

**TESIS**  
**DESAIN ARSITEKTUR SISTEM CERDAS BERBASIS IOT**  
**PADA BIDANG PERTANIAN PRESISI DI BANGLADESH**



**AREFIN ISLAM SOURAV**

**No. Mhs.: 195303060**

**PROGRAM STUDI MAGISTER INFORMATIKA**

**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

**2020**



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

---

### PENGESAHAN TESIS

Nama : AREFIN ISLAM SOURAV  
Nomor Mahasiswa : 195303060  
Konsentrasi : INOVASI ILMU KOMPUTASI  
Judul Tesis : DESAIN ARSITEKTUR SISTEM CERDAS  
BERBASIS IOT PADA BIDANG PERTANIAN  
PRESISI DI BANGLADESH

**Nama Pembimbing**

**Tanggal**

**Tanda Tangan**

Dr Andi Wahyu Rahardjo Emanuel,  
BSEE., MSSE

.....

Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng.,  
Ph.D.

.....



### PENGESAHAN TESIS

Nama : AREFIN ISLAM SOURAV  
Nomor Mahasiswa : 195303060  
Konsentrasi : INOVASI ILMU KOMPUTASI  
Judul Tesis : DESAIN ARSITEKTUR SISTEM CERDAS  
BERBASIS IOT PADA BIDANG PERTANIAN  
PRESISI DI BANGLADESH

**Nama Pembimbing**

**Tanggal**

**Tanda Tangan**

Dr Andi Wahyu Rahardjo Emanuel,  
BSEE., MSSE  
(Penguji/Pembimbing I)

.....

Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto,  
M.Eng., Ph.D.  
(Penguji/ Pembimbing II)

.....

Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.  
(Penguji)

.....

Ketua Program Studi

Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D.

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini belum diserahkan untuk gelar Magister di perguruan tinggi, dan sejauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang telah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dirujuk dalam teks ini dan disebutkan dalam bibliografi.



## INTISARI

Pertanian di Bangladesh menjadi salah satu sektor produksi terbesar di kawasan Asia Selatan. Namun, dalam praktiknya para petani masih menerapkan metode pertanian tradisional. Hal ini dirasa tidaklah efisien untuk menghasilkan bahan pangan yang cukup untuk masa depan melihat populasi yang kian bertambah dari waktu ke waktu.

Ada banyak ruang lingkup di bidang pertanian untuk dikembangkan di Bangladesh. Salah satu dengan menerapkan arsitektur sistem cerdas berbasis teknologi pada bidang pertanian presisi yang dapat memperlancar kegiatan pertanian tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan arsitektur sistem cerdas di bidang pertanian presisi berbasis IoT di Bangladesh. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini menggabungkan beberapa sensor yang kompatibel dengan unit mikrokontroler, platform cloud IoT, dan aplikasi mobile.

Sistem ini disimulasikan dalam perangkat lunak *Cisco Packet Trace* (Versi 7.3.1). Sensor mengumpulkan data lingkungan dari lapangan dan memprosesnya dalam platform cloud untuk menghasilkan informasi. Dan pada akhirnya Petani dapat mengakses informasi melalui aplikasi seluler dan membuat keputusan cerdas berdasarkan informasi untuk meningkatkan produksi tanaman. Sistem ini mendukung pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan dapat memantau faktor lingkungan dan memanipulasi berbagai status aktuator untuk menjaga lingkungan yang sesuai untuk tanaman.

**Kata kunci: IoT, pertanian presisi, simulasi.**

## ABSTRACT

Despite being the largest production sector, agriculture in Bangladesh is still backdated. The traditional methods followed in the Agri-areas are inefficient to produce enough food for the growing population in near future.

There are numerous scopes in the agricultural field to develop in Bangladesh. Application of a technology-based smart system architecture in the field of precision agriculture can smoothen the traditional farming activities. This study aims to introduce a smart system architecture in the field of precision agriculture based on IoT in Bangladesh. The method applied in this study is combining several sensors compatible with the microcontroller unit, IoT cloud platform, and mobile application.

The system is simulated in Cisco Packet Trace (Version 7.3.1) software. The sensors collect environmental data from the fields and process them in a cloud platform to produce information. Farmers can access the information through a mobile application and make a smart decision based on the information to improve crop production. The system supports remote monitoring and controlling. The simulated result shows that the proposed system can monitor environmental factors and manipulate various actuator status to keep the environment suitable for the crops.

**Keywords: : IoT, Precision Agriculture, Simulation.**

## KATA PENGANTAR

Pembuatan Thesis ini merupakan syarat wajib yang harus ditempuh dalam program studi Magister Informatika Universitas Atma Jaya.

Dalam penyusunan Thesis penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lain berkat bantuan dari beberapa pihak, maka dari itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Dengan rasa terima kasih yang luar biasa, penulis mengakui dukungan penuh dari Beasiswa Kemitraan Negara Berkembang (KNB), sebuah program kemitraan negara berkembang atas beasiswa yang disediakan untuk program gelar master, tanpa beasiswa ini, penulis tidak mungkin bisa menyelesaikan studi saya. Terima kasih sangat khusus kepada staff Kantor Kerjasama dan Promosi / UAJY
2. Bapak Dr Andi Wahyu Rahardjo Emanuel, BSEE., MSSE selaku dosen pembimbing I yang sudah membantu dan meluangkan waktu untuk bimbingan serta memberikan petunjuk untuk menyelesaikan pembuatan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang sudah membantu dan meluangkan waktu bimbingan serta memberikan petunjuk dan masukan untuk menyelesaikan pembuatan tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua, keluarga, dan teman teman kuliah yang memberi semangat dan doa agar penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen Universitas Atma Jaya Yogyakarta beserta karyawan universitas atma jaya yang sudah membantu dan mengajar penulis pada saat perkuliahan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tesis ini jauh dari segi persiapan, bahasa atau penulisan. Oleh karena itu, penulis menunggu kritik dan saran untuk membantu penulis menyempurnakan Tesis. Semoga Thesis ini bermanfaat kepada pembaca.

Yogyakarta, 23<sup>rd</sup> October 2020

## DAFTAR ISI

<b>BAB I</b>	
<b>PENGANTAR</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah	3
1.3 Lingkup Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Kontribusi Penelitian	6
1.6 Organisasi Penelitian	6
<b>BAB II</b>	
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Latar Belakang	8
2.2 Pertanian Presisi	9
2.3 Internet of Things (IoT)	11
2.4 IoT dalam pertanian presisi	13
<b>BAB III</b>	
<b>ARSITEKTUR SISTEM YANG DIUSULKAN</b>	16
Alat yang digunakan:	20
<b>BAB IV</b>	
<b>SIMULASI DAN HASIL</b>	
4.1. Area Aplikasi:	22
4.2. Simulasi	26
4.2.1 Gambaran umum	26
4.2.2 Perintah Konfigurasi Router	29
4.2.3 Menetapkan nama domain untuk server IoT di DNS server	30
4.2.4 Konektivitas perangkat ke Home Gateway dan IoT Server	32
4.2.5 Registrasi Perangkat ke Server IoT	34
4.3. Pemantauan dan Pengendalian	38
4.4. Evaluasi kinerja	40
<b>BAB V</b>	
<b>KESIMPULAN</b>	
5.1 Batasan Studi	53
5.2. Manfaat Pembelajaran	53
5.3 Pekerjaan Masa Depan	54
5.4 Kesimpulan	54
Tinjauan Pustaka	56
Lampiran A	59



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1:	Petani yang bekerja di lading di Bangladesh	1
Gambar 2:	Area Aplikasi Arsitektur Sistem Cerdas yang Diusulkan	16
Gambar 3:	Arsitektur Sistem Cerdas yang Diusulkan	17
Gambar 4:	Tampilan Berlapis Arsitektur Sistem Cerdas yang Diusulkan	18
Gambar 5:	Tampilan Booting Awal <i>Packet Tracer</i>	20
Gambar 6:	Lingkungan Kerja Default pada <i>Packet Tracer</i>	21
Gambar 7:	Zona beras Boro di Bangladesh	23
Gambar 8:	Lokasi area Dinajpur di Bangladesh	24
Gambar 9:	Jaringan Simulasi	26
Gambar 10:	Lingkungan Pemrograman Unit Mikrokontroler	28
Gambar 11:	Menetapkan Nama Domain di DNS server	31
Gambar 12:	Menambahkan Modul wireless pada Aktuator	32
Gambar 13:	Pengaturan Konektivitas Perangkat ke Home Gateway	33
Gambar 14:	Mengaktifkan Server Registrasi IoT	34
Gambar 15:	Registrasi Perangkat ke Server IoT	35
Gambar 16:	Permintaan Ping dari Jaringan yang Sama	36
Gambar 17:	Permintaan Ping dari Jaringan Jarak Jauh	37
Gambar 18:	Antarmuka Login untuk Pemantauan IoT dan Antarmuka Pemantauan untuk Perangkat Jaringan yang Sama	39
Gambar 19:	Antarmuka Login Pemantauan IoT dan Antarmuka Pemantauan dari Perangkat Jaringan Jarak Jauh	40
Gambar 20:	Dampak Sistem Penyemprotan Air terhadap Kelembaban selama Tahap Awal	44
Gambar 21:	Pemeliharaan Level Air selama Tahap Awal	46
Gambar 22:	Dampak Sistem Penyemprotan Air pada Kelembaban selama Tahap Pertengahan	50
Gambar 23:	Pemeliharaan Level Air selama Tahap Pertengahan	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 1:	Tabel Ringkasan Aplikasi IoT di Pertanian	14
Tabel 2:	Kondisi Cuaca khusus pada di Wilayah Dinajpur	25
Tabel 3:	Respons Aktuator dan Parameter Cuaca yang Terkendali selama Tahap Awal	41
Tabel 4:	Respons Aktuator dan Parameter Cuaca yang Terkendali selama Tahap Tengah	47



# BAB I

## PENGANTAR

### 1.1 Latar Belakang

Bangladesh adalah salah satu negara terpadat di dunia yang memiliki populasi 161,36 juta pada tahun 2018 (*Country Profile: Bangladesh*, 2018) dan diperkirakan akan melebihi 200 juta pada tahun 2050. Perekonomian Bangladesh sebagian besar bergantung pada sektor pertanian. 14,7% dari PDBnya berasal dari pertanian dan 40,6% orang secara langsung dan tidak langsung terkait dengan kegiatan pertanian (*Bangladesh Economy in FY2017-18*, 2018).



**Gambar 1: Petani yang bekerja di lading di Bangladesh**

[Sumber gambar: Gambar oleh *jahedul02* dari 'pixabay.com']

Luas lahan pertanian menyusut setiap tahun karena laju pertumbuhan penduduk yang pesat. Akibatnya, ruang lingkup untuk memperluas lahan yang dapat diolah menjadi terbatas sehingga produksi pangan yang cukup untuk jumlah penduduk yang besar ini akan menjadi tantangan besar dalam waktu dekat. Sistem cerdas arsitektur berbasis teknologi dapat menjadi solusi yang lebih baik untuk meningkatkan produksi pangan, menekan biaya produksi, dan meningkatkan keberlanjutan pangan (Lakhwani *et al.*, 2019).

Kemajuan teknologi telah banyak mengubah sistem pertanian selama beberapa dekade terakhir. Teknologi maju baru telah muncul, dan para petani menggunakannya dalam kegiatan bertani untuk meningkatkan produksi pangan. Di negara maju, mengadopsi teknologi relatif lebih mudah daripada di negara berkembang. Di negara berkembang seperti Bangladesh, petani merasa lebih nyaman menggunakan metode tradisional daripada mengadopsi teknologi baru karena kurangnya pengetahuan yang tepat, biaya, dan ketidakpastian efektivitas teknologi baru (Takahashi, Muraoka and Otsuka, 2020). Metode manual penanaman tradisional tidak cukup untuk mendapatkan potensi penuh dari lahan yang dapat digarap. Potensi signifikan dari sektor produksi pangan negara berkembang dapat dicapai dengan mengadopsi teknologi digital. Belakangan ini, Internet of Things (IoT) telah mendapatkan banyak popularitas dan perhatian di antara para peneliti dan praktisi karena bidang aplikasinya yang beragam dan banyak manfaatnya. Penerapan IoT di bidang kegiatan pertanian masih merupakan konsep baru. Studi yang sedang berlangsung telah menemukan berbagai

kemungkinan yang penting dengan menggunakan teknologi IoT di bidang pertanian presisi (Mohanraj, Ashokumar and Naren, 2016; Tzounis *et al.*, 2017).

## 1.2 Pernyataan Masalah

Pertanian dan ekonomi non-pertanian pedesaan adalah sumber mata pencaharian utama bagi masyarakat pedesaan di Bangladesh. Ketika dunia semakin maju dalam kegiatan pertanian dengan memanfaatkan inovasi teknologi, pertanian Bangladesh masih berada pada posisi terbelakang dibandingkan dengan negara-negara maju. Dalam kebanyakan kasus, petani Bangladesh menggunakan metode pertanian tradisional. Namun, perbedaan antara jumlah yang dihasilkan dan potensi produksi tetap besar karena petani gagal memaksimalkan penggunaan lahan. Menurut Bank Dunia (The World Bank, 2014), Pertanian di Bangladesh digolongkan oleh pertanian kecil yang didominasi padi, yang telah berkontribusi besar dalam meningkatkan swasembada pangan selama 30 tahun terakhir. Namun, swasembada ini terus terancam oleh penambahan jumlah penduduk dan stagnasi hasil panen. Inti masalahnya adalah “kesenjangan hasil”, perbedaan antara jumlah yang diproduksi dan potensi produksi, yang sebagian besar tetap ada karena petani gagal memaksimalkan penggunaan lahan. Teknologi yang lemah banyak disalahkan. Para petani kekurangan mesin dan sistem informasi untuk menyimpan produk mereka pasca panen atau untuk mengolahnya menjadi komoditas bernilai tinggi seperti jus buah dan selai. Kurangnya diversifikasi tanaman, lahan pertanian

yang memburuk dan menurun, serta hubungan yang buruk dengan pasar juga berperan penting. Akibatnya, banyak potensi penjualan yang hilang.

Teknologi dasar yang digunakan dalam pertanian Bangladesh sebagian besar didasarkan pada mesin pertanian seperti mesin anakan listrik, traktor, mesin diesel, pompa air, mesin pemanen gabungan, rotavator, beras, dan beberapa mesin penuai gandum yang dikembangkan secara lokal, dll. Para petani juga menggunakan kegiatan pertanian berbasis ternak seperti penyiangan dan penggilingan. Teknik dan teknologi manual seperti ini saja tidak dapat mencapai potensi penuh dari sektor pertanian. Untuk menggunakan teknologi manual, petani tidak dapat mengambil keputusan yang tepat di mana teknologi dan metode digital dapat membantu meningkatkan produksi. Pertanian juga rentan terhadap banyak masalah perubahan iklim dan bencana alam. Akibatnya, produksi tanaman tidak dapat memenuhi harapan yang diinginkan oleh petani. Untuk menangani permasalahan tersebut, arsitektur sistem berbasis IoT dapat menjadi solusi cerdas untuk kegiatan pertanian di Bangladesh.

### **1.3 Lingkup Masalah**

Arsitektur cerdas secara keseluruhan berbasis teknologi IoT dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas, sehingga;

1. Penelitian ini memanfaatkan teknologi IoT dan komputasi awan.
2. Penelitian ini menawarkan desain arsitektur sistem cerdas berbasis IoT yang akan meningkatkan kegiatan pertanian seperti pemantauan dan

pengendalian serta membantu petani dalam mengambil keputusan yang cerdas.

3. Penelitian ini mengembangkan solusi IoT yang mengurangi kebutuhan interaksi manusia dalam pemantauan pertanian dan menyediakan fasilitas pengendalian yang tepat.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang arsitektur sistem cerdas berbasis IoT di bidang pertanian presisi berbasis IoT di lingkungan pertanian Bangladesh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memantau parameter lingkungan dan memelihara lingkungan yang sesuai di lahan tanaman untuk produksi hasil yang lebih baik. Arsitektur sistem cerdas berfokus pada memantau dan mengontrol parameter cuaca menggunakan IoT dan teknologi cloud computing. Sistem tersebut menggunakan beberapa perangkat sensor yang saling berhubungan (misalnya sensor suhu, kelembaban, dan ketinggian air) untuk mendeteksi parameter lingkungan dan platform cloud untuk memantau dan menganalisis data secara real-time. Platform cloud memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol beberapa aktuator seperti sistem tetesan, sistem pasokan air, sistem drainase air, dan sistem semprotan air. Arsitektur sistem cerdas otomatis mengurangi upaya manusia di bidang pertanian dan memelihara lingkungan yang sesuai untuk produksi tanaman.

### **1.5 Kontribusi Penelitian**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemantauan tanaman tradisional dan kegiatan pengendalian lingkungan menjadi lebih akurat dan tepat. Implementasi yang tepat dari arsitektur sistem cerdas yang diusulkan di bidang tanaman mengurangi upaya manusia dan meningkatkan manfaat pertanian. Dikarenakan sistemnya yang otomatis, hal ini membuat proses pemantauan tanaman biasa lebih mudah dan nyaman. Arsitektur sistem cerdas generik ini dapat digunakan untuk berbagai tanaman dengan memodifikasi sensor dan perangkat aktuator sesuai dengan kebutuhan mereka, yang membuat arsitektur sistem yang fleksibel ini lebih mudah diadopsi. Penerapan arsitektur sistem cerdas yang tepat ini diharapkan dapat membantu petani dalam mengambil keputusan pengelolaan usahatani yang lebih baik.

### **1.6 Organisasi Penelitian**

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu sebagai berikut:

#### **BAB I Pendahuluan**

Bab 1 menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, ruang lingkup masalah, tujuan penelitian, dan kontribusi penelitian. Bagian ini juga berisi ringkasan tentang bagaimana penelitian itu diatur.



## **BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab 2 menjelaskan konsep, pekerjaan terkait, dan penelitian sebelumnya yang terkait dengan studi ini. Situasi saat ini dalam kemajuan teknologi di sektor pertanian di Bangladesh, konsep pertanian presisi, internet of things (IoT), aplikasi teknologi IoT, dan dampak yang dicapai dijelaskan pada bagian ini.

## **BAB III Arsitektur Sistem yang Diusulkan**

Bab 3 menjelaskan tentang arsitektur sistem yang diusulkan dalam penelitian ini. Bab ini menjelaskan pendekatan penelitian dan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Alat yang digunakan untuk penelitian ini juga diperkenalkan pada bab ini.

## **BAB IV Simulasi dan Hasil**

Penelitian ini mengikuti pendekatan berbasis simulasi. Bab 4 awalnya membahas bidang penerapan penelitian. Bab ini juga menjelaskan proses simulasi secara rinci. Terakhir, bab ini mengevaluasi simulasi kinerja dan membahas hasilnya.

## **BAB V Kesimpulan**

Bab ini adalah bab terakhir dari studi ini. Pada bab ini dibahas batasan penelitian. Bab ini juga mencakup pentingnya studi dan pekerjaan di masa depan. Bab ini berisi ringkasan hasil penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Latar Belakang**

Pertanian merupakan sektor terpenting dalam mendukung perekonomian di Bangladesh, yang mana memberikan kontribusi sebesar 17,5% terhadap PDB nasional dan menyediakan lapangan kerja bagi 48,4% populasi penduduk. Hampir 50% penduduk Bangladesh utamanya bekerja pada bidang pertanian, dengan lebih dari 70% wilayahnya digunakan untuk bercocok tanam (The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)). Tanaman utama yang dibudidayakan antara lain seperti padi, rami, gandum, teh, kacang-kacangan, minyak sayur, sayuran, dan buah-buahan. Secara keseluruhan, meskipun pertanian memberikan kontribusi dengan persentase besar pada perekonomian di Bangladesh, akan tetapi hal tersebut masih tetap berbasis subsisten atau dengan kata lain hanya sebagai pemenuhan kebutuhan untuk masyarakat itu sendiri, dengan hasil panen yang tidak pasti dan infrastruktur yang tidak efisien membatasi kemampuan petani untuk sepenuhnya memperdagangkan produk mereka. Selain itu, rendahnya kemampuan literasi di kalangan petani, sulit untuk membuat komunitas ini menyadari perlunya menerapkan teknologi pertanian yang baru.

Namun selama beberapa dekade, skenario pertanian telah berubah secara signifikan. Kemajuan dan adaptasi teknologi telah sangat mempengaruhi kegiatan pertanian di Bangladesh. Pada 2015, Baudron et al. menegaskan bahwa pertanian Bangladesh sebagai salah satu ekonomi pertanian paling mekanis di Asia Selatan

(Baudron *et al.*, 2015). Para petani telah mengadopsi berbagai teknologi seperti teknologi pupuk, pestisida dan obat-obatan, irigasi, dan teknologi mekanis (misalnya pompa irigasi, mesin pengirik, dan pengolah daya) (Aryal *et al.*, 2019). Tetapi teknologi canggih terkini di bidang pertanian (misalnya IoT, Big Data Analytics, Cloud Computing, Pertanian Presisi) masih belum menjadi praktik umum bagi pertanian di Bangladesh.

## 2.2 Pertanian Presisi

Pertumbuhan populasi dunia yang terus bertambah telah mengakibatkan meningkatnya permintaan akan produk pertanian. Namun, pada saat yang sama kemampuan dan ketersediaan pasokan menyusut akibat berkurangnya ketersediaan lahan dan perubahan iklim. Para analisis mengklaim bahwa "revolusi teknologi pertanian" diperlukan dan pertanian presisi muncul sebagai solusi yang didorong oleh inovasi. Pertanian presisi didasarkan pada pengelolaan input di lapangan yang optimal sesuai dengan kebutuhan tanaman yang aktual. Teknologi ini mencakup teknologi berbasis data, termasuk sistem penentuan posisi satelit seperti GPS, penginderaan jauh, dan internet, untuk mengelola tanaman dan mengurangi penggunaan pupuk, pestisida, dan air (EurActive, 2015).

Pengenalan teknologi baru ini membantu petani untuk mengelola lahan pertanian mereka secara berkelanjutan dengan mempertimbangkan “detail terkecil” dari pertanian sehari-hari. Dalam pertanian presisi, petani dapat memanfaatkan penggunaan bahan kimia (pestisida atau pupuk) sebaik mungkin,

berkontribusi pada perlindungan tanah dan air tanah sekaligus meningkatkan efisiensi produksi. Kualitas produk ditingkatkan, dan konsumsi energi berkurang secara signifikan. Dengan menggunakan sensor, petani juga dapat mengidentifikasi area spesifik di lapangan yang membutuhkan perawatan tertentu dan memfokuskan penggunaan bahan kimia hanya pada poin-poin spesifik ini, mengurangi jumlah bahan kimia yang digunakan dan melestarikan lingkungan. Hal ini berbeda dengan praktek tradisional dimana berbagai kegiatan pertanian seperti irigasi, pemupukan, insektisida, dan herbisida diterapkan secara seragam di seluruh lahan, dengan mengabaikan adanya variabilitas. Para peneliti memperkirakan pasar pertanian presisi sudah mencapai 2,3 miliar euro pada 2014 di tingkat global, yang kedepannya diharapkan tumbuh pada tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 12% hingga 2020 (EurActive, 2015).

Terdapat banyak konsep dan definisi untuk pertanian presisi yang telah diajukan di luar sana. Salah satu di antaranya, International Society of Precision Agriculture (ISPA) mengambil satu definisi rinci dari pertanian presisi berdasarkan survei dan pemungutan suara. Menurut ISPA (International Society of Precision Agriculture (ISPA), 2018), "pertanian presisi adalah strategi manajemen yang mengandalkan teknologi informasi dan komunikasi untuk menentukan keputusan yang terkait dengan produksi tanaman untuk mengurangi jejak lingkungan." N. Thompson *et al.* (2019) dalam penelitiannya, menyebutkan teknologi utama dari pertanian presisi - pemantauan hasil panen, bimbingan dan pengendalian diri, pengendalian pupuk, serta pengambilan sampel tanah secara akurat. Di negara-negara maju, pertanian presisi sekarang menjadi praktik populer untuk

meningkatkan produksi hasil dan manajemen pertanian yang lebih baik. Teknologi pertanian presisi lebih mudah diadaptasi pada pertanian besar daripada pertanian kecil dan menengah karena berbagai faktor seperti pengetahuan teknis dan biaya implementasi. Namun, M. Afroj *et al.* (2016) menyatakan bahwa, meskipun pertanian presisi menantang untuk diterapkan secara luas di negara berkembang seperti Bangladesh, manfaatnya bisa lebih dari sekadar tantangan.

### **2.3 Internet of Things (IoT)**

Dalam beberapa tahun terakhir, Internet of Things (IoT) telah mendapatkan banyak perhatian di antara para peneliti dan praktisi karena area aplikasinya yang beragam dan banyak memberikan manfaat. Ide dasar IoT adalah di mana 'sesuatu' memiliki identitas, atribut, dan kepribadian virtual mereka sendiri bersama dengan antarmuka pintar (*smart interfaces*). Istilah IoT mencakup segala sesuatu yang terhubung ke internet, tetapi kini semakin sering digunakan untuk mendefinisikan objek yang dapat berkomunikasi satu sama lain. Dengan menggabungkan perangkat yang terhubung dengan sistem otomatis, kita dimungkinkan untuk mengumpulkan informasi, menganalisisnya, dan membuat tindakan untuk membantu seseorang dengan tugas tertentu. Ini adalah infrastruktur jaringan global yang dinamis dimana objek pintar (*smart objects*) terhubung secara virtual dengan kemampuan konfigurasi sendiri. Hal ini memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi tidak hanya dalam jaringan dekat tetapi lintas jenis jaringan yang berbeda dan menciptakan dunia yang jauh lebih terhubung.

IEEE mendefinisikan IoT sebagai -

- “ *Sebuah IoT adalah jaringan yang menghubungkan ‘Sesuatu’ yang dapat diidentifikasi secara unik ke internet. ‘Sesuatu’ memiliki aktuasi potensi dan kemampuan pemrograman. Melalui eksploitasi identifikasi dan penginderaan yang unik, informasi tentang ‘Sesuatu’ dapat dikumpulkan dan keadaan ‘Sesuatu’ dapat diubah dari mana saja, kapan saja, dengan apa saja.* ” (IEEE, 2015)

IoT menawarkan kesempatan untuk melakukan berbagai hal secara efisien, menghemat waktu, biaya, dan dalam prosesnya seringkali lebih dari itu. Hal ini memungkinkan perusahaan, pemerintah, dan otoritas publik untuk memikirkan kembali bagaimana mereka memberikan layanan dan memproduksi barang. Dalam dewasa ini, banyak tren IoT yang dapat diamati dalam beragam disiplin ilmu dan kehidupan sehari-hari. Kumpulan aplikasi ekstensif untuk perangkat IoT seringkali dibagi menjadi ruang konsumen, komersial, industri, dan infrastruktur. J. Gubbi dkk. (2013) mengidentifikasi lingkungan aplikasi yang sedang tren di IoT diantaranya - rumah / kantor pintar, ritel pintar, pertanian / hutan pintar, transportasi pintar, jaringan pintar dan manajemen daya, perawatan kesehatan pintar, kota pintar, sumber daya alam pintar, dan manajemen utilitas. Konsumen dapat menggunakan IoT untuk membantu mereka membuat reservasi restoran, memantau kemajuan latihan dan kesehatan mereka secara keseluruhan, dll. Bisnis dapat menggunakan IoT untuk memantau rantai pasokan, melacak kebiasaan belanja pelanggan serta mengumpulkan umpan balik mereka, memantau dan

mempertahankan tingkat persediaan, dan terlibat dalam pemeliharaan prediktif mesin dan perangkat mereka. IoT juga terbukti membantu di ITIL, yang merupakan sekumpulan manajemen layanan TI, detail penting, yang mana departemen TI diharapkan untuk melakukan lebih banyak dan lebih banyak lagi di dunia yang semakin digital, dengan lebih mengandalkan jaringan nirkabel. Blockchain, yang semakin sering digunakan sebagai metode transaksi dan pemrosesan data yang lebih efisien dan aman, adalah penerima manfaat alami dari teknologi IoT.

#### **2.4 IoT dalam pertanian presisi**

Pada tahun 2050, diperkirakan bahwa populasi hampir 10 miliar orang akan membutuhkan makanan hingga 70% lebih banyak daripada yang kita butuhkan saat ini (Ranganathan *et al.*, 2018). Salah satu cara untuk mengatasi tantangan ini adalah melalui pertanian cerdas. Saat ini, ranah penggunaan aplikasi IoT benar-benar luar biasa. Seperti banyaknya ranah aplikasi lainnya, IoT mulai mendominasi di sektor pertanian. Sensor IoT dapat membantu petani membuat keputusan yang lebih tepat untuk mencapai hasil panen yang lebih tinggi, produk berkualitas lebih baik, dan menghemat biaya dengan mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida. Praktik pertanian saat ini mencoba memperoleh kemungkinan tak terbatas dari teknologi IoT melalui penelitian dan implementasi untuk meningkatkan produksi pangan dan pengelolaan pertanian yang cerdas.

A. Islam *et al.* (2018) mengembangkan dan menerapkan sistem pemantauan cerdas berbasis Arduino Nano untuk praktik pertanian di Bangladesh. Dalam studinya, mereka menunjukkan bahwa para petani dapat memantau ladang mereka secara real-time dengan demikian dapat mengambil keputusan yang diperlukan. M. Maha *et al.* (2019) juga mengembangkan sistem papan pintar otomatis berbasis IoT yang mengurangi kompleksitas dalam kegiatan pertanian. Namun, arsitektur sistem kami akan menggunakan platform mikrokontroler yang berbeda dan perangkat sensor yang akan melayani tujuan yang berbeda. Berikut ini tabel yang merangkum beberapa aplikasi IoT terbaru di bidang pertanian presisi berdasarkan teknologi dan dampak yang dicapai di sektor pertanian.

**Tabel 1: Tabel Ringkasan Aplikasi IoT di Pertanian**

<b>Referensi</b>	<b>Teknologi / Metode / Alat</b>	<b>Dampak Tercapai</b>	<b>Area Agri</b>
(Mohanraj, Ashokumar and Naren, 2016)	<i>IoT, cloud computing, evapotranspiration method</i>	Mengurangi tenaga kerja dan pengelolaan air yang lebih baik	Pemantauan dan pengendalian pertanian
(Akkaş and Sokullu, 2017)	<i>MicaZ wireless module, TinyOS, ADO.NET</i>	Tingkatkan pemantauan data lingkungan di dalam <i>greenhouse</i>	Pertanian lingkungan terkendali
(Muangprathub <i>et al.</i> , 2019)	Jaringan sensor, aplikasi web dan seluler, teknologi <i>data mining</i>	Meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi biaya produksi	Pertanian lapangan terbuka



(Alonso <i>et al.</i> , 2020)	<i>Edge Computing, Artificial Intelligence, and Blockchain techniques</i>	Mengurangi biaya transfer data antara IoT dan cloud jarak jauh, keterlacakan, dan pengoptimalan sumber daya	Aplikasi <i>livestock</i>
(Tsang <i>et al.</i> , 2019)	<i>Blockchain, IoT</i>	<i>Shelf life adjustment, evaluasi penurunan kualitas</i>	Pelacakan rantai pasokan makanan
(Caro <i>et al.</i> , 2018)		Ketertelusuran aset yang transparan dan dapat diaudit	

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa aplikasi IoT terbaru dalam pertanian presisi didasarkan pada teknologi seperti jaringan sensor nirkabel, blockchain, artificial intelligence, big data, edge computing, cloud computing, dll. Penerapan teknologi IoT pada sektor pertanian yang beragam dapat mengurangi biaya serta tenaga manusia dalam kegiatan pertanian dengan manfaat tambahan lainnya.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Batasan Studi

Penelitian ini menggunakan software *Cisco Packet Tracer* untuk simulasi arsitektur sistem. Aktuator *built-in* seperti suplai air atau sprinkler tidak memberikan informasi berapa banyak air yang dapat mereka suplai dalam waktu tertentu. Aktuator hanya bereaksi secara visual (aktif atau tidak aktif) sesuai program. Sehingga, jumlah air sebenarnya yang dibutuhkan untuk proyek ini sulit ditentukan. Sekali lagi, studi penelitian yang andal tentang sektor IoT di lingkungan pertanian Bangladesh masih terbatas. Para peneliti harus mengandalkan data yang disediakan oleh situs web yang andal.

#### 5.2. Manfaat Pembelajaran

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat mempertahankan lingkungan yang cocok untuk tanaman. Implementasi yang tepat dari arsitektur sistem pintar yang diusulkan pada tanaman ini dapat memangkas waktu pemantauan dan meningkatkan manfaat pertanian. Karena sistemnya otomatis, maka proses pemantauan tanaman biasa menjadi lebih mudah dan nyaman. Arsitektur sistem pintar yang sama dapat digunakan untuk tanaman yang berbeda dengan memodifikasi sensor dan aktuator sesuai dengan kebutuhan,

sehingga arsitektur sistem yang fleksibel ini lebih mudah diadopsi. Diharapkan dengan arsitektur sistem pintar ini dapat membantu para petani untuk mengambil keputusan pengelolaan usaha tani yang lebih baik.

### **5.3 Pekerjaan Masa Depan**

Sebagai kelanjutan dari penelitian ini, para peneliti ingin mengimplementasikan arsitektur sistem ini dalam skenario nyata. Konsep serupa dapat diterapkan untuk berbagai jenis tanaman sesuai dengan kebutuhan mereka. Para peneliti ingin mengamati laju produksi padi dan mengetahui manfaat sistem pintar.

### **5.4 Kesimpulan**

Teknologi IoT telah menjadi bagian penelitian yang menarik karena manfaatnya dapat diaplikasikan di berbagai bidang. Studi terbaru menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dapat berperan positif di bidang pertanian. Kajian ini membahas tentang pengembangan arsitektur sistem pintar berbasis IoT di sektor pertanian yang memerlukan pengawasan dan pengendalian. Tujuan utama dari studi ini adalah untuk mempertahankan kisaran ketinggian air tertentu dan tingkat kelembaban yang sesuai pada tanaman di sawah dengan menggunakan teknologi IoT. Arsitektur sistem dirancang untuk memantau parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan ketinggian air di sawah. Perangkat sensor yang ditempatkan

di sawah mendeteksi data lingkungan. Perangkat mikrokontroler mengontrol perangkat aktuator seperti drainase air, suplai air, dan sistem semprotan air berdasarkan data dari perangkat sensor. Arsitektur sistem disimulasikan menggunakan perangkat lunak Cisco Packet Tracer. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem dapat mempertahankan level air dan kelembaban yang sesuai untuk budidaya padi. Simulasi juga menunjukkan bahwa sistem memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol seluruh sistem dari tempat yang jauh.



## TINJAUAN PUSTAKA

- AbdulGhaffar, A. A. *et al.* (2020) 'Internet of Things based multiple disease monitoring and health improvement system', *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. Springer Berlin Heidelberg, 11(3), pp. 1021–1029. doi: 10.1007/s12652-019-01204-6.
- Afroj, M., Kazal, M. M. and Rahman, M. M. (2016) 'Precision agriculture in the World and its prospect in Bangladesh', *Research in Agriculture Livestock and Fisheries*, 3(1), pp. 1–14. doi: 10.3329/ralf.v3i1.27853.
- Akkaş, M. A. and Sokullu, R. (2017) 'An IoT-based greenhouse monitoring system with Micaz motes', in *Procedia Computer Science*. Elsevier B.V., pp. 603–608. doi: 10.1016/j.procs.2017.08.300.
- Alonso, R. S. *et al.* (2020) 'An intelligent Edge-IoT platform for monitoring livestock and crops in a dairy farming scenario', *Ad Hoc Networks*, 98. doi: 10.1016/j.adhoc.2019.102047.
- Aryal, J. P. *et al.* (2019) 'Understanding factors associated with agricultural mechanization: A Bangladesh case', *World Development Perspectives*, 13(December 2016), pp. 1–9. doi: 10.1016/j.wdp.2019.02.002.
- Bangladesh Economy in FY2017-18: Interim Review of Macroeconomic Performance* (2018) Centre for Policy Dialogue (CPD). Available at: <https://cpd.org.bd/wp-content/uploads/2018/06/Bangladesh-Economy-in-FY2017-18-Interim-Review-of-Macroeconomic-Performance.pdf>.
- Baudron, F. *et al.* (2015) 'Re-examining appropriate mechanization in Eastern and Southern Africa: two-wheel tractors, conservation agriculture, and private sector involvement', *Food Security*, 7(4), pp. 889–904. doi: 10.1007/s12571-015-0476-3.
- Caro, M. P. *et al.* (2018) 'Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation', in *2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany)*, pp. 1–4. doi: 10.1109/IOT-TUSCANY.2018.8373021.
- Country Profile: Bangladesh* (2018) World Bank. Available at: [https://databank.worldbank.org/views/reports/reportwidget.aspx?Report\\_Name=CountryProfile&Id=b450fd57&tbar=y&dd=y&inf=n&zm=n&country=BGD](https://databank.worldbank.org/views/reports/reportwidget.aspx?Report_Name=CountryProfile&Id=b450fd57&tbar=y&dd=y&inf=n&zm=n&country=BGD) (Accessed: 25 May 2020).
- EurActive (2015) *Innovation - Feeding the World*. Available at: [https://euractiv.eu/wp-content/uploads/special-report/euractiv\\_special\\_report\\_-\\_innovation\\_feeding\\_the\\_world\\_0-1.pdf](https://euractiv.eu/wp-content/uploads/special-report/euractiv_special_report_-_innovation_feeding_the_world_0-1.pdf).
- Gubbi, J. *et al.* (2013) 'Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions', *Future Generation Computer Systems*. Elsevier B.V., 29(7), pp. 1645–1660. doi: 10.1016/j.future.2013.01.010.

- Guimarães, E. P., Food and the United Nations, A. O. (2007) *Marker-assisted Selection: Current Status and Future Perspectives in Crops, Livestock, Forestry and Fish*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=r3WvHj7cg4C>.
- IEEE (2015) *Towards a Definition of the Internet of Things (IoT)*. IEEE. Available at: [https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE\\_IoT\\_Towards\\_Definition\\_Internet\\_of\\_Things\\_Revision1\\_27MAY15.pdf](https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf) (Accessed: 2 June 2020).
- International Society of Precision Agriculture (ISPA) (2018) *Association Seeks Definitive Definition of “Precision Agriculture” — What’s Your Vote?* Available at: <https://www.precisionag.com/market-watch/association-seeks-definitive-definition-of-precision-agriculture-whats-your-vote/> (Accessed: 1 June 2020).
- Islam, A. *et al.* (2018) ‘IoT Based Power Efficient Agro Field Monitoring and Irrigation Control System: An Empirical Implementation in Precision Agriculture’, in *2018 International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET)*, pp. 372–377. doi: 10.1109/ICISSET.2018.8745605.
- Lakhwani, K. *et al.* (2019) ‘Development of IoT for Smart Agriculture a Review’, in Rathore, V. S. *et al.* (eds) *Emerging Trends in Expert Applications and Security*. Singapore: Springer Singapore, pp. 425–432. doi: 10.1007/978-981-13-2285-3\_50.
- M. Sayem (2020) *Fertilizer and Irrigation Management in Boro Rice Cultivation, Agriculture Information Service (AIS) of Bangladesh*. Available at: [http://ais.portal.gov.bd/site/view/krishti\\_kotha\\_details/১৪২৫/ফাল্গুন/বোরো\\_ধান\\_চাষে\\_সার\\_ও\\_সেচ\\_ব্যবস্থাপনা](http://ais.portal.gov.bd/site/view/krishti_kotha_details/১৪২৫/ফাল্গুন/বোরো_ধান_চাষে_সার_ও_সেচ_ব্যবস্থাপনা) (Accessed: 19 October 2020).
- Maha, M. M., Bhuiyan, S. and Masuduzzaman, M. (2019) ‘Smart Board for Precision Farming Using Wireless Sensor Network’, in *2019 International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST)*, pp. 445–450. doi: 10.1109/ICREST.2019.8644215.
- Mohanraj, I., Ashokumar, K. and Naren, J. (2016) ‘Field Monitoring and Automation Using IOT in Agriculture Domain’, *Procedia Computer Science*. The Author(s), 93(September), pp. 931–939. doi: 10.1016/j.procs.2016.07.275.
- Muangprathub, J. *et al.* (2019) ‘IoT and agriculture data analysis for smart farm’, *Computers and Electronics in Agriculture*. Elsevier, 156(January 2019), pp. 467–474. doi: 10.1016/j.compag.2018.12.011.
- Past Weather in Dinajpur, Bangladesh — January 2020* (no date). Available at: <https://www.timeanddate.com/weather/bangladesh/dinajpur/historic?mont>

h=1&year=2020 (Accessed: 20 October 2020).

*Past Weather in Dinajpur, Bangladesh — November 2019* (no date). Available at: <https://www.timeanddate.com/weather/bangladesh/dinajpur/historic?month=11&year=2019> (Accessed: 20 October 2020).

Ranganathan, J. *et al.* (2018) *How to Sustainably Feed 10 Billion People by 2050, in 21 Charts, World Resources Institute*. Available at: <https://www.wri.org/blog/2018/12/how-sustainably-feed-10-billion-people-2050-21-charts> (Accessed: 21 October 2020).

Rathnayake, W. M. U. K., De Silva, R. P. and Dayawansa, N. D. K. (2016) ‘Assessment of the suitability of temperature and relative humidity for rice cultivation in rainfed lowland paddy fields in Kurunegala district’, *Tropical Agricultural Research*, 27(4), p. 370. doi: 10.4038/tar.v27i4.8214.

Takahashi, K., Muraoka, R. and Otsuka, K. (2020) ‘Technology adoption, impact, and extension in developing countries’ agriculture: A review of the recent literature’, *Agricultural Economics*. John Wiley & Sons, Ltd, 51(1), pp. 31–45. doi: 10.1111/agec.12539.

The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (no date) *Implementation of the Global Strategy in Bangladesh*. Available at: <http://www.fao.org/asiapacific/perspectives/agricultural-statistics/global-strategy/results-in-the-region/bangladesh/en/> (Accessed: 21 October 2020).

The World Bank (2014) *Pairing Agriculture with Technology in Bangladesh*. Available at: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2014/06/23/pairing-agriculture-with-technology-in-bangladesh> (Accessed: 22 October 2020).

Thompson, N. M. *et al.* (2019) ‘Farmer perceptions of precision agriculture technology benefits’, *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 51(1), pp. 142–163. doi: 10.1017/aae.2018.27.

Tsang, Y. P. *et al.* (2019) ‘Blockchain-Driven IoT for Food Traceability With an Integrated Consensus Mechanism’, *IEEE Access*, 7, pp. 129000–129017. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2940227.

Tzounis, A. *et al.* (2017) ‘Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges’, *Biosystems Engineering*. Elsevier Ltd, 164, pp. 31–48. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007.

U. P. Singh (2002) *Boro rice: An opportunity for intensification, Boro Rice in Eastern India. Rice-Wheat Consortium Regional Technical Coordination Committee Meeting*. Available at: <http://www.knowledgebank.irri.org/images/docs/boro-rice-and-opportunity-for-intensification.pdf>.

## LAMPIRAN A

### Pengaturan simulasi detail di *Cisco Packet Tracer* (Versi 7.3.1)

#### 1) Download dan Instalasi (Diperiksa pada 3 November 2020):

- a) Mengunjungi (<https://www.netacad.com/courses/packet-tracer/introduction-packet-tracer-and-enroll/>) dan mendaftar untuk kursus berjudul *Introduction to Packet Tracer English 1120* menggunakan informasi yang diperlukan.
- b) Membuat akun dan masuk ke [www.netacad.com](http://www.netacad.com).
- c) Mendownload versi terbaru dari Packet Tracer dari bagian *resource*.
- d) Menginstal perangkat lunak di komputer
- e) Jalankan *Cisco Packet Tracer* (Versi 7.3.1).

#### 2. Daftar perangkat yang digunakan dalam simulasi

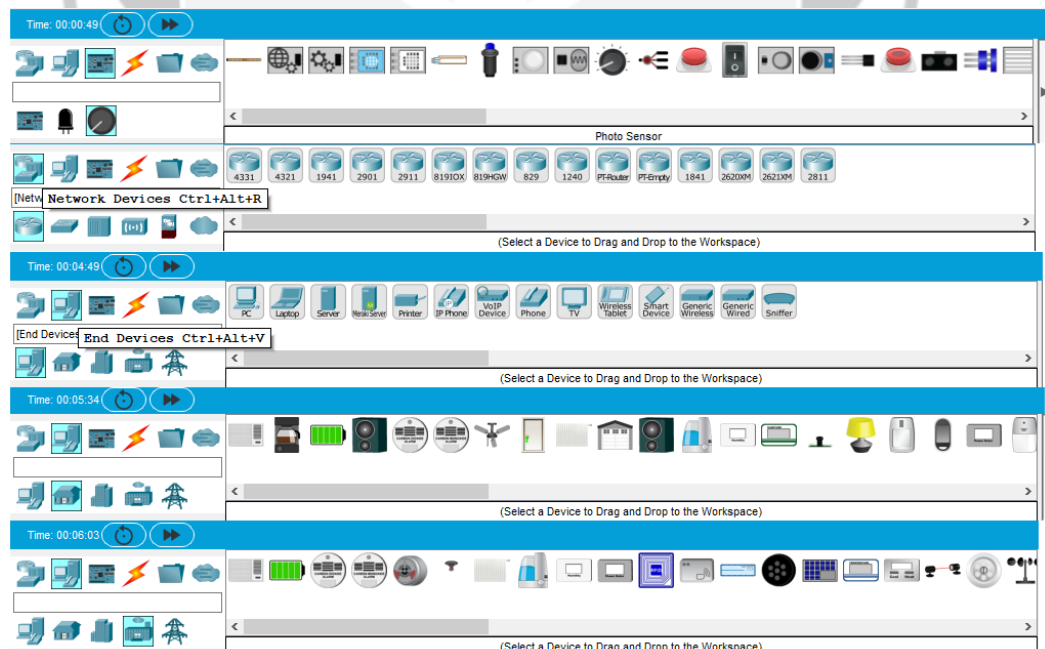
Tabel A.1 menunjukkan perangkat yang digunakan dalam simulasi ini.

**Table A.1: perangkat digunakan dalam simulasi ini**

Sensor	Humidity sensor Water level sensor Temperature sensor
Aktuator	Fire sprinklers (Water sprinklers) Humidifier Lawn sprinklers Water drain Security camera
Mengontrol perangkat	Microcontroller units (MCUs)



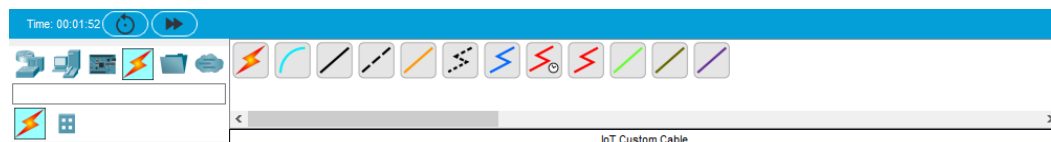
Perangkat pemantauan	Laptop Smartphone
Servers	Central office server Server-PT (IoT Server and DNS server)
Lainnya	Cisco DLC100 (Home Gateway Device) Cloud-PT (WAN) Cable Modem-PT Cisco 2911 router device (ISP router) Cisco WS-C2960-24TT switch LCD



**Gambar A.1 : Beberapa perangkat yang tersedia di Cisco Packet Tracer (Versi 7.3.1)**

Gambar A.1 menunjukkan beberapa perangkat yang tersedia di *Cisco Packet Tracer (Versi 7.3.1)*

### 3. Jenis koneksi antar perangkat



**Figure A.2: jenis konektor yang tersedia di Cisco Packet Tracer (Versi 7.3.1)**

Gambar A.2 menunjukkan tipe konektor yang tersedia di *Cisco Packet Tracer (Versi 7.3.1)*

Tabel A.2 menunjukkan jenis koneksi antar perangkat dalam simulasi ini.

**Tabel A.2: Jenis koneksi antar perangkat**

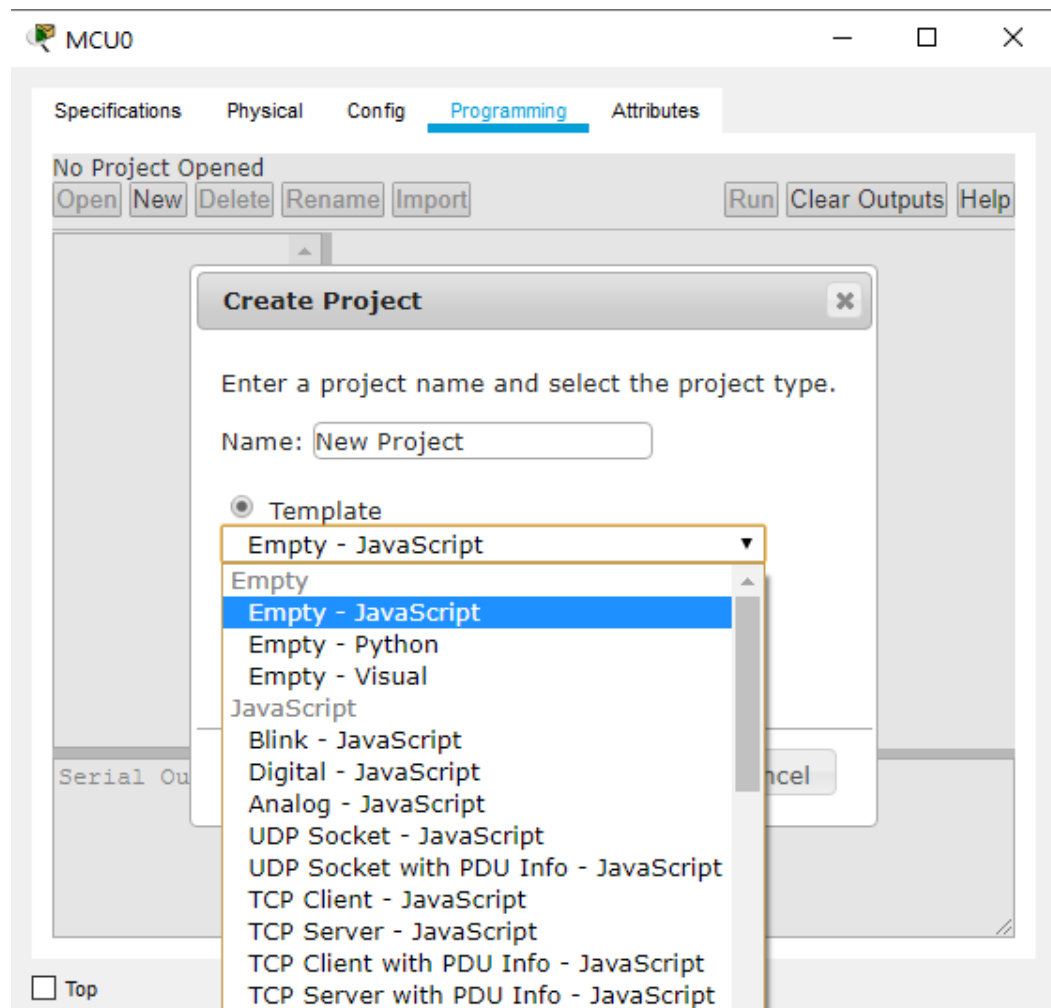
Perangkat	~	Jenis Koneksi	~	Perangkat
Microcontroller unit (MCU) [Humidity Controller] [Port: A0]	-	IoT Custom Cable	-	Humidity Sensor [Port: A0]
Microcontroller unit (MCU) [Humidity Controller] [Port: D0]	-	IoT Custom Cable	-	Humidifier [Port: D0]
Microcontroller unit (MCU) [Humidity Controller] [Port: D1]	-	IoT Custom Cable	-	Fire Sprinkler (Water Sprinkler 4) [Port: D0]
Microcontroller unit (MCU) [Humidity Controller] [Port: D2]	-	IoT Custom Cable	-	Fire Sprinkler (Water Sprinkler 3) [Port: D0]
Microcontroller unit (MCU) [Humidity Controller] [Port: D3]	-	IoT Custom Cable	-	Fire Sprinkler (Water Sprinkler 2) [Port: D0]

<b>Perangkat</b>	~	<b>Jenis Koneksi</b>	~	<b>Perangkat</b>
Microcontroller unit (MCU) [Humidity Controller] [Port: D4]	-	IoT Custom Cable	-	Fire Sprinkler (Water Sprinkler 1) [Port: D0]
Microcontroller unit (MCU) [Humidity Controller] [Port: D5]	-	IoT Custom Cable	-	LCD [Port: D0]
Microcontroller unit (MCU) [Water Drain Controller] [Port: A0]	-	IoT Custom Cable	-	Water Sensor [Port: A0]
Microcontroller unit (MCU) [Water Drain Controller] [Port: D0]	-	IoT Custom Cable	-	Water Drain [Port: D0]
Microcontroller unit (MCU) [Water Drain Controller] [Port: D2]	-	IoT Custom Cable	-	Lawn Sprinkler [Port: D0]
Microcontroller unit (MCU) [Water Drain Controller] [Port: D1]	-	IoT Custom Cable	-	LCD [Port: D0]
Microcontroller unit (MCU) [Automated Field Water Supply Control] [Port: A0]	-	IoT Custom Cable	-	Temparatue Sensor [Port: A0]
Microcontroller unit (MCU) [Automated Field Water Supply Control] [Port: D0]	-	IoT Custom Cable	-	Lawn Sprinkler [Automated Field Water Supply] [Port: D0]
Microcontroller unit (MCU) [Automated Field Water Supply Control] [Port: D5]	-	IoT Custom Cable	-	LCD [Port: D0]
Cisco DLC100 (Home Gateway Device)	-	Wireless	-	Actuators (fire sprinklers (water sprinklers, humidifier lawn sprinklers, water drain, security camera)

<b>Perangkat</b>	~	<b>Jenis Koneksi</b>	~	<b>Perangkat</b>
Cisco DLC100 (Home Gateway Device)	-	Wireless	-	Microcontroller unit (MCU) [Humidity Controller]
Cisco DLC100 (Home Gateway Device)	-	Wireless	-	Microcontroller unit (MCU) [Water Drain Controller]
Cisco DLC100 (Home Gateway Device)	-	Wireless	-	Microcontroller unit (MCU) [Automated Field Water Supply Control]
Cisco DLC100 (Home Gateway Device)	-	Wireless	-	Laptop (Same Network Monitoring)
Cisco DLC100 (Home Gateway Device) [Port: Internet]	-	Straight-through	-	Cable Modem-PT [Port: 1]
Cloud-PT (WAN) [Port: Coaxial7]	-	Coaxial	-	Cable Modem-PT [Port: 0]
Cisco WS-C2960-24TT switch [Port: Fa0/1]	-	Straight-through	-	Server-PT (DNS Server) [Port: Fa0/0]
Cisco WS-C2960-24TT switch [Port: Fa0/2]	-	Straight-through	-	Server-PT (IoT Server) [Port: Fa0/0]
Cisco WS-C2960-24TT switch [Port: Gig0/1]	-	Straight-through	-	Cisco 2911 router device [Port: Gig0/0]
Cloud-PT (WAN) [Port: Ethernet6]	-	Straight-through	-	Cisco 2911 router device [Port: Gig0/1]
Central Office Server [Port: Backbone]	-	Cross-over	-	Cisco 2911 router device [Port: Gig0/2]
Central Office Server [Port: Coaxial0/0]	-	Coaxial	-	Cell Tower [Port: Coaxial0]
Smartphone	-	Wireless (3G/4G)	-	Cell tower

#### 4. Pemrograman untuk unit mikrokontroler (MCU) menggunakan Javascript

Gambar A.3 menunjukkan cara menginisialisasi antarmuka pemrograman pada perangkat mikrokontroler di *Cisco Packet Tracer (Versi 7.3.1)*.



**Figure A.3: Inisialisasi antarmuka pemrograman di perangkat mikrokontroler di Cisco Packet Tracer (Versi 7.3.1)**

a) Pemrograman untuk sistem pengontrol kelembaban

```
var humid_sensor = A0;
var humid_controller0 = 0 ;
var humid_controller1 = 1 ;
var humid_controller2 = 2 ;
var humid_controller3 = 3 ;
var humid_controller4 = 4 ;
var display = 5;

function setup() {
    pinMode(humid_sensor, OUTPUT);
```

```

    IoEClient.setup({
      type:"Microcontroller",
      states: [
        {
          name: "Humidity",
          type: "number",
          unit: "%",
          decimalDigits: 2
        }
      ]
    });

    pinMode(humid_controller0, INPUT);
    pinMode(humid_controller1, INPUT);
    pinMode(humid_controller2, INPUT);
    pinMode(humid_controller3, INPUT);
    pinMode(humid_controller4, INPUT);
    pinMode(display, INPUT);
    Serial.println("---Working...");
  }

  function loop() {
    var read_humidity =
    Math.floor(map(analogRead(humid_sensor), 0, 2023,
    0, 100) + 25);

    Serial.println(analogRead(humid_sensor));
    Serial.println("Humidity: " + read_humidity
    + "%");
    customWrite(5, "Humidity: " + read_humidity
    + "%");

    if (read_humidity <= 60 ){
      customWrite(0, '1');
      customWrite(1, '1');
      customWrite(2, '1');
      customWrite(3, '1');
      customWrite(4, '1');
      delay(200);
      customWrite(1, '0');
      customWrite(2, '0');
      customWrite(3, '0');
      customWrite(4, '0');
      delay(100);
    }

    else if (read_humidity >= 60 )

```

```

        customWrite(0, '0');
        customWrite(1, '0');
        customWrite(2, '0');
        customWrite(3, '0');
        customWrite(4, '0');

        //-----
        IoEClient.reportStates([read_humidity])
    }

```

b) Pemrograman untuk sistem pengontrol saluran air

```

var water_sensor = A0;
var water_drain = 0;
var sprinkler = 2;
var lcd_disp = 1;

function setup() {
    pinMode(water_sensor, OUTPUT);

    IoEClient.setup({
        type: "Microcontroller",
        states: [
            {
                name: "Water Level",
                type: "number",
                unit: " cm",
                decimalDigits: 1
            }
        ]
    });

    pinMode(water_drain, INPUT);
    pinMode	lcd_disp, INPUT);

    Serial.println("---Working...");
}

function loop() {
    var water_level =
    Math.floor(map(analogRead(water_sensor), 0, 1023,
    0, 20) + 0.5);
    Serial.println("Water Level: " + water_level
    + "cm");
    customWrite(1, "Water Lv: "+ water_level
    +"cm");

    if (water_level <= 4 ){

```

```

        customWrite(0, '0');
        customWrite(2, '1');
    }

    else if (water_level >= 6 ){
        customWrite(0, '1');
        customWrite(2, '0');
    }
    else
        customWrite(0, '0');

    //-----
    IoEClient.reportStates([water_level]);
}

```

- c) Pemrograman untuk sistem pengontrol pasokan air otomatis berdasarkan sensor suhu

```

var temp_sensor = A0;
var water_sprinkler = 0 ;
var display = 5;

function setup() {
    pinMode(temp_sensor, OUTPUT);

    IoEClient.setup({
        type:"Microcontroller",
        states: [
            {
                name: "Temperature",
                type: "number",
                unit: "C",
                decimalDigits: 2
            }
        ]
    });

    pinMode(water_sprinkler, INPUT);
    pinMode(display, INPUT);
    Serial.println("---Working...");
}

function loop() {
    var voltage;
    var tempC;
    voltage = temp_sensor*3.0/1024;
    var read_temp = (voltage+1.5)*10;

    Serial.println(voltage);
}

```



```
        Serial.println("Temp: " + read_temp + "°C");
        customWrite(5, "Temp: " +
read_temp.toFixed(2) + "°C");

        delay(1000)

        if (read_temp < 30 )
            customWrite(0, '1');

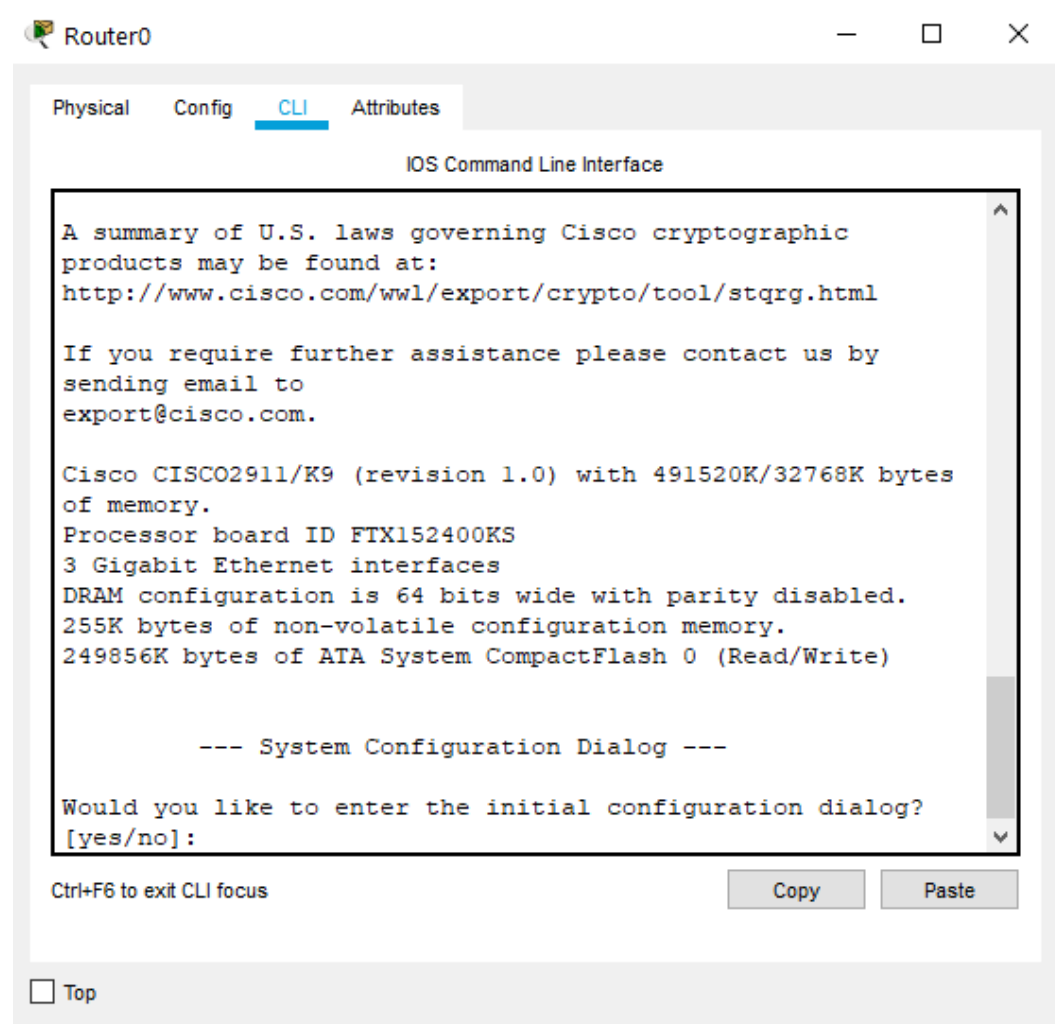
        else if (read_temp > 30 )
            customWrite(0, '0');

        //-----
        IoEClient.reportStates([read_temp])
    }
```



## 5. Perintah konfigurasi router:

Gambar A.4 menunjukkan *Router Command Line Interface* di *Cisco Packet Tracer* (Versi 7.3.1).



**Figure A.4:** *Router Command Line Interface (CLI) di Cisco Packet Tracer (Versi 7.3.1)*

## Perintah Konfigurasi Router

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#int g0/0
Router(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
```

```
Router(config-if)#int g0/2
Router(config-if)#ip address 209.165.201.225
255.255.255.224
Router(config-if)#no shutdown
```

```
Router(config-if)#int g0/1
Router(config-if)#ip address 209.165.200.225
255.255.255.224
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

```
Router(config)#ip dhcp excluded-address
209.165.201.225 209.165.201.229
Router(config)#ip dhcp pool CELL
Router(dhcp-config)#network 209.165.201.224
255.255.255.224
Router(dhcp-config)#default-router 209.165.201.225
Router(dhcp-config)#dns-server 10.0.0.254
Router(dhcp-config)#exit
```

```
Router(config)#ip dhcp excluded-address
209.165.200.225 209.165.200.229
Router(config)#ip dhcp pool WAN
Router(dhcp-config)#network 209.165.200.224
255.255.255.224
Router(dhcp-config)#default-router 209.165.200.225
Router(dhcp-config)#dns-server 10.0.0.254
Router(dhcp-config)#exit
Router(config)#exit
```