Rachmawati, A.R. *Tren IoT, Bagaimana Indonesia Harus Memosisikan Diri?*. 2017. *Pikiran Rakyat Online*. Tersedia di <https://www.pikiran-rakyat.com/ekonomi/2017/08/28/tren-iot-bagaimana-indonesia-harus-memosisikan-diri-408203> (diakses 10 September 2019).
- [4] Carducci, C.G.C., et al. *Enabling ESP32-based IoT Applications in Building Automation Systems*. 2019. II Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT (MetroInd4.0&IoT).
- [5] Durani, H., et al. *Smart Automated Home Application using IoT with Blynk App*. 2018. *Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT 2018)*.
- [6] Sachio, S., et al. *IoT Based Water Level Control System*. 2018. *The 2018 Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-iCON2018)*.
- [7] Serikul, P., et al. *Smart Farm Monitoring via the Blynk IoT Platform*. 2018. *Sixteenth International Conference on ICT and Knowledge Engineering*.
- [8] Wagyuana, A. *Rancang Bangun Dashboard untuk Prototipe Modul Latih Internet of Things Berbasis Flow-Based Programming*. 2017. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (SNPPM) 2017 Universitas Bangka Belitung*.
- [9] Babiuch, M., et al. *Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing*. 2019. *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*.
- [10] Maier, A., et al. *Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things*. 2017. *Internet Technologies and Applications (ITA)*.
- [11] <http://blynk.io>
- [12] <http://thingspeak.com>