RANCANG BANGUN PURWARUPA STASIUN KLIMATOLOGI SEBAGAI PENUNJANG PEMBELAJARAN DI SMK PERTANIAN PEMBANGUNAN NEGERI LEMBANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Hari Andrian[1], Angga Setiyadi[2]

[1,2] Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 102-116 Telp. (022) 2504119, 2506634, 2533603 Fax. (022) 2533754
E-mail: hry.andrian@gmail.com[1], angga.setiyadi@email.unikom.ac.id[2]

ABSTRAK

SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang merupakan lembaga pendidikan yang bergerak di bidang pertanian. Sekolah tersebut memiliki fasilitas yaitu stasiun klimatologi. Namun dalam pemanfaatannya, terdapat beberapa masalah yaitu guru yang bertugas mengamati cuaca memiliki kesibukan sehingga data pengamatan dari stasiun klimatologi kurang lengkap serta kurangnya media untuk menyebarkan data cuaca tersebut kepada siswa yang akan menyelenggarakan kegiatan swakarya. Penelitian ini bertujuan untuk membantu guru dalam mengamati cuaca menggunakan teknologi *internet of things* sehingga data yang dihasilkan lebih lengkap serta informasi yang dihasilkan stasiun klimatologi dapat diakses oleh siswa. Pembangunan stasiun klimatologi otomatis ini menggunakan arduino sebagai mikrokontroler dan Raspberry sebagai *mini* PC untuk mengolah data hasil dari sensor lalu mengirim hasil pengolahan ke *database*. Data yang disimpan pada *database* ditampilkan pada *website* sehingga pengguna dapat melihat data cuaca, data iklim, serta data tanaman. Hasil dari penelitian rancang bangun purwarupa stasiun klimatologi sebagai penunjang pembelajaran di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang yaitu dapat membantu guru dalam proses pengamatan unsur cuaca, serta dapat menunjang pembelajaran siswa.

Kata Kunci: *Internet Of Things*, Stasiun Klimatologi, Raspberry, Arduino, Penunjang Pembelajaran

1. PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan Negeri (SMKPPN) Lembang Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu lembaga pendidikan di bidang pertanian yang menghasilkan sumber daya manusia yang berperan sebagai pelaku pembangunan pertanian modern yang berwawasan agribisnis. SMK Pertanian Pembangunan memiliki dua program studi. Pertama adalah Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura (ATPH) serta yang kedua adalah Penyuluhan Pertanian (TPHP). Kedua program studi tersebut difasilitasi oleh sarana dan prasana yang dapat menunjang pembelajaran dan kegiatan yang dilakukan oleh siswa. Salah satu fasilitas yang dimiliki oleh sekolah adalah stasiun klimatologi pertanian.

Stasiun klimatologi pertanian merupakan alat yang mampu menyelenggarakan pengamatan unsur cuaca dalam jangka waktu yang panjang serta teratur [1]. Menurut bapak Cucun Suherman selaku bagian kerumahtanggaan menjelaskan bahwa stasiun klimatologi yang terdapat di sekolah merupakan stasiun yang memberikan data unsur cuaca dan iklim dimana diperlukan pengamatan atau pengambilan data berkala dengan cara mengamati setiap parameter yang di hasilkan oleh alat pada stasiun tersebut. Adapun unsur yang diamati adalah suhu udara, kelembapan udara, tekanan udara, kecepatan angin, arah angin, curah hujan, penguapan air, dan lama penyinaran matahari. Dalam satu hari diperlukan pengamatan sebanyak tiga kali yaitu pada pukul 07.00 WIB, 13.00 WIB, dan 17.00 WIB. Namun setiap guru maupun staf memiliki kesibukan sendiri sehingga pada satu waktu tidak dapat melakukan pencatatan dan mengakibatkan data cuaca yang dimiliki kurang lengkap.

Selain itu, data dari stasiun klimatologi dibutuhkan oleh siswa saat melakukan praktek lapangan atau swakarya. Swakarya merupakan salah satu materi pembelajaran dari kewirausahaan dimana siswa akan diberikan lahan untuk bertani dan diberikan tanggung jawab untuk mengelola tanah tersebut dari awal pembibitan sampai panen. Menurut hasil dari wawancara beberapa siswa di sekolah tersebut menjelaskan bahwa saat melakukan rencana tanam, siswa tidak diberikan data apapun dari stasiun klimatologi dan hanya diberikan rekomendasi tanaman yang dapat ditanam sehingga siswa hanya mengikuti rekomendasi tanpa melakukan analisis sendiri dalam menentukan jenis tanaman yang akan di tanam serta siswa tidak menerapkan pembelajaran tentang klimatologi.

Dari pernyataan masalah diatas maka dilakukan penelitian "Rancang Bangun Purwarupa Stasiun Klimatologi Sebagai Penunjang Pembelajaran di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang". Stasiun klimatologi yang akan dibuat merupakan stasiun klimatologi kelas III otomatis yang dapat menghasilkan data unsur cuaca harian yang akan di kirim ke Web Service melalui Raspberry. Data yang sudah dikirim dapat di akses oleh guru, staf, dan siswa yang bersangkutan melalui *Personal Computer (PC)* atau *Smartphone* android. Teknologi yang digunakan adalah *Internet of things* serta jaringan komputer. Jaringan komputer merupakan suatu sistem yang menghubungkan berbagai komputer untuk dapat berbagi sumber daya, komunikasi dan akses informasi [2].

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka maksud dari pembangunan sistem ini adalah untuk memabngun purwarupa stasiun klimatologi sebagai penunjang praketk swakarya siswa di sekolah pertanian.

Adapun tujuan yang akan dicapai dari pembangunan sistem ini adalah sebagai berikut :

1 Data unsur cuaca dan iklim lebih lengkap karena unsur cuaca dapat direkam secara otomatis oleh sensor.
2 Siswa yang melakukan kegiatan swakarya dapat mengakses data iklim setiap saat sehingga siswa lebih mandiri dalam mengamati dan menentukan rencana tanam serta dapat menerapkan mata pelajaran klimatologi.

2. ISI PENELITIAN

2.1 Landasan Teori

Landasan teori dari pembangunan sistem ini merupakan teori dasar yang dimaksudkan untuk proses analisis dari sistem dan mendukung proses dari rancang bangun purwarupa stasiun klimatologi sebagai penunjang pembelajaran di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang berbasis *internet of things*.

2.1.1 Stasiun Klimatologi

Stasiun klimatologi dapat dikatakan sebagai suatu lokasi yang dapat melakukan pengamatan terhadap kondisi cuaca dan faktor-faktor dari lingkungan fisik pada suatu daerah tertentu [3]. Kegiatan pengamatan tersebut haruslah dilakukan secara teratur setiap harinya. Pengamatan dapat dilakukan pada pukul 7 pagi, 1 siang, dan 5 sore. Stasiun klimatologi diharuskan untuk mewakili suatu daerah pertanian yang cukup luas dimana penempatan stasiun tersebut harus berada tepat di area-area kegiatan pertanian. Salah satu lokasi ideal untuk stasiun klimatologi adalah di tempat penyimpanan hasil panen. Kata lain dari stasiun klimatologi adalah pesawat cuaca. Parameter yang diamati oleh stasiun klimatologi pertanian adalah suhu udara (^oC), tekanan udara (mb), kelembapan udara (%), curah hujan (mm), evaporasi (mm), kecepatan angin (m/s), dan arah angin.

2.1.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi atau yang biasa disebut sebagai Raspi adalah komputer mini dengan papan tunggal (*singel-board circuit*) yang memiliki port yang tersusun dengan rapi sebanyak 40 pin [4]. Raspberry Pi memiliki ukuran sebesar kartu kredit namun dapat menjalankan program-program yang biasa digunakan oleh komputer biasa dengan resolusi tinggi. Raspberry Pi mulai di produksi di pasaran pada tahun 2012 oleh Raspberry Pi Foundation.

Sistem operasi Raspberry Pi berbasis *kernel linux*. *Raspbian* merupakan sistem operasi yang berbasis *Debian* yang dapat dikembangkan dengan bebas dan dapat digunakan untuk perangkat keras Raspberry Pi.

2.1.3 Arduino

Arduino adalah papan rangkaian *open source* dimana papan tersebut dapat menciptakan objek interaktif yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler jenis *Advanced Versatile RISC* (AVR) [5]. Chip tersebut dapat di program menggunakan komputer. Mikrokontroler ini dapat digunakan secara *stand alone* atau terhubung dengan komputer.Arduino memiliki dua komponen utama yang saling berhubungan. Komponen tersebut adalah perangkat keras atau *hardware* yang digunakan untuk membangun objek yang menghubungkan sensor-sensor sesuai dengan kebutuhan. Komponen kedua dari Arduino adalah perangkat lunak atau *software* yaitu Arduino IDE. Perangkat lunka ini digunakan oleh pemogram untuk membangun suatu sistem yang dapat memenuhi kebutuhan dnegan bahasa pemograman C. sistem yang telah dibangun tersebut selanjutnya di *upload* ke *board* Arduino sehingga sensor yang telah di rangkai dapat bergerak sesuai dengan sistem yang telah dibangun.

Salah satu jenis Arduino adalah Arduino Uno R3 yang berbasis ATMEGA328. Mikrokontroler tersebut terdiri dari 14 pin digital *input output* dimana 6 diantaranya digunakan untuk *Output Pulse Width Modulation* (PWM), 6 *input analog*, *clockspeed* 16 MHz, konektor USB, jack listrik, *header* ICSP, dan tombol *reset*. *Board* ini menggunakan daya dari komputer dengan

menggunakan kabel USB atau daya dari adaptor AC-DC atau baterai.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATMEGA328
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input	7-12V
Batas tegangan Input	6-20V
Pin digital I/O	14 (6 pin PWM)
Pin analog input	6
Arus DC per I/O Pin	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flash memory	32KB(ATmega328) 0,5 KB boot loader
SRAM	2KB (ATmega328)
EEPROM	1KB(ATmega328)
Clock	16MHz

2.1.4 Sensor BME280

Sensor BME280 merupakan sensor yang dapat mengukur empat buah parameter dalam satu alat [6]. Parameter tersebut antara lain adalah suhu udara, kelembapan udara, tekanan udara, dan ketinggian suatu tempat (*altitude*). Sensor BME280 memiliki ukuran sebesar 2.5 x 2.5 mm^2 dengan tinggi 0.93 mm. Sensor BME280 dapat dihubungkan dengan Arduino melalui pin I2C atau SPI. *Power Mode* yang dapat digunakan oleh sensor ini memiliki tiga macam yaitu *sleep mode*, *forced mode*, dan *normal mode*. Ketiga mode tersebut dapat digunakan sesuai kebutuhan.

2.1.5 Sensor BH1750

Sensor BH1750 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya [7]. Cahaya yang terdeteksi oleh sensor akan dikonversi menjadi besaran listrik yang kemudian dikirim ke Arduino. Kegunaan dari sensor ini adalah untuk mengukur intensitasi cahaya dalam suatu ruangan, lama penyinaran dalam klimatologi pertanian, mendeteksi kegelapan, dan sebagainya.

2.1.6 *Tipping Bucket* dan Sensor *Optocoupler Infrared LM393*

Tipping Bucket merupakan salah satu penakar hujan yang digunakan pada stasiun klimatologi yang memanfaatkan jungkit sebagai penghitung jumlah air [1]. Komponen yang dimiliki oleh penakar hujan ini adalah dua buah penampung air yang dibentuk seperti jungkit. Air yang tumpah ke bagian luabgn pengeluaran akan dihitung sebagai satu jungkit dimana dalam satu jungkit akan tersimpan jumlah curah hujan dalam satuan milimeter. Alat penakar *tipping bucket* tidak memiliki standar dari ukuran curah hujan, diperlukan kalibrasi dengan menggunakan gelas ukur sehingga dapat diketahui ukuran dari curah hujan dalam satu jungkit.

Tipping bucket yang digunakan disisipi sensor *Optocoupler Infrared LM393*. Sensor tersebut memanfaatkan infra merah sebagai sensor [8]. Cara kerja dari modul tersebut adalah ketika sensor infra merah tersebut dihalangi oleh suatu objek, maka sensor akan mengirimkan sinyal tergantung dari pin yang digunakan. Apabila menggunakan pin analog maka akan mengirimkan sinyal analog dan begitu pula dengan pin digital yang akan mengirimkan nilai 1 dan 0 kepada Arduino.sensor ini dalam dimanfaatkan untuk penghitung kecepatan.

2.1.7 Panci Evaporasi dan Sensor HC-SR04

Panci Evaporasi merupakan alat ukur yang digunakan pada stasiun klimatologi dimana alat tersebut dapat mengukur evaporasi dalam satuan mm. diameter dari panci evaporasi dapat bermacam-macam diantara 20 cm sampai 120 cm [1]. biasanya, panci yang digunakan adalah dengan diameter 120 cm. terdapat perhitungan untuk menentukan penguapan dari ukuran panci yang berbeda-beda sehingga hasil yang didapatkan sesuai. Posisi dari panci evaporasi harus berada pada lokasi yang datar, permukaan air harus dibawah bibir panci. Panci evaporasi memiliki komponen pengukur yang disebut sebagai mikrometer. Mikrometer tersebut berbentuk seperti kail (*Hook*). Alat tersebut dapat dinaikan dan diturunkan.

Pada penelitian ini, kail tersebut diganti dengan sensor HC-SR04 [9]. Sensor ini merupakan sensor yang memanfaatkan gelombang suara ultrasonik dimana suara tersebut akan dipantulkan oleh air lalu diterima kembali oleh sensor. Kecepatan suara tersebut yang akan digunakan oleh sensor untuk mendapatkan jarak atau ketinggian dari air dan dikirimkan ke Arduino.

2.1.8 Sensor JL-FS02

Sensor JL-FS02 merupakan sensor yang dapat mengukur kecepatan angin pada suatu daerah tertentu [10]. Selain untuk mengukur kecepatan angin, sensor tersebut bisa digunakan untuk mengukur tekanan angin. Sensor JL-FS02 menggunakan 3 buah kabel dimana kabel tersebut memiliki fungsi tersendiri. Kabel merah adalah kabel untuk tegangan operasi, kabel hitam untuk *ground*, kabel kuning untuk hasil keluaran yang merupakan sinyal analog dan dikirimkan ke Arduino. Bentuk fisik dari sensor JL-FS02 yaitu terdapat tiga buah mangkok kecil yang dapat digerakan memutar oleh angin sehingga kecepatan dari mangkok tersebut dapat menghasilkan data kecepatan angin. Ukuran

diameter dari sensor JL-FS02 ini sebesar 20 cm dengan setiap mangkok nya memiliki jari-jari sebesar 10 cm.

2.1.9 Sensor Arah Angin

Sensor arah angin merupakan sensor yang dapat mendeteksi depalan mata angin. Konsep dari sensor ini adalah dengan menggunakan delapan sensor magnetik yang disimpan memutar. Sensor arah angin menentukan arahnya dengan alat yang berbentuk seperti penunjuk arah dengan ekor yang besar dimana ekor tersebut berfungsi untuk menggerakan panah tersebut ke arah yang sesuai. *Output* dari sensor ini adalah berbentuk sinyal digital dengan satu buah kabel *ground*, 1 buah kabel VCC, dan 8 buah kabel *output* data yang terhubung dengan Arduino.

2.2 Analisis Sistem

Analisis sistem dapat didefinisikan sebagai penguraian dari suatu sistem yang utuh kedalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasikan dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, hambatan-hambatan yang terjadi dan kebutuhan yang diharapkan.

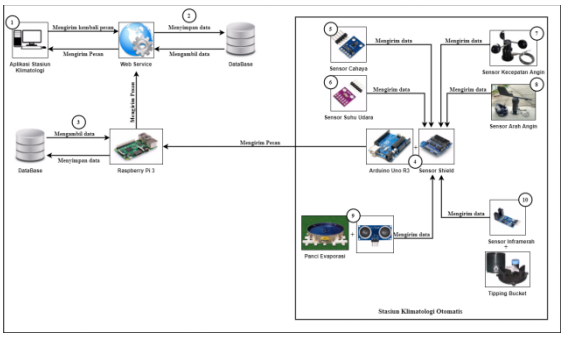
2.2.1 Analisis Masalah

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat permasalahan yang terjadi sehingga dibangunnya sistem stasiun klimatologi otomatis adalah sebagai berikut:

1. Data dari cuaca yang dibutuhkan kurang lengkap akibat dari kesibukan dan halangan dari guru bagian kerumahtanggaan sehingga tidak dapat melaksanakan pengamatan ke stasiun klimatologi.
2. Siswa tidak mendapatkan data iklim bulanan saat akan melakukan perencanaan penanaman tanaman pada kegiatan swakarya.

2.2.2 Analisis Arsitektur Sistem

Analisis arsitektur sistem yang akan dibangun untuk sistem stasiun klimatologi otomatis ini merupakan perangkat lunak yang berbasis internet dimana sensor akan mengirimkan setiap data cuaca ke Arduino yang kemudian diteruskan ke Raspberry Pi dengan menggunakan JSON. Raspberry Pi akan mengolah data dari Arduino sehingga akan menghasilkan informasi cuaca setiap menit. Informasi tersebut kemudian dikirimkan ke *web service* dan pada akhirnya disimpan pada *database*. Pengguna dari sistem ini akan mengakses data cuaca tersebut dengan melakukan *request* melalui *website* yang nantinya *request* tersebut akan dikirimkan ke *webservice* dan kemudian melakukan eksekusi *query* ke database. Hasil eksekusi tersebut akan dikirimkan kembali ke *website* dan diterima oleh pengguna. Arsitektur perancangan sistem tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Perancangan Sistem

Berikut ini adalah rincian dari gambaran arsitektur perancangan sistem pada stasiun klimatologi otomatis.

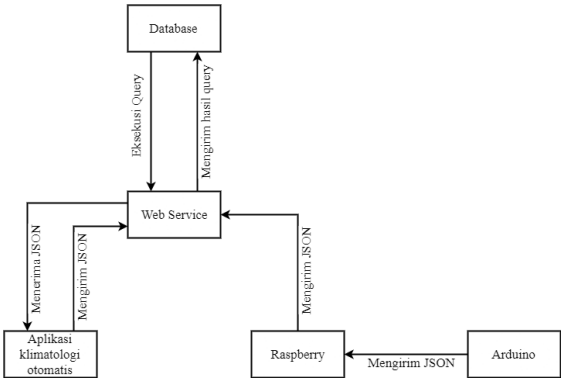
1. Aplikasi *website* stasiun klimatologi otomatis digunakan untuk menampilkan informasi yang dihasilkan oleh sensor sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran siswa serta kebutuhan pertanian lainnya. Selain itu, aplikasi *website* digunakan pengguna untuk mengolah data tanaman, data kelompok swakarya, dan sebagainya.
2. *Web Service* merupakan bagian dari sistem yang digunakan sebagai jembatan antara *website* atau Raspberry ke *database*. Komunikasi antara sub sistem tersebut menggunakan JSON. Permintaan atau pengiriman data yang dikirim ke *webservice* akan di eksekusi dan disimpan ke database dengan menggunakan *Query*.
3. Raspberry Pi berfungsi sebagai server yang menerima data masukkan dari Arduino dan kemudian diolah terlebih dahulu. Keluaran yang diashilkan berupa JSON yang nantinya akan dikirim ke *webservice*. Raspberry akan mengirimkan data tersebut setiap 1 menit.
4. Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler yang menerima data hasil dari sensor. Data tersebut berupa sinyal analog dan digital. Kedua data tersebut kemudian dikemas dan dikirimkan ke Raspberry dengan menggunakan JSON.
5. Sensor BH1750 merupakan sensor cahaya yang digunakan untuk mengukur lama penyinaran matahari. Satuan yang dihasilkan oleh sensor tersebut adalah lux yang akan dikonversi menjadi W/M^2.

Apabila dalam sensor mendeteksi cahaya sebanyak 12 W/M^2 dalam satu detik, maka akan dihitung sebanyak satu detik. Sebaliknya apabila sensor tidak mendeteksi sebesar 12W/M^2 dalam satu detik, maka menghasilkan 0 detik.

6. Sensor BME280 digunakan untuk mengukur suhu udara, tekanan udara, dan kelembapan udara. Satuan yang digunakan suhu adalah Celsius (ºC).
7. Sensor JL-FS02 merupakan sensor kecepatan angin dimana sensor tersebut dapat mengukur kecepatan angin yang dihasilkan dari hembusan udara, satuan yang digunakan adalah m/s.
8. Sensor arah angin digunakan untuk menentukan arah angin yang dihasilkan oleh hembusan udara. Mata angin yang dimiliki oleh sensor ini terdiri dari delapan yaitu barat, barat laut, utara, timur laut, timur, tenggara, selatan, dan barat daya.
9. Panci evaporasi digunakan untuk mengukur penguapan yang terjadi pada suatu luasan. Panci ini disisipi sensor yaitu HC-SR04.
10. Penakar curah hujan *tipping bucket* merupakan alat untuk mengukur curah hujan yang memanfaatkan jungkit sebagai media penghitung. Penakar ini disisipi oleh sensor *Optocoupler Infrared LM393*. Dimana setiap terjadi 1 jungkit akan menghasilkan 0.6 mm.

2.2.3 Analisis Web Service

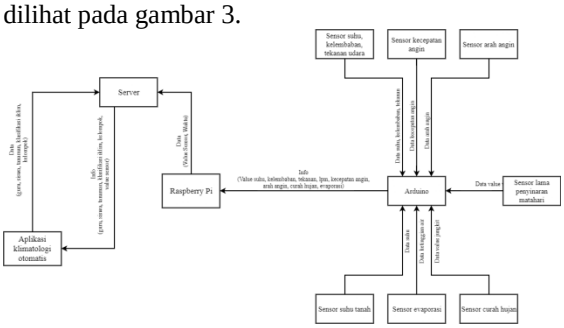
Web Service pada sistem stasiun klimatologi otomatis ini digunakan sebagai jembatan untuk melakukan pertukaran data antara Raspberry atau *website* ke database. Begitupun sebaliknya. *Web service* yang terkoneksi dengan database utama akan menerima setiap permintaan dari Raspberry dan *website*. Raspberry Pi akan mengirimkan data cuaca setiap menit ke *Web service* yang kemudian akan di eksekusi dan disimpan ke database. Selanjutnya *website* akan melakukan *request* data yang telah dihasilkan oleh Raspberry kepada *web service* dan kemudian akan ditampilkan kepada pengguna melalui antarmuka. Berikut ini adalah gambar dari alur data *web service* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Data *Web Service*

2.2.4 Analisis Komunikasi Data

Komunikasi data merupakan alur dari data yang dikirimkan oleh setiap sub sistem. Diawali dari sensor menuju Arduino dan seterusnya sampai akhirnya ke *database*. Komunikasi data yang diawali dari Arduino ke Raspberry menggunakan Serial Arduino, selanjutnya untuk komunikasi antara Raspberry Pi dengan *web service* menggunakan JSON yang kemudian disimpan pada database. Berikut ini adalah gambar dari analisis komunikasi data dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Alur Komunikasi Data

Berikut ini adalah penjelasan dari alur komunikasi data diantaranya:

1. Setiap sensor akan mengirimkan data *value* yang merupakan data analog atau data digital kepada Arduino.
2. Arduino akan mengirimkan data hasil sensor kepada Raspberry menggunakan format JSON.
3. Arduino menerima data cuaca tersebut yang kemudian diolah. Hasil dari pengolahan tersebut akan dikirimkan kepada *webservice* dengan menggunakan format JSON.
4. Aplikasi *website* stasiun klimatologi otomatis akan meminta data dari Raspberry melalui *webservice* yang menggunakan format JSON.

2.2.5 Analisis Sistem Kerja Raspberry Pi, Arduino, *Web Service* pada Stasiun Klimatologi Otomatis

Sistem kerja dari Raspberry digunakan untuk mengumpulkan data dari Arduino setiap detiknya. Data tersebut akan diolah secara berkala selama Raspberry tersebut menyala. Selanjutnya adalah sistem kerja dari Arduino adalah sebagai mikrokontroler yang menerima data dari setiap sensor yang berupa sinyal digital dan analog. Data tersebut kemudian dikemas lalu dikirimkan ke Raspberry dengan menggunakan serial. Sisstem kerja *web service* adalah sebagai jembatan yang menghubuhngkan antara Raspberry dan *website* ke *database*.

2.2.6 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional merupakan analisis yang mencangkup tentang spesifikasi minimal yang dibutuhkan oleh sistem stasiun klimatologi otomatis. Selain itu, terdapat spesidikasi dari sensor yang digunakan. Analisis ini dibutuhkan guna untuk menganalisis agar sistem dapat bekerja secara maksimal. Kebutuhan non-fungsional terdiri dari tiga hal yaitu kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, serta kenbutuhan pengguna.

2.2.6.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang akan digunakan berdasarkan kebutuhan minimal yang harus terpenuhi antara lain adalah :

1. Komputer.
2. Raspberry Pi type B.
3. Server *Hosting*.
4. Arduino Uno
5. Sensor BME280.
6. Sensor BH1750.
7. Penakar hujan jenis *Tipping Bucket* dan sensor *Optocoupler Infrared LM393*.
8. Panci Evaporasi dan sensor HC-SR04
9. Sensor JL-FS02
10. Sensor Arah Angin

2.2.6.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisis kebutuhan perangkat lunak merupakan analisis yang mencangkup perangkat lunak yang digunakan oleh setiap sub sistem dari stasiun klimatologi otomatis. Kebutuhan minimum spesifikasi perangkat lunak pada komputer yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Minimum Perangkat Lunak Komputer

Perangkat Lunak	Kebutuhan minimal
Sistem Operasi	Microsoft Windows 7
Web Browser	Mozilla firefox, Google Chrome

Sedangkan untuk kebutuhan minimum spesifikasi perangkat lunak pada Raspberry Pi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Minimum Perangkat Lunak Raspberry Pi

Perangkat Lunak	Kebutuhan minimal
Sistem Operasi	Raspbian Jessie
Web Browser	Chromium
Node JS *Version*	7.9.0

Selanjutnya, untuk kebutuhan minimum spesifikasi perangkat lunak pada *server hosting* yang akan dipasang aplikasi web pegawai *monitoring* dan *web service* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Minimum Perangkat Lunak *Server Hosting*

Perangkat Lunak	Kebutuhan minimal
cPanel *Version*	64.0 (build 19)
Apache *Version*	2.4.25
PHP *Version*	5.6.30
MySQL *Version*	10.0.30-MariaDB
Architecture	x86 / x64
Operating System	Linux
Perl *Version*	5.10.1

2.2.6.3 Analisis Kebutuhan Pengguna

Analisis kebutuhan pengguna merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui pengguna yang akan menggunakan sistem stasiun klimatologi otomatis. Kebutuhan pengalaman serta pemahaman pengguna terhadap perangkat yang digunakan untuk mengakses sistem ini dibutuhkan agar penggunaan dari sistem lebih maksimal. Analisis kebutuhan pengguna dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Kebutuhan Pengguna

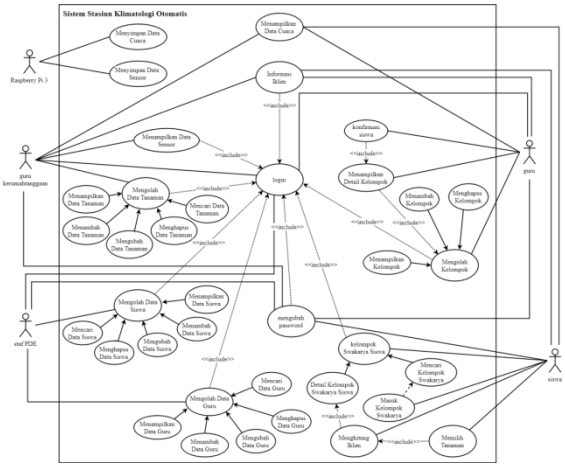
No.	Pengguna	Spesifikasi
1	Guru Bagian Kerumahtanggaan	- Pendidikan S1 - Memahami Klimatologi - Memahami cara menggunakan Windows - Memahami cara menggunakan web browser
2	Operator Data Elektronik	- Pendidikan S1 - Memahami cara menggunakan Windows - Memahami cara menggunakan web browser

3	Guru	- Memahami cara menggunakan Windows - Memahami cara menggunakan web browser
4	Siswa	- Memahami cara menggunakan Windows - Memahami cara menggunakan web browser - Memahami cara menggunakan smartphone android

2.2.7 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional dapat menggambarkan suatu proses yang akan digunakan atau diterapkan pada sistem agar sistem dapat dibangun sesuai dengan tujuan dan kebutuhan dari pengguna.

Use case diagram merupakan diagram yang dapat menunjukan fungsionalitas dari sistem atau kelas serta cara sistem untuk berkomunikasi dengan dunia luar. *Use case diagram* dapat menggambarkan fungsi yang terdapat pada sistem kepada pengguna. Dari identifikasi aktor yang terlibat di atas maka *use case* diagram dapat dilihat pada Gambar 4.

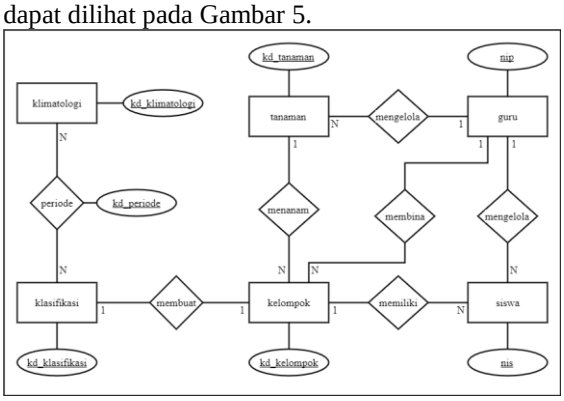


Gambar 4. Use Case Diagram

2.2.8 Analisis Basis Data

Analisis basis data dapat dikatakan sebagai kegiatan untuk menganalisis data yang digunakan dan diolah pada *database* dari sistem. Pada analisis ini dijelaskan bagaimana alur data serta atribut data tersebut.

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah teknik untuk menggambarkan data yang dibutuhkan oleh sistem serta hubungan dari setiap data tersebut. ERD harus menggunakan notasi dan simbol yang mudah dipahami serta sesuai dengan standar internasional. Adapun ERD pada pembangunan sistem basis data ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Entity Relationship Diagram

2.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan bagian dari pembangunan sistem stasiun klimatologi otomatis yang penting. Pengujian sistem bertujuan untuk menemukan kesalahan dan kekurangan yang terdapat pada sistem. Pengujian dilakukan agar dapat diketahui bahwa sistem dari stasiun klimatologi otomatis ini sudah memenuhi kriteria yang dibutuhkan serta telah mencapai tujuan yang diharapkan. Pengujian dilakukan terhadap seluruh bagian dari sistem stasiun klimatologi otomatis.

2.3.1 *Functional Testing*

Berdasarkan hasil pengujian fungsional yang telah dilakukan pada sistem stasiun klimatologi otomatis dapat disimpulkan bahwa sistem telah dapat memenuhi kebutuhan dan sesuai dengan kebutuhan sistem yang telah dirancang.

2.3.2 *Performance Testing*

Performance Testing merupakan pengujian dimana ukuran halaman *website* dan kecepatan *load page* akan diuji. Pengujian ini dilakukan menggunakan *web browser* google chrome.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem dapat disimpulkan bahwa ukuran dari halaman *website* dapat diterima dimana ukuran yang didapatkan sebesar 1.79 mb dari hasil yang diharapkan yaitu kurang dari 2mb.

Selanjutnya adalah hasil dari pengujian *page load* yaitu tidak diterima karena kecepatan yang diharapkan adalah kurang dari 5 detik namun hasil yang didapatkan adalah sebesar 5.4 detik.

2.3.3 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras bertujuan untuk menguji sensor sudah berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan.

2.3.3.1 Pengujian Sensor BME280

Pengujian dari sensor BME280 merupakan pengujian yang dilakukan untuk menyesuaikan data dari sensor dengan alat yang sudah terkalibrasi. Pada kasus ini digunakan alat termometer bola basah-bola kering sebagai pembanding. Berikut hasil pengujian suhu yang dilakukan pada sensor BME280 dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Sensor BME280 Suhu

No.	Waktu	Sensor BME280	Termometer BK-BB
1	13:00	27	27
2	13:30	27	27
3	14:00	26	26
4	14:30	25	25
5	15:00	25	25
6	15:30	24	24
7	16:00	23	23

Selanjutnya adalah pengujian kelembapan udara yang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Sensor BME280 Kelembapan

No.	Waktu	Sensor BME280	Termometer BK-BB
1	13:00	70	70
2	13:30	70	70
3	14:00	68	68
4	14:30	66	66
5	15:00	66	66
6	15:30	60	60
7	16:00	55	55

Selanjutnya adalah pengujian tekanan udara diamana pengujian ini dibandingkan dengan termometer *infrared* yang sudah terkalibrasi. Pengujian tekanan udara dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Sensor BME280 Tekanan

No.	Waktu	Sensor BME280	Termometer Infrared
1	13:00	1070.8	1071.5
2	13:30	1068.1	1069.4
3	14:00	1072.2	1071.5
4	14:30	1075.1	1075.2
5	15:00	1069	1069.7
6	15:30	1068.6	1069.5
7	16:00	1065.4	1065.2

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor BME280 bagian suhu sudah sesuai dengan alat yang telah terkalibrasi. Beigtupun dengan kelembapan udara. Namun pada pengujian tekanan udara terrdapat perbedaan yaitu sebesar 0.7 mb.

2.3.3.2 Pengujian Sensor BH-1750

Pengujian sensor BH-1750 merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui bahwa alat tersebut sudah terhubung dengan arduino dan dapat menerima cahaya matahari selama beberapa jam. Berikut hasil pengujian yang dilakukan pada sensor BH-1750 dapat dilihat Tabel 9.

Tabel 9. Pengujian Sensor BH-1750

No.	Waktu Pengujian	Hasil Lama Penyinaran Matahari
1	07:00 – 10:00	2 jam 13 menit
2	11:00 – 14:00	2 jam 32 menit
3	15:00 – 18:00	28 menit

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sensor BH-1750 dapat digunakan sebagai alat untuk menghitung lama penyinaran matahari.

2.3.3.3 Pengujian *Tipping Bucket*

Pengujian dari *tipping bucket* adalah pengujian untuk mengukur sebarapa besar air yang dapat ditampung sampai air tersebut jatur ke pembuangan sehingga mengakibatkan 1 jungkit terjadi. Pengujian ini termasuk sebagai kalibrasi dari *tipping bucket*. Berikut hasil pengujian yang dilakukan pada *Tipping Bucket* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengujian *Tipping Bucket*

Percobaan	Jungkit Kanan	Jungkit Kiri
1	42 ml	44 ml
2	41 ml	43 ml
3	43 ml	41 ml
4	45 ml	42 ml
5	41 ml	40 ml
6	39 ml	43 ml
7	40 ml	42 ml
8	42 ml	41 ml
9	41 ml	42 ml
10	40 ml	42 ml
Rata-Rata	41.4 ml	42 ml
Hasil perhitungan	(41.4 ml + 42 ml) / 2 = 41.7 ml = 41.7 cm^3	
Luas Permukaan	22 cm x 28 cm = 616 cm	
Hasil	41.7 cm^3 : 616 cm^2 = 0.06 cm = 0.6 mm	

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa pengujian dari *tipping bucket* adalah rata-rata dari 10 kali percobaan dari jungkit kanan sebesar 41.4 ml dan kiri 42 ml. sehingga dilakukan kalibrasi dimana hasilnya sebesar 0.6mm alam sekali jungkit.

2.3.3.4 Pengujian Panci Evaporasi

Pengujian dari panci evaporasi adalah pengujian yang bertujuan untuk mengukur hasil evaporasi yang dilakukan dilapangan serta menguji bahwa alat tersebut sudah terhubung pada Arduino. Pengujian dari panci evaporasi dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Pengujian Panci Evaporasi

No.	Waktu Pengujian	Evaporasi
1	07:00 – 10:00	1 mm
2	11:00 – 14:00	2.1 mm
3	15:00 – 18:00	0 mm

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor dapat digunakan sebagai alat untuk menghitung evaporasi yang terjadi.

2.3.3.5 Pengujian Sensor JL-FS02

Pengujian sensor JL-FS02 merupakan pengujian kecepatan angin dimana pengujian tersebut mengukur waktu respon dari sensor. Berikut ini adalah pengujian dari sensor JL-FS02 dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Pengujian Sensor JL-FS02

Percobaan Ke-	Kecepatan Awal	Kecepatan Akhir	Waktu Respon
1	0 m/s	2.9 m/s	2023 ms
2	0 m/s	2.5 m/s	2014 ms
3	0 m/s	1.5 m/s	1924 ms
4	0 m/s	2.1 m/s	2020 ms
5	0 m/s	2.7 m/s	2031 ms

Hasil pengujian sensor kecepatan angin dapat disimpulkan bahwa waktu respon untuk menaikan kecepatan awal sampai ke kecepatan akhir rata-rata membutuhkan waktu sebanyak 2 detik.

2.3.3.5 Pengujian Sensor Arah Angin

Pengujian sensor arah angin merupakan pengujian kecepatan dari sensor untuk merespon magnet yang telah mendekati setiap modul. Modul tersebut terbagi menjadi 8 bagian sehingga dilakukan 8 kali percobaan. Berikut ini adalah pengujian dari sensor arah angin dapat dilihat pafa tabel 13.

Tabel 13. Pengujian Sensor Arah Angin

Percobaan Ke-	Arah Angin Awal	Arah Angin Akhir	Waktu Respon
1	Barat Laut	Utara	200 ms
2	Utara	Timur Laut	1022 ms
3	Timur Laut	Timur	230 ms
4	Timur	Tenggara	223 ms
5	Tenggara	Selatan	245 ms
6	Selatan	Barat Daya	345 ms
7	Barat Daya	Barat	210 ms
8	Barat	Barat Laut	420 ms

Hasil pengujian sensor arah angin dapat disimpulkan bahwa respon kecepatan dari setiap modul rata-rata sebesar 200 ms terkecuali untuk modul bagian timur laut dimana membutuhkan waktu sebesar 1022 ms. Selanjutnya untuk arah angin barat daya dan barat laut membutuhkan waktu sebesear 345 ms dan 420 ms.

2.4 Pengujian Beta

Berdasarkan hasil pengujian beta melalui wawancara dengan bagian yang bertanggung jawab dalam mengamati ke stasiun klimatologi menyatakan bahwa rancang bangun purwarupa stasiun klimatologi sebagai penunjang pembelajaran di SMK pertanian pembangunan negeri lembang berbasis internet of things ini sudah sesuai dengan tujuan yang diharapkan yaitu dapat membantu dan mempermudah dalam mendapatkan data cuaca secara berkala; dapat membantu ketika guru tidak dapat melakukan kegiatan pengamatan cuaca; dapat membantu guru untuk menyimpan data iklim serta membagikan data tersebut kepada guru dan siswa; serta dapat membantu tugasnya sebagai guru.

Selanjutnya hasil pengujian beta melalui wawancara yang dilakukan kepada staf pengelola data elektronik dapat disimpulkan bahwa dalam pengelolaan akun dari siswa dan guru sudah dimudahkan sehingga dapat diimplementasikan pada sistem stasiun klimatologi otomatis.

Sedangkan hasil pengujian beta melalui kuesioner kepada responden siswa yang telah mencoba aplikasi dapat disimpulkan bahwa siswa sangat setuju aplikasi ini dapat membantu untuk mendapatkan data iklim dan cuaca; siswa sangat setuju aplikasi ini dalat membantu untuk melakukan analisis data iklim dan menentukan tanaman yang akan ditanam; siswa sangat setuju aplikasi ini dapat membantu siswa dalam melakukan kegiatan swakarya; serta siswa sangat setuju apabila aplikasi ini digunakan untuk membantu siswa dalam kegiatan swakarya.

Selanjutnya hasil pengujian beta melalui kuesioner kepada guru yang telah mencoba aplikasi dapat disimpulkan bahwa guru sangat setuju aplikasi ini dapat membantu siswa untuk mendapatkan data iklim dan cuaca; guru sangat setuju aplikasi ini membantu untuk memonitoring kegiatan siswa saat melakukan perencanaan tanam tanaman; serta guru sangat setuju apabila aplikasi ini diterapkan untuk menunjang kegiatan swakarya.

3. PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir yang mengacu pada tujuan penelitian, maka dapat disimpulkan.

1. Purwarupa ini sudah dapat membantu guru bagian kerumahtanggaan untuk mendapatkan data klimatologi secara lengkap meskipun guru memiliki kesibukan dan tidak dapat datang untuk mengamati ke stasiun klimatologi.
2. Purwarupa ini sudah dapat memberikan data klimatologi kepada siswa/siswi di SMK Pertanian Pembangunan Negeri Lembang.

3.2. Saran

Purwarupa stasiun klimatologi otomatis ini masih perlu pengembangan lebih lanjut lagi, diantaranya :

1. Purwarupa ini masih merupakan stasiun klimatologi kelas III yang hanya dapat menjangkau area sekitar sekolah dan belum dapat menjangkau satu daerah setempat.
2. Purwarupa ini masih perlu diuji ketepatan dalam mengukur penguapan karena masih menggunakan panci evaporasi yang belum sesuai dengan ukuran sebenarnya.
3. Purwarupa dari sistem stasiun klimatologi otomatis hanya menjangkau perencanaan tanam tanaman, sehingga diperlukan pengembangan agar dapat mencangkup seluruh kegiatan swakarya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Rafi'i, *Meteorologi Dan Klimatologi*. Bandung: Angkasa, 1995.

[2] A. Setiyadi, "Implementasi Modul Network MITM Pada Websploit sebagai Monitoring Aktifitas Pengguna dalam Mengakses Internet," vol. 2017, hal. 113–120, 2017.

[3] G. Budiyanto, "Panduan praktikum klimatologi pertanian," hal. 1–36, 2016.

[4] D. Setiawan, "Mengenal Raspberry Pi," *Technology*, hal. 1–7, 2014.

[5] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino," hal. 1–24, 2011.

[6] DFRobot, "Gravity: I2C BME280 Environmental Sensor (Temperature, Humidity, Barometer) SKU: SEN0236," 2017. [Daring]. Tersedia pada: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Gravity:_I2C_BME280_Environmental_Sensor_(Temperature,_Humidity,_Barometer)_SKU:_SEN0236. [Diakses: 01-Jan-2017].

[7] DFRobot, "Light Sensor (SKU:SEN0097)," 2017. [Daring]. Tersedia pada: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Light_Sensor_(SKU:SEN0097). [Diakses: 01-Jan-2017].

[8] Z. H. Salindri, M. A. R., dan Darjat, "Rancang Bangun Mini Weather Station menggunakan Web Berbabis Arduino ATMega 2560," *Transient*, hal. 1–7, 2012.

[9] DFRobot, "URM37 V4.0 Ultrasonic Sensor (SKU:SEN0001)," 2017. [Daring]. Tersedia pada: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/URM37_V4.0_Ultrasonic_Sensor_(SKU:SEN0001). [Diakses: 01-Jan-2017].

[10] DFRobot, "Wind Speed Sensor Voltage Type(0-5V) SKU:SEN0170," 2017. [Daring]. Tersedia pada: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Wind_Speed_Sensor_Voltage_Type(0-5V)_SKU:SEN0170. [Diakses: 01-Jan-2017].