

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian yang merupakan sumber makanan utama di dunia, tetapi juga merupakan tantangan seperti pertumbuhan, urbanisasi dan penuaan. Pertumbuhan ekonomi *global*, *investasi*, perdagangan, harga pangan dan persaingan untuk sumber daya alam. Perkembangan Teknologi dapat membantu mengatasi tantangan tersebut. Teknologi *Internet of Things (IoT)* mewakili masa depan komputasi dan komunikasi. Ini dapat berguna meningkatkan metode pertanian di dunia (Gutiérrez dkk., 2019).

Pesatnya perkembangan Teknologi *Internet of Things (IoT)* menciptakan tsunami hampir di setiap industri di seluruh dunia dan khususnya di bidang pertanian. Perubahan besar-besaran ini mengguncang metode pertanian yang ada dan menciptakan gelombang peluang baru karena peningkatan populasi dunia sebesar 30%, produk pertanian memiliki permintaan yang sangat tinggi pada tahun 2050. Sumber daya manusia untuk pembangunan pertanian menjadi kurang karena migrasi ke kota-kota besar dan penggunaan lahan untuk budidaya pertanian digunakan untuk pertumbuhan yang cepat. Akibatnya, sebagian besar kegiatan pertanian perlu diotomatisasi untuk kebutuhan pangan (Kassim, 2020).

Beberapa tahun terakhir telah banyak menyaksikan pengembangan konsep *IoT*. Konsep ini memerlukan koneksi benda-benda yang mengelilingi kehidupan sehari-hari ke *Internet*. Paradigma di mana pengguna manusia digantikan oleh objek menentukan munculnya masalah yang berbeda yang terkait dengan: skalabilitas sistem dan sensor, teknik manajemen catu daya yang harus memungkinkan sensor untuk beroperasi selama bertahun-tahun dan bahkan puluhan tahun dan jangkauan komunikasi yang lebih panjang cocok untuk perkotaan *non-LoS*. Modulasi *LoRa* di antara protokol komunikasi *LoRaWAN* dianggap sebagai pemecah masalah. Pendekatan ini memungkinkan emulasi jaringan *LoRaWAN* skala besar tanpa memerlukan biaya tambahan dengan demikian, skalabilitas dan keandalan jaringan *LoRa* dapat diteliti dan

dipelajari secara detail. Dari hasil yang diperoleh, generator lalu lintas *LoRa* memastikan tingkat kinerja yang tinggi dan dapat digunakan untuk perbaikan komunikasi *LoRa* di masa mendatang (Lavric dkk., 2021) dengan munculnya Teknologi *LoRa*, peningkatan lebih lanjut pada aplikasi *Internet of Things (IoT)* dapat terwujud, dengan menggunakan satu *receiver* di jaringan *LoRa*, ia mampu menangani banyak *Node* di beberapa lokasi di dalam area, tidak seperti sistem berbasis *Wi-Fi* yang perlu memiliki banyak titik akses untuk meningkatkan cakupan area.

Teknologi *LoRa* mengurangi biaya penerapan sistem *IoT*. Dalam tulisan ini, penerapan sistem *IoT* yang sebenarnya menggunakan Teknologi *LoRa*. Selain itu, *LoRa* ini menyajikan kinerja dan cakupan area aktual jaringan baik dalam kondisi *indoor* maupun *outdoor*. Untuk kondisi dalam ruangan, serangkaian parameter *LoRa* yang berbeda termasuk *Spreading Factor* dan *Bandwidth* di uji pada lokasi yang berbeda. Akibatnya, kualitas jaringan *LoRa* tidak hanya bergantung pada jarak dari *gateway* tetapi juga pengaruh *path loss* akibat elemen struktural. Selain itu, *gateway LoRa* yang terletak di lantai atas gedung mampu menangani perangkat akhir *LoRa* di lokasi mana pun dalam kampus dengan *Spreading Factor 9*.

Cakupan dalam ruangan yang lebih baik dapat ditingkatkan dengan menambahkan *gateway LoRa* tambahan di kampus. Sedangkan untuk kondisi *outdoor*, *coverage area* maksimum pada jaringan *LoRa* untuk *Spreading Factor 12* adalah 330 meter dengan penyebaran *indoor gateway* (Zourmand dkk., 2019), dengan menerapkan Teknologi Modern yang memungkinkan untuk mengurangi biaya dan pemeliharaan, dan untuk meningkatkan kinerja proses dan barang pertanian. Khususnya salah satu Teknologi baru ini adalah protokol komunikasi *LoRa* yang menggunakan gelombang yang panjang untuk jalur komunikasi untuk mendapatkan jarak yang jauh. Ini sangat berguna di bidang pertanian dimana area komunikasinya adalah ladang tanaman yang luas dan *Greenhouse*.

Pengembangan yang disajikan mencakup *LoRa Shield* dengan sensor. Sensor mengukur kelembaban dan suhu dan mengirim data yang dikumpulkan oleh *LoRa gateway*, desain terdiri dari dua bagian: pertama adalah menyiapkan sensor yang mendukung (*IoT*) dan tujuannya adalah untuk mengukur dan mengontrol di dalam *Greenhouse* dan mengirim data *LoRa* ke *gateway*.

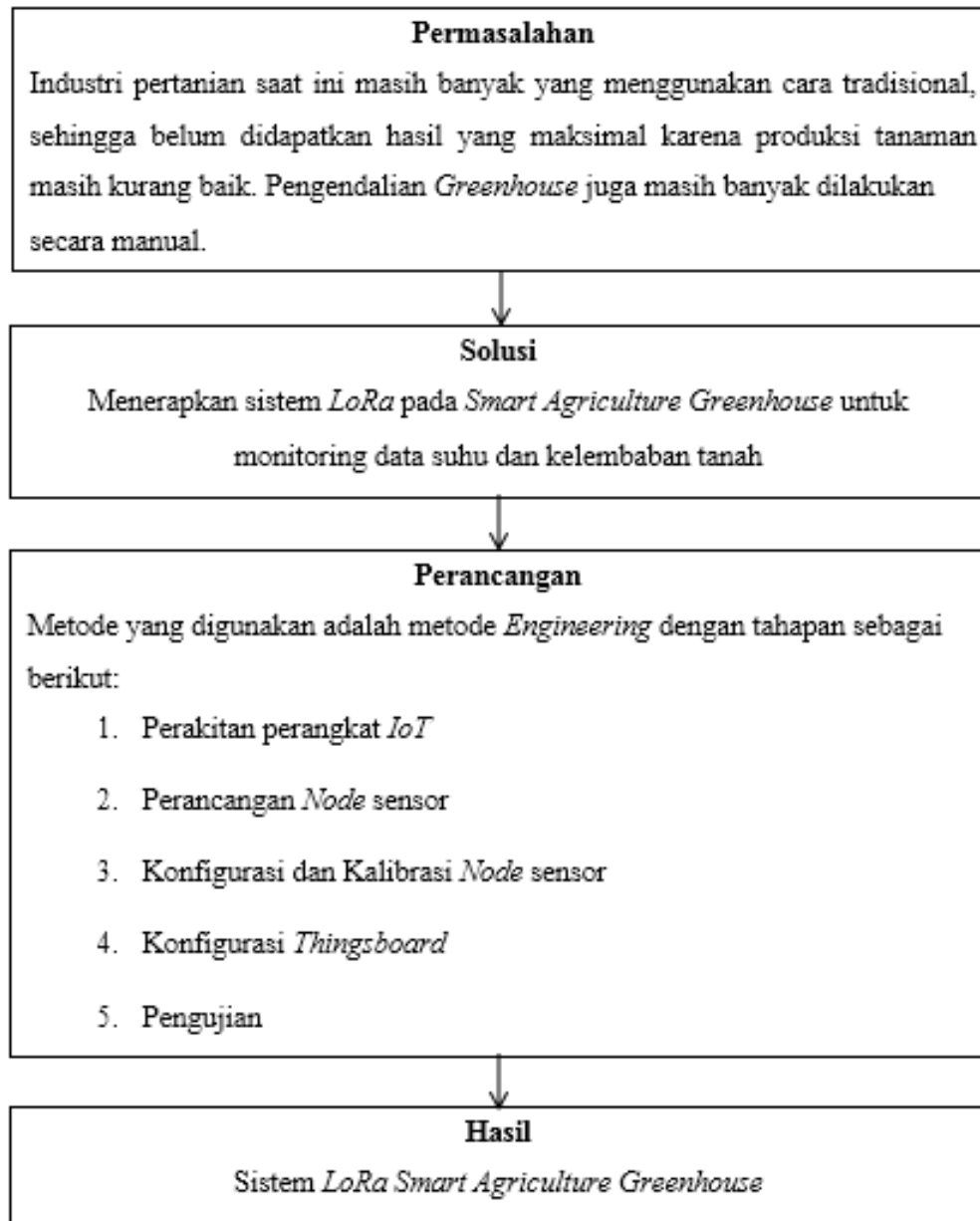
Kemudian untuk memantau dan mengontrol data pembacaan dari jarak jauh, menggunakan Teknologi *LoRa* untuk menerima data, dan menghubungkannya ke *Internet* atau menggunakan jaringan (*IoT*) untuk menyediakan akses, pemantauan, dan kontrol dari mana saja di dunia. Didapatkan data suhu dan kelembaban setelah *LoRa Shield* mengirim data ke *Dragino* sebagai *Gateway* yang terhubung langsung dengan *Thingsboard* yang memungkinkan pemantauan sensor di mana pun layanan *Internet* tersedia, sistem juga memberikan kemampuan untuk mengirim sinyal umpan balik ke *Greenhouse*. Proyek menyediakan kontrol *Greenhouse* terintegrasi pada jarak 2 hingga 15 km (Gutiérrez dkk., 2019).

1.2 Tujuan

Adapun tujuan utama Tugas Akhir ini yaitu mampu menghasilkan suatu sistem kendali *Smart Greenhouse* otomatis berbasis *mikrokontroler* Arduino *UNO* dan *LoRa Shield* 915 *Mhz* untuk mengirimkan nilai data input dari sensor ke *Thingsboard* untuk monitoring *Greenhouse*. Manfaatnya untuk membantu dan mempermudah petani untuk monitoring *Greenhouse*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan latar belakang dapat disusun suatu kerangka pemikiran yang disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran

1.4 Kontribusi

Kontribusi yang dapat diberikan penulis kepada pihak yang menggunakan seperti:

1. Bagi Petani Modern.

Kontribusi yang dapat diberikan yaitu petani dapat dengan mudah mengontrol dan memonitoring *Greenhouse* dari jarak jauh

2. Bagi Mahasiswa.

Kontribusi yang diberikan kepada mahasiswa yaitu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam perencanaan dan pembuatan *Smart Greenhouse* dan *Thingsboard*.

3. Bagi Politeknik Negeri Lampung.

Kontribusi yang dapat diberikan yaitu sebagai bahan referensi dan bahan belajar tentang *Smart Greenhouse* dan *Thingsboard*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab 2 penulis menjelaskan landasan teori yang terkait dengan permasalahan yang dibahas dan juga menjelaskan sistem yang akan digunakan pada Tugas Akhir ini. Adapun landasan teori yang digunakan sebagai berikut:

2.1 Perangkat-Perangkat *IoT*

IDE atau “*Integrated Development Environment*” yang merupakan perangkat resmi diperkenalkan oleh *Arduino.cc* yang utama berguna untuk mengunggah kode, mengkompilasi, mengubah kode pada *Arduino*.

Pada Bab ini, memperkenalkan Perangkat Lunak, bagaimana dapat menginstalnya, dan membuatnya siap untuk membuat aplikasi menggunakan modul *Arduino*.

1. *Arduino IDE* merupakan open source perangkat lunak yang utama untuk *create, compilation code to module*.
2. Ini adalah Perangkat Lunak *Arduino* resmi, membuat kompilasi kode terlalu mudah bahkan orang biasa dengan tidak ada pengetahuan teknis sebelumnya yang bisa membuat dengan proses pembelajaran.
3. Tersedia untuk sistem operasi *Linux, MAC*, dan juga *Windows* yang berjalan pada *Platform Java* juga dilengkapi dengan fungsi- fungsi dan perintah yang menjalankan peran sebagai *debugging, edit*, dan juga *compilation code*.
4. Modul *Arduino* yang tersedia termasuk *Arduino Mega, Arduino Uno, Arduino Micro, Arduino Leonardo* dan banyak lagi.
5. Masing-masing berisi mikrokontroler di *board* yang sebenarnya diprogram dan menerima informasi berupa kode.
6. *IDE* berisi dua bagian dasar: Editor dan *Compiler* yang pertama digunakan untuk menulis kode dan kemudian untuk *compilation* dan mengunggah kode ke modul *Arduino*.
7. Mendukung bahasa C++ dan C.

Mengunduh Perangkat Lunak dari situs *web* utama *Arduino*. Seperti yang di katakan sebelumnya, perangkat lunak ini juga tersedia untuk sistem operasi umum seperti *MACos*, *Linux*, *Windows*, penulis memilih untuk mengunduh perangkat lunak yang benar.

Versi yang mudah kompatibel dengan sistem operasi. Detail tentang *Home IDE* terutama di distribusikan ke dalam 3 bagian:

1. *Bar Menu*
2. *Editor Text*
3. *Panel Output*

Saat mendownload dan membuka software *IDE*, muncul seperti Gambar 2.



Gambar 2. *Arduino IDE*.

Menu Bar yang terdiri dari lima *opsi* berbeda sebagai berikut;

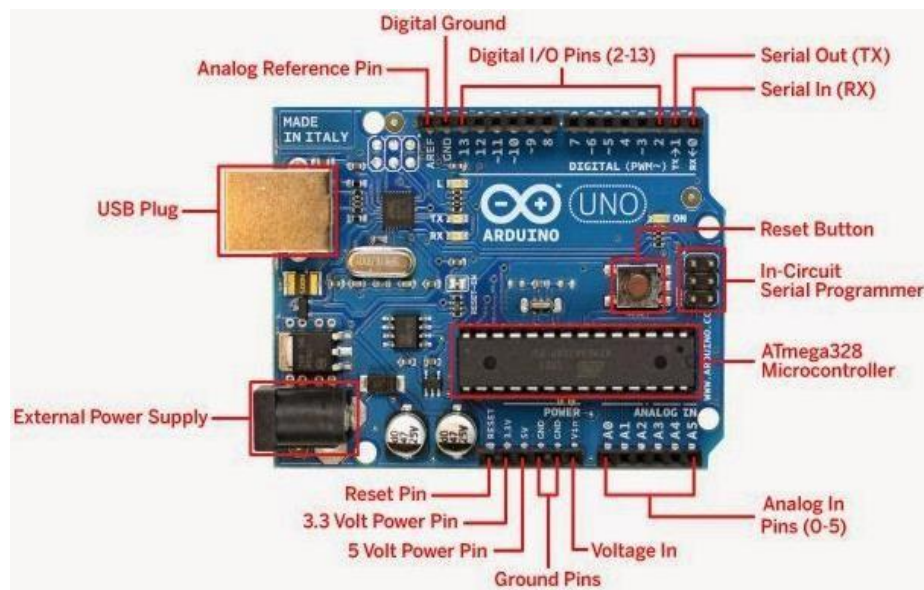
- a. *File* – berguna untuk membuat *file-file* baru atau membuka *file-file* yang sudah ada sebelumnya dan pada *compile*, itu akan menunjukkan kepada Anda *file hex* yang telah dihasilkan untuk sketsa terbaru yang akan kirim ke *Board Arduino* untuk tugas spesifik.
- b. *Edit* – Digunakan untuk menyalin dan menempelkan kode dengan modifikasi lebih lanjut untuk *font*
- c. *Sketsa* – Untuk *compilation program*.
- d. *Alat* – Digunakan untuk pengujian. Bagian *Program* di panel untuk *burning a bootloader* mikrokontroler baru.
- e. *Bantuan* – Jika Anda merasa skeptis tentang perangkat lunak, bantuan lengkap tersedia sejak awal untuk pemecahan masalah. Enam Tombol yang muncul di bawah *Menu Tab* terhubung dengan program yang berjalan.

Tanda yang muncul berupa centang digunakan untuk verifikasi kode. Tanda panah akan mengunggah kode yang sudah di buat pada *board Arduino*. Panah ke atas dicadangkan berfungsi untuk membuka proyek *Arduino* yang sudah ada. Panah ke bawah berfungsi untuk *save code* yang sedang berjalan. *Serial Monitor* berada pada tombol di sudut kanan atas yang berfungsi sebagai terminal yang menjalankan peran penting untuk mengirim maupun menerima data. Bisa juga ke *panel Tools* dan pilih *Serial Monitor* menekan *Ctrl + Shift + M* sekaligus akan membuka Pemantau Seri. *Serial Monitor* sebenarnya akan membantu *debug* sketsa tertulis yang bisa mendapatkan pegangan tentang bagaimana *program* tersebut sedang beroperasi. *Modul Arduino* harus terhubung komputer dengan kabel *USB* agar *Serial Monitor* aktif. Harus memilih *baud rate* dari *Arduino Board* yang digunakan saat ini. Untuk *baud Rate* adalah 9600.

Dalam makalah ini penulis akan menunjukkan sekilas mikrokontroler *Arduino* dan beberapa aplikasinya dan bagaimana penggunaannya dalam pembelajaran. *Arduino* yang merupakan mikrokontroler yang digunakan dalam *prototype* elektronik. Perangkat keras *Arduino* dan komponennya harus dilihat. Perangkat Lunak dan Lingkungan tempat *Arduino* berjalan juga diperhatikan. Beberapa aplikasi akan diambil sebagai contoh yang dapat membantu membuat pembelajaran *Arduino* lebih menarik. Ini dapat digunakan sebagai cara utama untuk mendorong siswa dan orang lain untuk belajar lebih banyak tentang elektronik dan pemrograman (Galadima, 2014).

Digunakan juga mikrokontroler *Arduino* untuk mengendalikan DHT-22 Sensor dan *LoRa* Shield. *Arduino* berbentuk papan sirkuit mikrokontroler ATmega328. Papan yang memiliki 14 kaki input/output (I/O) dengan 6 pin dapat berfungsi sebagai *output PWM*. 6 *analog input*, soket adaptor, *USB*, tombol *reset*, dan *pin-pin header ICSP*, ini perlu agar mikrokontroler dapat dengan mudah terhubung kabel *USB* ataupun kabel *power supply* dan juga baterai. *UNO R3* menggunakan suatu *chip* khusus berupa *driver FTDI USB to serial* (Faturohman, 2017).

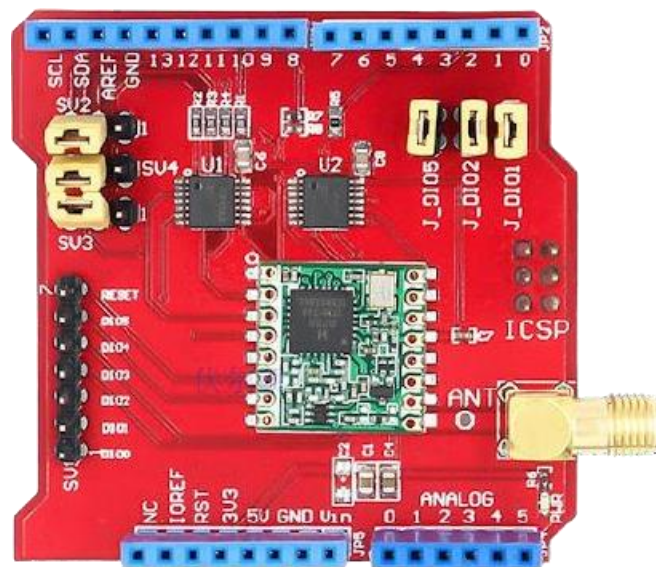
Tampilan *Arduino Uno* pada gambar 3.



Gambar 3. *Arduino Uno*

Pada *Smart Greenhouse* ini digunakan komunikasi *LoRa* sebagai komunikasi jarak jauh. *LoRa* merupakan Teknologi yang berfungsi membuat komunikasi long range. Ada banyak juga Teknologi nirkabel yang menggunakan modul frequency shift keying (*FSK*) untuk lapisan fisik karena modul ini sangat efisien untuk daya rendah, sedangkan *LoRa* menggunakan modul *chirp spread spectrum* (*CSS*) yang pertahankan karakter daya rendah tetapi signifikan meningkatkan jangkauan komunikasi (Petajarvi dkk., 2016). *LoRa* mempunyai kelebihan dibandingkan dengan jenis-jenis komunikasi lainnya seperti *bluetooth*, seluler ataupun *Wi-Fi*. Dan *LoRa* telah menjadi pendukung utama untuk beberapa Teknologi jaringan area luas (*LP-WAN*) berdaya rendah (Edward dkk., 2021).

Komunikasi *LoRa* menggunakan media untuk komunikasi radio jauh yang berbeda dengan protokol dan media komunikasi lainnya (Arijuddin dkk., 2019) maka *gateway* harus menjadi *interface* agar data yang dikirim dari sensor *Node* bisa sampai ke server yang diinginkan.



Gambar 4. Modul *LoRa Shield* 915 MHz

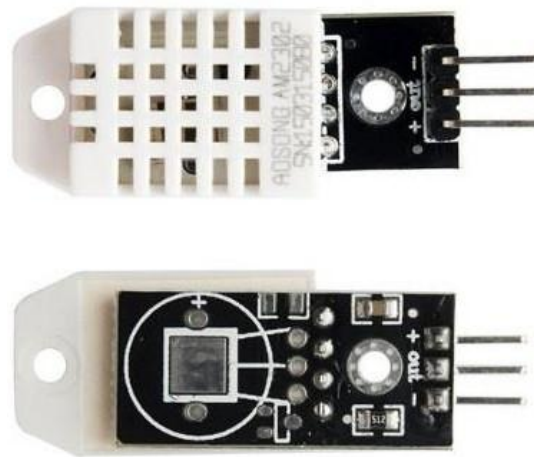
Modul *LoRa* yang diperjual belikan di Indonesia bekerja di frekuensi 433MHz, 868MHz, dan juga 915MHz. Menurut peraturan Menkominfo no 1 pada tahun 2019. Alokasi frekuensi oleh *LoRa* di Indonesia yaitu 915MHz.

Untuk *interface* digunakan perangkat *gateway* yang bernama Dragino *LoRa Gateway* dengan tipe OLG02. OLG02 adalah *open source dual channels LoRa Gateway*. Ini memungkinkan untuk menghubungkan jaringan nirkabel *LoRa* ke jaringan *IP* melalui *ethernet*, *WiFi*, atau seluler 3G/4G melalui modul *LTE* opsional. *LoRa* dapat digunakan untuk mengirim data dan mencapai rentang yang sangat panjang dengan data tingkat rendah. Ini menyediakan komunikasi spektrum penyebaran jarak jauh dan kekebalan interferensi tinggi. OLG02 memiliki metode koneksi internet yang banyak seperti *port ethernet*, *WiFi*, dan *port host USB*. Antarmuka ini menyediakan metode fleksibel bagi pengguna untuk menghubungkan jaringan sensor mereka ke internet. OLG02 dapat mendukung mode kerja *multiply* seperti mode repeater *LoRa*, mode *MQTT*, mode klien *TCP/IP*, mode Server *TCP/IP* agar sesuai dengan kebutuhan yang berbeda untuk koneksi *IoT* (Dragino Technology, 2010). Tampilan *LoRa Gateway* OLG02 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Dragino *LoRa Gateway Outdoor* (OLG02)

DHT-22 (Gambar 5) adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur kelembaban dan suhu relatif. Sensor DHT-22 menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur udara disekitarnya. *Output* sinyal pada *pin* data DHT-22 diklaim memiliki kualitas yang baik, dinilai dari respon perolehan data yang cepat dan ukurannya yang minimalis, serta dengan harga yang relatif murah jika dibandingkan dengan alat *thermohygrometer* (Abdulrazzak dkk., 2018).



Gambar 5. Sensor DHT-22

Digunakan adaptor sebagai sumber listrik. Adaptor adalah perangkat elektronik yang digunakan dalam rangkaian yang mengubah tegangan besar menjadi tegangan kecil, atau *AC to DC*. Adaptor adalah komponen utama peralatan pada elektronik. Juga Adaptor berfungsi untuk menurunkan daya tegangan menjadi tegangan kecil AC 3-12V tergantung kebutuhan perangkat. Berdasarkan sistem kerjanya, ada dua jenis adaptor: adaptor *system switching* dan adaptor *system step-down*. (Riskiono dkk., 2020).



Gambar 6. Adaptor 12V

Pada dasarnya kedua adaptor ini berbeda fungsi. adaptor *step down* yang menggunakan metode induksi magnet dan komponen-komponen utamanya adalah kawat lilitan pada inti besi. Ada 2 jenis lilitan kawat yaitu lilitan *primer* dan juga lilitan skunder, ketika aliran listrik memasuki kawat lilitan *primer* maka yang akan terjadi adalah induksi pada kawat lilitan dan medan magnet bekerja pada inti besi untuk menginduksi kawat lilitan skunder.

Sistem *switching* yang menggunakan metode *switching* transis dan *ic*, tetapi adaptor yang ini jauh lebih baik dari pada *step down*. Aliran *output* lebih stabil juga komponen suhu tidak tinggi sehingga dapat mengurangi tingkat risiko rusak akibat suhu berlebihan. Regulator ini juga biasa digunakan pada perangkat elektronik *digital*.

Dibagi menjadi empat jenis Adaptor, antara lain:

1. Adaptor *DC Converter* yang merupakan sebuah adaptor yang mampu mengubah aliran *DC* yang lebih besar menjadi aliran *DC* yang lebih kecil. Contoh: Dari 13V menjadi 7V.
2. Adaptor *Step Up* merupakan adaptor yang mampu mengubah aliran *AC* yang lebih kecil menjadi aliran *AC* yang lebih besar. Contoh: 120V menjadi 240V. Sedangkan Adaptor *Step Down* merupakan adaptor yang mampu mengubah aliran *AC* yang lebih besar menjadi aliran *AC* yang lebih kecil. Contoh: 240V menjadi 120V.
3. Adaptor *Inverter* merupakan adaptor yang dapat mengubah aliran *DC* yang lebih kecil menjadi aliran *AC* yang lebih besar. Contoh: 14V *DC* menjadi 240V *AC*.
4. Adaptor *Power Supply* merupakan adaptor yang dapat mengubah aliran *AC* yang lebih besar menjadi aliran *DC* yang lebih kecil. Contoh: 240V *AC* menjadi 7V, 10V, atau 13V *DC*.

Dashboard merupakan salah satu model aplikasi sistem informasi yang menampilkan sebuah informasi bagi para pengguna (Mahajan dkk., 2017). *Dashboard* telah banyak diadopsi oleh perusahaan atau kalangan bisnis. Salah satu contohnya ada sekitar 473 perusahaan menggunakan *dashboard* sebagai *Business Intelligence* bagi organisasinya. Survei terbaru menemukan bahwa *dashboard* menggantikan pelaporan dan analisis *ad-hoc* dalam sebuah organisasi perusahaan (Rahmayudha, 2017). *Dashboard* menampilkan parameter yang dipantau, diukur, dan dihitung (Bates dkk., 2016).

Membuat *dashboard* tersebut penulis menggunakan *platform Thingsboard*. *Thingsboard* merupakan *webservice* yang mengolah data *output* dari mikrokontroler yang akan ditampilkan dalam bentuk *chart*, grafik, *analog*, atau *digital*. Sistem ini menampilkan data-data *output* berupa kondisi *real time* pada sistem monitoring yang dibuat berupa *chart*, grafik, *analog*, dan juga *digital* (Yuswandari & Yuana, 2020).

Thingsboard merupakan *platform IoT open-source* untuk pengumpulan data, pemrosesan, dan visualisasi. *Thingsboard* memungkinkan konektivitas perangkat melalui protokol *IoT* standar seperti *CoAP*, *HTTP*, *TCP/IP*, *MQTT* serta mendukung penggunaan *cloud* dan lokal. *Thingsboard* menggabungkan skalabilitas, kinerja, dan toleransi kesalahan, sehingga *tidak* ada data yang hilang (De Paolis dkk., 2018).

Penggunaan *platform* ThingsBoard yang memungkinkan integrasi perangkat *IoT* yang berbeda ke dalam satu sistem (Sălăgean & Zinca, 2020). *Greenhouse* menjadi penerapan Teknologi modern baik dilingkungan petani modern. *Greenhouse* juga disebut sebagai rumah kaca, Pada umumnya *Greenhouse* terbuat dari bahan-bahan yang tembus cahaya. Dengan hadirnya serangkaian Teknologi baru terjangkau seperti mikrokontrol dan sensor, penulis telah mendapatkan beberapa cara untuk membuat budidaya pertanian menjadi jauh lebih efisien (Musthafa dkk., 2018).

Salah satu yang pernah dilakukan untuk memudahkan pengamatan pada *Greenhouse* yaitu dapat merekayasa suhu, kelembaban udara, penyiraman dan juga sirkulasi udara. *Greenhouse* bertujuan untuk memberikan cahaya yang optimal dan melindungi tanaman dari iklim yang merugikan yang memberikan lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman. *Smart Greenhouse* dibangun dengan kemampuan manipulasi lingkungan. Perangkat pintar yang dipasang di *Greenhouse* terdiri dari banyak sensor, yang mengukur parameter lingkungan, seperti suhu dan kelembaban udara. Salah satu parameter kunci lingkungan adalah suhu. Perangkat menggunakan parameter ini untuk memberikan suhu yang tepat untuk pertumbuhan tanaman.

Data terukur dikirim ke *server* data dengan memanfaatkan *protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)* melalui arsitektur *Internet of Things (IoT)*. Perangkat pintar tersebut telah berhasil mengukur parameter dan melakukan rekayasa lingkungan. Sensor suhu dan kelembaban udara memiliki rata-rata kesalahan pengukuran dengan nilai 0,9 derajat *Celcius* dan *persentase* 7,22. Selain itu, perangkat telah berhasil mentransmisikan data terukur dengan menggunakan protokol *MQTT* (Sofwan dkk., 2020).



Gambar 7. *Greenhouse* (Rumah Kaca)

Dengan menambahkan perangkat otomatis, diharapkan menjadi *Greenhouse* yang mampu mengurangi kekhawatiran petani juga pengelola terhadap tanamannya ketika sedang bepergian dalam jangka waktu sedikit lebih lama.