

PROTOTYPE WEATHER STATION BERBASIS ARDUINO YUN

Asep Saefullah¹
 Abas Sunarya²
 Deinsyah Fakhrizal³

e-mail: asep.saefullah@raharja.info, abas@raharja.info, dein@raharja.info

Diterima : 26 September 2014 / Disetujui : 02 Oktober 2014

ABSTRACT

A weather monitoring station that is simple and able to take the data of weather conditions parameters can be used to determine the local weather conditions at a point place. The process of data transmission between monitoring station weather conditions can be done by utilizing a wireless communication (wireless) network or the Internet. using DHT11 sensor, BMP180 and LDR to measure weather parameters, among which temperature, humidity, light intensity, air pressure and altitude. With Prototype research methods can provide ideas for the maker and potential users on how the system will function in full shape. The concept of Embedded Systems is growing very rapidly with the number of devices that carry the concept. Embedded System is a computer system with a specific purpose, which is entirely incorporated into the device you want to control. One development tool that brings this concept is Arduino Yun. Arduino that has been equipped with an Atheros AR9331 support for troubleshooting Ethernet networks. In Atheros AR9331 processor has been equipped with Linino OS (based on OpenWRT Linux) to assist in data communications in WiFi or Wire. Embedded systems Yun Arduino microcontroller can be connected with a local WiFi network. With its ability Arduino Yun can send output to the internet via social networks like Facebook. Through Temboo can easily send outputs on Facebook, using Facebook Library which had been prepared by a special Temboo for Arduino Yun and APIs (Application Programming Interfaces). The result is a prototype weather station that can be viewed directly on Facebook as a status within one hour.

Keywords : *Embedded System, Arduino Yun, WiFi, Facebook, Temboo, Weather Station, Prototype, Sensors.*

ABSTRAK

Sebuah stasiun pemantau kondisi cuaca yang sederhana dan mampu mengambil data-data beberapa parameter kondisi cuaca dapat dimanfaatkan untuk mengetahui kondisi cuaca lokal pada suatu titik tempat. Proses pengiriman data antara stasiun pemantau kondisi cuaca dapat dilakukan dengan memanfaatkan media komunikasi nirkabel (wireless) atau jaringan internet. Dengan menggunakan sensor DHT11, BMP180 dan LDR untuk mengukur parameter cuaca, diantaranya yaitu suhu, kelembaban, intensitas cahaya, tekanan angin dan ketinggian. Dengan metode penelitian Prototype dapat memberikan ide bagi pembuat maupun pengguna potensial tentang cara sistem akan berfungsi dalam bentuk lengkapnya. Konsep Embedded System berkembang sangat pesat dengan banyaknya perangkat-perangkat yang mengusung konsep tersebut. Embedded System adalah sistem komputer dengan tujuan khusus, yang seluruhnya dimasukkan ke dalam alat yang ingin dikontrol. Salah satu alat pengembangan yang membawa konsep ini adalah Arduino Yun. Arduino yang telah dilengkapi dengan prosesor pendukung Atheros AR9331 untuk mengatasi masalah jaringan ethernet. Pada Prosesor Atheros AR9331 telah dilengkapi dengan OS Linino (based on openWRT Linux) untuk membantu dalam komunikasi data di WiFi ataupun Wire. Embedded system pada mikrokontroler Arduino Yun dapat terkoneksi dengan jaringan WiFi setempat. Dengan kemampuannya Arduino Yun dapat mengirimkan output melalui internet ke jejaring

sosial seperti Facebook. Melalui Temboo dapat dengan mudah mengirimkan output pada Facebook, yaitu dengan menggunakan Library Facebook yang sudah disiapkan oleh Temboo khusus untuk Arduino Yun dan API (Application Programming Interfaces). Hasilnya berupa sebuah prototype weather station yang dapat dilihat langsung di Facebook sebagai status dalam waktu satu jam sekali.

Kata Kunci : Embedded System, Arduino Yun, WiFi, Facebook, Temboo, Weather Station, Prototype, Sensor.

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi saat ini, teknologi semakin berkembang dengan sangat canggih. Komputer sangat berperan penting dalam perkembangan teknologi ini. Dengan segala kelebihannya, komputer telah menjadi bagian utama yang sangat diperlukan untuk membantu manusia dalam mengerjakan tugas dan menyelesaikan masalah. Perkembangan teknologi komputer yang sangat pesat telah membawa banyak perubahan ke dalam berbagai aspek kehidupan. Berbagai dampak perubahan baik sosial, budaya, ekonomi, dan yang lainnya terjadi sebagai akibat dari perkembangan teknologi komputer.

Proses pemantauan cuaca yang konvensional menggunakan beberapa perangkat sensor yang terpasang pada suatu modul dan terpasang pada suatu tempat. Proses pengumpulan dari beberapa tempat dilakukan secara manual dengan datang langsung ke tempat pengambilan data. Metode konvensional ini menyebabkan kesulitan untuk menempatkan beberapa perangkat sensor yang sulit dijangkau. Sebuah stasiun pemantau kondisi cuaca yang sederhana dan mampu mengambil data-data beberapa parameter kondisi cuaca dapat dimanfaatkan untuk mengetahui kondisi cuaca lokal pada suatu titik tempat. Proses pengiriman data antara stasiun pemantau kondisi cuaca dapat dilakukan dengan memanfaatkan media komunikasi nirkabel (wireless) atau jaringan internet. Data-data cuaca yang diperoleh dikumpulkan pada suatu tempat untuk selanjutnya diolah dan

ditampilkan sehingga dapat dilihat statistika dari beberapa parameter cuaca pada beberapa tempat.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan mikrokontroler Arduino Yun sebagai pengontrol dan pemroses data, parameter yang peneliti gunakan yaitu, temperatur udara, kelembaban udara dan tekanan udara yang berupa sensor sebagai masukan. Hasil data keluaran akan diunduh ke akun *Facebook* sebagai status pengguna, sehingga komunikasinya menggunakan jaringan internet.

PERMASALAHAN

Pemantauan kondisi cuaca pada lingkungan sekitar saat ini dirasakan cukup penting. Informasi tentang kondisi cuaca dari beberapa titik tempat yang telah terkumpul dapat digunakan untuk ramalan cuaca harian maupun prediksi tentang kondisi cuaca untuk beberapa hari mendatang. Informasi tentang kondisi cuaca banyak digunakan untuk keperluan di beberapa bidang seperti biro perjalanan, penerbangan maupun industri yang berbasis agrobisnis. *Weather Station* ini dapat dirancang menjadi *embedded system*. *Prototype* ini bekerja secara otomatis tidak memerlukan operator untuk mengoperasikannya, *prototype* ini akan mengeluarkan *output* data parameter cuaca seperti kelembaban udara, suhu udara, intensitas cahaya, tekanan udara dan ketinggian setiap 1 jam sekali pada status jejaring sosial *Facebook*.

Bagaimana cara membuat alat berbasis mikrokontroler Arduino Yun yang dijadikan Weather Station atau stasiun cuaca? Alat ini juga berbasis embedded system dapat di pasang dimana saja dan tidak perlu operator untuk mengoprasikannya. Bagaimana cara membuat prototype berbasis Arduino Yun dan embedded system sebagai pemroses data masukkan yaitu sensor temperatur udara, kelembaban udara dan tekanan udara. Kemudian di unggah di Facebook sebagai status. Sehingga dapat dijadikan parameter prakiraan cuaca?

METODE PENELITIAN

Metode pengembangan sistem yang digunakan oleh penulis adalah model prototype jenis I. Prototype memberikan ide bagi pembuat maupun pemakai potensial tentang cara sistem akan berfungsi dalam bentuk lengkapnya. Adapun langkah-langkah pada model prototype jenis I sebagaimana yang dikemukakan oleh Raymond McLeod Jr. [9] adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kebutuhan pemakai.

Analisis sistem mewawancarai pemakai untuk mendapatkan gagasan dari apa yang diinginkan pemakai terhadap sistem.

2. Mengembangkan Prototype.

Analisis sistem mungkin bekerjasama dengan spesialis informasi lain, menggunakan satu atau lebih peralatan prototype untuk mengembangkan sebuah prototype.

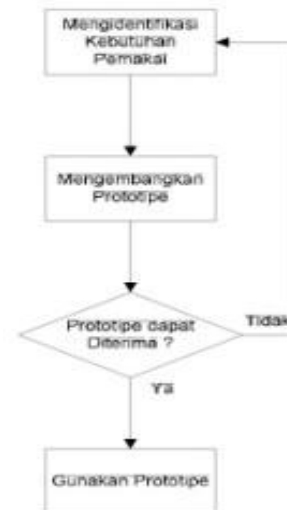
3. Menentukan apakah prototype dapat diterima

Analisis mendidik pemakai dalam penggunaan prototype dan memberikan kesempatan kepada pemakai untuk membiasakan diri dengan sistem, tahap pengujian.

4. Menggunakan prototype

Prototype ini menjadi sistem yang dapat di operasionalkan, tahap implementasi sistem.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar Pengembangan prototype jenis I berikut ini :



Gambar 1. Pengembangan prototyping jenis I
(Raymond McLeod Jr. (2001 : 151))

LITERATURE REVIEW

Salah satu penerapan dalam metode pengumpulan data adalah studi pustaka, studi pustaka bermanfaat agar menghindari pembuatan ulang, mengidentifikasi metode yang pernah dilakukan serta untuk mengetahui peneliti lain yang mempunyai area yang sama dalam bidang ini. *Literature review* merupakan suatu *survey literature* tentang penemuan-penemuan yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan topik penelitian. Penelitian yang dilakukan oleh Mashaler Suradam, Rifki Reinaldo, Eko Andri, Iwan Sugihartono dari Universitas Negeri Jakarta FMIPA jurusan Fisika tahun 2013, yang berjudul “Perancangan Sistem Telemetri Akuisisi Data Cuaca Dengan XBee Pro-S2” merupakan perangkat instrument yang berfungsi untuk mengukur variable-variabel cuaca secara *real time* seperti temperatur, tekan dan kelembaban menggunakan modul

antena XBee Pro S2B[9]. Penelitian yang dilakukan oleh Ellis Naria Pakpahan dari Universitas Sumatera Utara FMIPA departemen Fisika tahun 2010, yang berjudul “Prototipe Stasiun Cuaca Mini Berbasis Mikrokontroler ATmega8535” perancangan alat pemantauan cuaca yang memantau parameter-parameter seperti suhu, kelembaban dan kecepatan angin menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan sistem penampil data menggunakan Visual Basic[6]. Penelitian yang dilakukan oleh Heri Susanto, Rozeff Pramana, ST. MT., Muhamamad Mujahidin, ST. MT. dari Universitas Maritim Raja Ali Haji FT jurusan Teknik Elektro tahun 2013, yang berjudul “Perancangan Sistem Telemetri *Wireless* untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 ATmega328p dan XBee Pro” penelitian ini merancang sistem telemetri *wireless* yang dapat mengukur suhu dan kelembaban dengan desain *portable* yang dilengkapi perekam data, *output* nya dapat ditampilkan melalui LCD[10].

Dari beberapa sumber literature review diatas, dapat diketahui bahwa penelitian tentang parameter-parameter cuaca sudah banyak dibahas. Meski demikian masih terdapat kekurangan pada masing-masing penelitian. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk menutupi kekurangan umum yang ada pada penelitian sebelumnya, yaitu kekurangan media output yang masih offline atau hanya lokal yang dapat mengetahui output tersebut. Peneliti ini termasuk kedalam jenis penelitian Terapan karena berfokus untuk mencari solusi tentang masalah-masalah tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah pemecahan masalah sehingga hasil penelitian bisa langsung diterapkan dan dapat dimanfaatkan untuk kepentingan bersama.

Konsep Dasar Cuaca[2], Cuaca merupakan peristiwa fisik yang berlangsung di atmosfer pada suatu saat dan tempat/ruang tertentu, yang dinyatakan dalam berbagai variable

disebut unsur-unsur cuaca. Unsur-unsur ini diamati satu atau beberapa kali dalam sehari sebagai data cuaca diurnal, yang selanjutnya hasil pengamatannya dalam setahun sebagai data harian dari setahun. Jika data pengamatan dikumpulkan selama beberapa tahun yang merupakan data historis jangka panjang tentang perilaku atmosfer yang mencirikan iklim. Sehingga hasil pengamatan data tersebut merupakan informasi penting pada berbagai bidang terutama yang berkaitan dengan kehidupan manusia seperti kehutanan dan pertanian dalam arti luas, penerbangan, hidrologi & pengairan serta kesehatan masyarakat. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan Arduino Yun[4], Arduino Yun adalah papan Arduino seperti yang lain. Sementara pemrograman sangat mirip dengan Arduino Leonardo dan menggunakan prosesor yang sama, Atmel ATmega32U4, juga memiliki prosesor tambahan, sebuah Atheros AR9331, menjalankan Linux dan setumpuk nirkabel OpenWRT. Pemrograman 32U4 melalui USB identik dengan Arduino Leonardo. Setelah Anda mengkonfigurasi Yun untuk terhubung ke jaringan WiFi Anda, Anda dapat memprogram 32U4 melalui WiFi juga. Untuk menjembatani antara Arduino Yun dengan Facebook diperlukan Temboo[11], Para desainer, Jean-Baptiste Leonelli, dan Trishala Chandaria mempresentasikan Temboo pada Oktober 2012 di pertemuan NY Tech. Menariknya, baik Leonelli atau Chandaria adalah programmer. Tujuan mereka? Cukup untuk membuat aplikasi building, “lebih terbuka bagi orang-orang biasa.” Library Temboo menawarkan lebih dari 100 antarmuka pemrograman aplikasi (API) – meliputi segala sesuatu dari media sosial untuk Amerika Serikat Postal Service. API mereka diuraikan oleh baris dan potongan kode yang disebut “Choreos,” atau cara pintas kode.

Prototipe Weather Station ini memerlukan sensor[8], Sensor adalah suatu

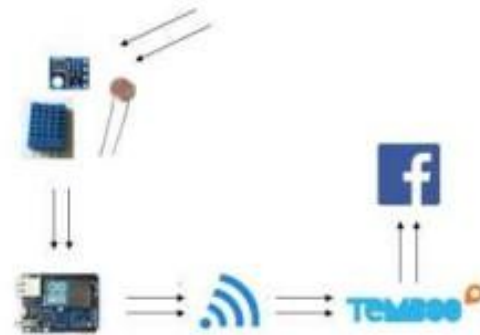
piranti yang mengindera (sense)/mendeteksi adanya perubahan besaran fisik/kimia. Piranti yang mengubah besaran fisik/kimia menjadi besaran listrik (sinyal elektrik) disebut transduser. Komunikasi yang digunakan yaitu, Wireless (Jaringan Komputer Nirkabel)[4], Jaringan *nirkabel* merupakan sebuah LAN dimana transmisi data (pengiriman maupun penerimaan data) dilakukan melalui teknologi frekuensi radio lewat udara, menyediakan sebagian besar keunggulan dan keuntungan dari teknologi lama LAN namun tidak dibatasi media kabel atau kawat.

Untuk menangkap intensitas cahaya peneliti menggunakan LDR (Light Dependent Resistor)[6], LDR (Light Dependent Resistor), yaitu resistor yang besar resistansi-nya bergantung terhadap intensitas cahaya yang menyelimuti permukaannya. LDR, dikenal dengan banyak nama: foto-resistor, foto-konduktor, sel foto-konduktif, atau hanya foto-sel. Dan yang sering digunakan dalam literatur adalah foto-resistor atau foto-sel. Untuk menangkap data kelembaban udara dan temperatur udara peneliti menggunakan DHT11 (Sensor Kelembaban Udara / Humidity)[7], Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relative) maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban nisbi adalah membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Sedangkan untuk menangkap data tekanan udara dan ketinggian peneliti menggunakan BMP180[1], BMP180 merupakan produk penerus yang kompatibel dari BMP085, generasi baru sensor tekanan digital yang tinggi presisi untuk aplikasi konsumen. Penggunaan daya yang sangat hemat, tegangan elektornik rendah dari BMP180, dioptimalkan untuk digunakan dalam ponsel, PDA, perangkat navigasi GPS

dan peralatan outdoor. Dengan tingkat kebisingan ketinggian yang rendah hanya 0.25m pada saat mengkonversi, BMP180 menawarkan kinerja yang unggul. Antarmuka I2C memungkinkan untuk integrasi sistem yang mudah dengan mikrokontroler. BMP180 didasarkan pada teknologi piezoresistif untuk ketahanan EMC, akurasi tinggi dan linieritas serta stabilitas jangka panjang.

PEMBAHASAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat sebuah prototype berbasis Arduino Yun dan embedded system sebagai pemroses data masukkan yaitu sensor temperatur udara, kelembaban udara dan tekanan udara. Kemudian di unggah di Facebook sebagai status. Sehingga dapat dijadikan parameter prakiraan cuaca. Agar mudah dipahami maka penulis membuat diagram blok dan alur kerjanya:

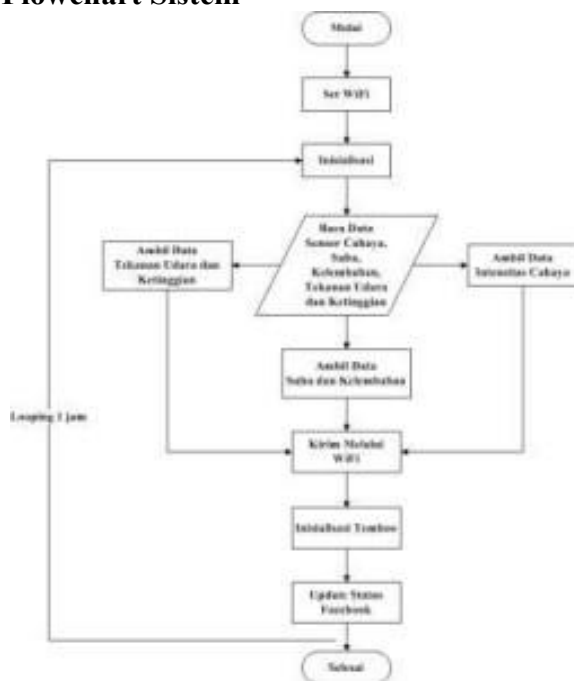


Gambar 2. Diagram Blok

Tanda panah yang mengarah ke sensor merupakan indikasi bahwa sensor menangkap data-data alam. Kemudian Sensor LDR, DHT11 dan BMP180 merupakan alat penangkap data alam yang kemudian diubah ke data digital oleh Arduino Yun. Arduino Yun merupakan sebuah pemroses data yang ditangkap sensor, yang kemudian dikirimkan melalui WiFi.

WiFi merupakan jaringan yang digunakan oleh Arduino Yun untuk mengirimkan data keluaran yang telah diproses. Temboo merupakan suatu building application yang menyediakan 100 lebih Library Arduino Yun dan API (Application Programming Interfaces), salah satunya Library Facebook yaitu yang peneliti gunakan untuk mengirimkan data keluaran ke facebook. Facebook merupakan jejaring sosial yang banyak digunakan masyarakat, dalam penelitian ini facebook digunakan sebagai tempat atau wadah data keluaran.

Flowchart Sistem



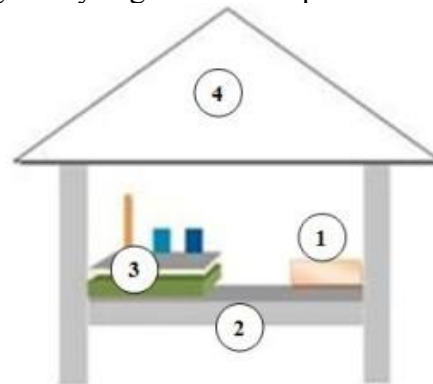
Gambar 3. Flowchart Rancangan

Pertama-tama Arduino Yun harus dikoneksikan ke WiFi untuk mendapatkan koneksi internet. Setelah terkoneksi pada internet, sensor-sensor akan diinisialisasikan. Kemudian, baca data sensor yaitu, data sensor cahaya, suhu, kelembaban, tekanan udara dan ketinggian. Dari masing-masing sensor yang terhubung pada Arduino Yun mengambil data sensor. Setelah didapatkan data sensor tersebut, maka dikirimkan melalui WiFi ke server Temboo. Inisialisasi

Temboo, merupakan proses otorisasi account Temboo, access token dan pesan yang akan di jadikan Status di Facebook yang dikirimkan Arduino Yun melalui WiFi. Setelah proses inisialisasi dan otorisasi sukses, maka pesan yang dikirimkan Arduino akan di Update menjadi Status Facebook. Setelah 1 jam akan kembali ke proses inisialisasi sensor.

Rancangan Weather Station

Bentuk perancangan fisik pintu dan jendela mobil berasal dari material akrilik dan kayu. Di dalam rancangan ini terdapat keseluruhan rangkaian elektronika dan perangkat keras yang disusun sesuai fungsi dan kesesuaian rangkaian yang satu dengan yang lainnya agar terlihat rapih.



Gambar 4. Perancangan Fisik Weather Station

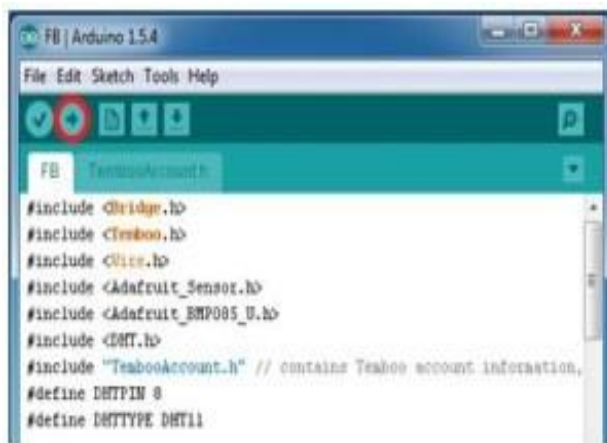
Agar lebih mudah dalam memahami rancangan gambar di atas dan keterangannya, dapat dilihat pada tabel 1. Keterangan Desain Prototype.

Tabel 1. Keterangan Desain Prototype

No.	Nama	Keterangan
1	Stop kontak	Berupa terminal listrik yang berfungsi sebagai sumber tegangan untuk Arduino Yun
2	Dudukan rangkaian elektronika	Berupa bahan kayu digunakan sebagai dudukan Arduino Yun dan stop kontak.
3	Board Arduino Yun + Shield Sensor	Arduino Yun digunakan sebagai pusat pemrosesan perintah berdasarkan sensor.
4	Atap akrilik	Berupa atap yang terbuat dari akrilik agar cahaya dapat menembus masuk dan mengenai sensor LDR.

Penulisan Program Pada Mikrokontroler

Untuk memasukkan program kedalam sebuah mikrokontroler ATmega32u4, dibutuhkan Driver USB, IDE Arduino 1.5.4 dan Arduino Yun Board agar program yang dibuat dapat berjalan di dalam mikrokontroler. Instalasi driver untuk Arduino Yun dengan Windows 7, Vista atau XP: hubungkan board dan tunggu windows untuk memulai proses instalasi driver. Pada bagian Ports (COM & LPT) akan tampak sebuah port terbuka dengan nama Arduino Yun (COMxx), selanjutnya Update Driver Software dan ambil file driver Yun, dengan nama ArduinoYUN.inf. Memasukkan program kedalam mikrokontroler melalui menu Upload seperti pada gambar 4.



Gambar 5. Upload Program

UJI COBA DAN IMPLEMENTASI

1. Uji Coba

Setelah melakukan berbagai tahapan perancangan, selanjutnya adalah melakukan serangkaian uji coba pada masing – masing blok rangkaian yang bertujuan untuk mendapatkan hasil sesuai rancangan. Tujuan dari pengujian ini adalah melihat proses komunikasi data antara sensor, Temboo dan Facebook. Hasil pengujian dilakukan menggunakan metode *black box*, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Black box pada Sensor

No.	Nama Form	Kondisi Pengujian	Hasil Pengujian
1.	Sensor LDR	Disorot cahaya	Output bernilai tinggi range 0 -1000 Lux
		Ditutup dengan kain hitam	Output bernilai rendah range 0 – 1000 Lux
2.	Sensor DHT11	Didekatkan dengan solder	Output temperatur bernilai tinggi, output kelembaban bernilai rendah
		Ditempatkan di ruang berAC	Output temperatur bernilai rendah, output kelembaban bernilai tinggi
3.	Sensor BMP180	Ditempatkan di ketinggian yang rendah	Output tekanan udara bernilai tinggi, output altitude bernilai rendah
		Ditempatkan di ketinggian yang tinggi	Output tekanan udara bernilai rendah, output altitude bernilai tinggi

Tabel 3. Pengujian Black box untuk Upload Output pada Facebook

No.	Pengujian	Test case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Upload output pada Facebook	Tidak terkoneksi dengan WIFI	Akan muncul kode error pada serial monitor dan output tidak akan muncul pada Facebook	Sesuai Harapan
		Terkoneksi dengan WIFI	Akan muncul kode success pada serial monitor dan output akan muncul pada Facebook	Sesuai Harapan

Hasil dari alat ini akan tampil sebagai status pada Facebook seperti gambar 5.



Gambar 6. Hasil Output

2. Implementasi

Setelah melakukan uji coba alat dengan hasil sesuai dengan rancangan, maka selanjutnya adalah implementasi alat. Kebutuhan aplikasi dan prototype untuk sistem yang akan diimplementasikan adalah sebagai berikut:

Kebutuhan aplikasi: 1 account Facebook dan 1 account Temboo. Kebutuhan Weather Station: Arduino Yun, sensor LDR, sensor DHT11 dan sensor BMP180. Arduino Yun sebagai platform untuk memasukan program dan mengolah data pada mikrokontroler ATmega32u4. Sensor sebagai alat input yang dapat menangkap parameter cuaca. Kebutuhan Upload: WiFi. Untuk mengkoneksikan ke internet.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan, pembuatan, pengujian dan implementasi yang dilakukan dalam penelitian ini maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Prototype Weather Station ini menggunakan sensor yang dapat menangkap parameter cuaca, seperti LDR (Light Dependent Resistor) untuk menangkap parameter intensitas cahaya, DHT11 untuk menangkap parameter suhu dan kelembaban udara, BMP180 untuk menangkap parameter tekanan udara dan ketinggian. Prototype Weather Station ini dapat menangkap temperatur udara dari 10° – 60°, kelembaban udara 20% – 90%, tekanan udara dari 1000 Hpa – 300 Hpa dan ketinggian dari 0 m – 1000 m. Data keluaran diupload ke Facebook melalui Temboo menggunakan Library Facebook yang sudah disiapkan pada Temboo dan API (Application Programming Interfaces) Facebook.

DAFTAR PUSTAKA

1. Datasheet BMP180.
2. Ebook KLOMATOLOGI Laboratorium Pengelolaan DAS & Konservasi Sumberdaya Hutan, Tanah dan Air, Makasar. 2009.
3. Edi S. Mulyanta, S.Si. 2009 "Pengenalan Protokol Dan Jaringan Wireless Komputer", Jakarta: PT. Kawan Pustaka.
4. <http://www.arduino.cc>
5. McLeod Jr., Raymond, 2001, Sistem Informasi Manajemen, Edisi Ketujuh, PT Prenhallindo, Jakarta.
6. Pakpahan, Ellis Naria. 2010. "Prototipe Stasiun Cuaca Mini Berbasis Mikrokontroler Atmega8535". Medan: FMIPA USU.
7. Rusmadi, Dedy. 2009. "Mengenal Komponen Elektronika". Bandung: Pioner Jaya.
8. Sumardi. 2013. "Mengenal Mikrokontroler", Jakarta: Andi Offset.
9. Suradam, Mashaler. 2013. "PERANCANGAN SISTEM TELEMATRI AKUISISI DATA

- CUACA XBee Pro-S2". Jakarta: FMIPA UNJ.
10. Susanto, Heri. 2013. "Perancangan Sistem Telemetry *Wireless* untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 ATmega328p dan XBee Pro". Universitas Maritim Raja Ali Haji FT jurusan Teknik Elektro
11. www.temboo.com