

## DAFTAR SINGKATAN

ADC	= <i>Analog to Digital Converter</i>
AI	= <i>Artificial Intelligence</i>
APBN	= <i>Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah</i>
APDB	= <i>Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah</i>
API	= <i>Application Programming Interface</i>
CCTV	= <i>Closed Circuit Television</i>
DBMS	= <i>Database Management System</i>
GOR	= <i>Gelanggang Olahraga</i>
GPIO	= <i>General Purpose Input Output</i>
<i>Half Time</i>	= <i>Waktu Istirahat Babak Pertengahan Waktu</i>
HTTP	= <i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IDE	= <i>Integrated Development Environment</i>
IoT	= <i>Internet of Things</i>
ITU-T	= <i>International Telecommunication Union Telecommunication Standarization</i>
LAN	= <i>Local Area Network</i>
LED	= <i>Light Emitting Diode</i>
MENPORA	= <i>Mentri Pemuda dan Olahraga</i>
MIT	= <i>Institut Teknologi Massachusetts</i>
OS	= <i>Operarting System</i>
PHP	= <i>Hypertext Preprocessor</i>
QoS	= <i>Quality of System</i>
RDBMS	= <i>Relational Database Management System</i>
SBC	= <i>Single Board Circuit</i>
SD	= <i>Secure Digital</i>
SQL	= <i>Structured Query Language</i>
TIPHON	= <i>Telecommunications and Internet Protocol. Harmonization Over Networks</i>
UI	= <i>User Interface</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Peran internet di zaman modern ini merupakan hal yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan sehari-hari. Hampir di berbagai bidang, internet memiliki peran yang sangat penting untuk mendukung kemajuan dan perkembangan teknologi, tidak terkecuali dalam bidang olahraga. Pada Seminar Ilmiah Olahraga di Kampus Universitas Negeri Jakarta (UNJ), Rabu (8/10). Menpora (Menteri Pemuda dan Olahraga) Indonesia, Roy Suryo menekankan pentingnya peran teknologi untuk pengembangan olahraga Indonesia harus dilakukan secepatnya. Karena hal itu dapat memicu prestasi dan kemampuan para atlet, tidak hanya dalam bidang olahraga, tapi juga menambah ilmu diberbagai bidang dan pengetahuan tentang sains, Rabu (8/10) [1]. Pada ASIAN Games 2018 Indonesia berhasil membawa beberapa terobosan teknologi baru dan modern, seperti proyektor hologram, CCTV pengenalan wajah, kamera *hawk eye*, modifikasi cuaca hingga jaringan internet 5G. Tapi sangat disayangkan Indonesia sebagai tuan rumah meraih peringkat ke 4 dari 45 negara, pada 3 negara teratas China, Jepang, dan Korea Selatan berhasil meraih juara pada ASIAN Games 2018, dimana negara tersebut memiliki kemajuan fasilitas dan perkembangan teknologinya lebih baik dari Indonesia. Hal itu membuktikan bahwa pentingnya dorongan untuk memfasilitasi prasarana atlet disertai teknologi yang berkembang pada dewasa ini.

Dalam kasus lain pembangunan ulang dan renovasi GOR demi berlangsungnya acara ASIAN Games di tahun 2018 menghabiskan biaya APBN (Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara) yang sangat mahal yaitu mencapai 24 triliun hingga 30 triliun rupiah, dimana pembangunan prasarana dan sarana serta infrastruktur Rp 13,6 triliun, pembinaan atlet Rp 2,1 triliun, dan untuk penyelenggaraan sendiri Rp 8,1 triliun [2]. Adapun beberapa proyek lain seperti pembangunan GOR yang dilakukan oleh Pemda (pemerintah daerah) dan Menpora menghabiskan biaya dengan rata-rata mencapai puluhan hingga ratusan miliar rupiah pada setiap proyeknya. Seperti halnya pembangunan Stadion Bekasi Rampung tahap I, biaya anggaran yang dikeluarkan dari Pemerintah Provinsi Jawa

Barat dan Pemerintah Kota Bekasi diawal pembangunan sebesar 16 miliar rupiah, pada proses pembangunan tahap II dana yang diberikan dari APBD (Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah) Kota Bekasi, memiliki jumlah total biaya keseluruhan mencapai 460 miliar rupiah [3]. Begitu pun juga sangat disayangkan biayanya sangat mahal seperti proyek tersebut.

Tentu di era modern saat ini, kemajuan teknologi dan perkembangannya semakin cepat. Ditambah dengan adanya perkembangan teknologi dengan konsep IoT yang memanfaatkan jaringan internet untuk mengontrol benda menggunakan perangkat mikrokontroler dan IoT juga bertujuan untuk menciptakan *smart city* yang hemat energi [4]. *Internet of Things* adalah sebuah konsep dimana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan Wi-Fi. Istilah *Internet of Things* sendiri awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Kemudian istilah ini mulai terkenal melalui institut Auto-ID Center yang berada di MIT. Ada banyak penelitian dan pengembangan dari konsep ini, seperti halnya *automation lamp* menggunakan web *server* dan aplikasi untuk mengontrol nyala lampu secara otomatis, dan berbagai sensor yang mampu mengontrol benda lainnya, hal ini merupakan dasar munculnya penelitian tentang *smart floor*, penelitian sebelumnya dilakukan oleh Ben Heller dan Terry Senior memanfaatkan sensor *load cell* sebagai pengontrol untuk menampilkan bentuk karakter yang diinginkan dari games pada komputer [5]. Penelitian berikutnya bersama Robert dan Gregory menggunakan *load cell* pada *smart floor* untuk melakukan *foot tracking* atau pelacak langkah kaki manusia dan berhasil mendeteksi langkah kaki sebanyak 1680 dari 15 orang [6]. Dalam penerapan lainnya yaitu memanfaatkan *load cell* untuk menampilkan lapangan olahraga melalui proyektor hologram, dengan membutuhkan daya yang besar dengan listrik yang terus menyala saat tidak digunakan pada jam istirahat atau *half time*, teknologi ini kurang efisien untuk menciptakan teknologi yang mendukung *smart city*. Selain dari pada itu dalam kasus yang ada dimasyarakat terdapat beberapa keluhan tentang sistem yang diterapkan oleh para admin GOR kepada masyarakat untuk berolahraga, seperti pengaturan jadwal, keterbatasan fasilitas, sistem pembayaran, dan pengkhususan bidang olahraga pada setiap GOR, sehingga penyajian bidang olahraga pada GOR hanya terbatas.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan konsep dari *Smart Floor* dengan mendesain dan menerapkan *Automation Lamp* yang dikemas dengan konsep *smart floor* pada sebuah lapangan yang dapat digunakan untuk 3 bidang olahraga paling populer di Indonesia, serta ditambah dengan sensor *load cell* yang dapat mendeteksi objek saat berada diatas permukaannya, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menyalakan lampu saat objek terdeteksi pada permukaan, dan mematikan lampu saat objek keluar dari permukaannya, dengan begitu dapat menerapkan teknologi dengan harga murah dan hemat energi.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menyelesaikan permasalahan yaitu:

1. Menggabungkan beberapa bidang olahraga dalam satu bangunan GOR untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dengan olahraga yang diinginkan.
2. Menciptakan aplikasi reservasi untuk memudahkan masyarakat dalam mengatur jadwal olahraga dan reservasi lapangan.
3. Konsep *smart floor* menjadi solusi untuk mengoptimalkan biaya dalam pembangunan fasilitas GOR di Indonesia.
4. Menerapkan konsep *Smart Floor* pada lapangan olahraga, untuk meningkatkan perkembangan teknologi pada sektor olahraga di Indonesia.
5. Penggunaan sensor *load cell* sebagai pengontrol dalam menyalakan lampu, mampu menerapkan teknologi yang efisien dan hemat daya.

Adapun manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

1. Menghemat lahan pembangunan GOR di Indonesia.
2. Meningkatkan SDM untuk mengembangkan teknologi IoT diberbagai sektor.
3. Mempermudah masyarakat dalam melakukan reservasi jadwal olahraga dengan menggunakan aplikasi berbasis android.
4. Menambah waswasan dan memperkenalkan wajah baru tentang teknologi IoT yang efisien, ramah lingkungan dan hemat energi kepada masyarakat.
5. Serta menghemat biaya APBN dan APBD atau pembangunan GOR sendiri.

## 1.3 Rumusan Masalah

Penelitian ini dibuat karena berdasarkan beberapa permasalahan yang ada, yaitu:

1. Upaya apa yang dapat dilakukan untuk menghemat biaya pembangunan GOR di Indonesia?
2. Bagaimana cara mempermudah masyarakat mengatur jadwal olahraga?
3. Upaya apa yang mampu memenuhi kebutuhan *user* berolahraga di GOR?
4. Bagaimana upaya meningkatkan teknologi di sektor bidang olahraga?
5. Bagaimana cara menerapkan teknologi yang efisien dan hemat daya?

#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini, diantaranya:

1. Konsep dari *smart floor* ini diterapkan pada lapangan olahraga *indoor*.
2. Sistem keamanan *server* dan aplikasi yang masih sederhana.
3. Prototipe membentuk garis tepi lapangan dari tiap bidang olahraga *indoor*.
4. Hasil akhir dari penelitian ini berupa aplikasi android dan prototipe.
5. Lapangan dapat diakses ketika diverifikasi dari *website*.
6. Sistem pembayaran pada aplikasi hanya berupa tampilan *layout* saja.
7. Prototipe hanya menyajikan satu lapangan dari 3 bidang olahraga.

#### 1.5 Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini, adalah:

1. Identifikasi Masalah  
Mengidentifikasi masalah sesuai dengan yang telah dinyatakan pada latar belakang masalah, manfaat dan tujuan penelitian, serta rumusan masalah dan batasan masalah.
2. Studi Literatur  
Pentingnya melakukan pendalaman materi secara literatur untuk memahami berbagai macam teori yang berkaitan dengan instalasi perangkat dan *software*, yaitu Raspberry Pi 3 model B, dan android studio. Serta memahami pengolahan *database server* MySQL dan penerapannya dengan aplikasi android sehingga dapat saling terhubung. Adapun sumber lain yaitu dari media internet, artikel dan jurnal, buku serta dengan berdiskusi.
3. Analisa Sistem  
Merupakan tahap dalam menganalisa kebutuhan perangkat dan sistem yang digunakan untuk membuat prototipe pada penelitian ini.

#### 4. Pengujian dan Implementasi

Merangkai prototipe beserta programnya, dan melakukan pengujian untuk mengetahui keberhasilan alat dan kualitas dalam mengirim dan menerima data dari server dan perangkat yang lainnya yang tersambung dengan internet.

#### 5. Analisa hasil pengujian

Analisa dilakukan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang ada pada prototipe setelah melakukan pengamatan pada tahap pengujian, apakah metode-metode yang diterapkan sesuai dengan hasil dari simulasi.

#### 6. Penyusunan Laporan

Dari seluruh kegiatan dan proses yang telah dilakukan, kemudian disusun dalam sebuah laporan untuk menjadi bukti dan dokumentasi nyata.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Berikut adalah sistematika penulisan Tugas Akhir ini:

#### 1. BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, tujuan dan manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

#### 2. BAB II TINJAUAN TEORI

Membahas teori *Smart Floor*, Olahraga dan GOR, *Internet of Things*, Raspberry Pi, Jembatan *Wheatstone*, MySQL, APACHE, Android Studio, API.

#### 3. BAB III PERANCANGAN SISTEM

Menjelaskan tentang perancangan sistem perangkat lunak dan perangkat keras serta konsep *Smart Floor* dan metode *Automation Lamp*.

#### 4. BAB IV PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang pengujian *Quality of Service* pada kinerja sistem dengan beberapa parameter yang sudah ditentukan serta menganalisa perubahan kinerja sistem yang diamati.

#### 5. BAB V PENUTUP

Menjelaskan tentang kesimpulan dari kinerja alat serta sensor yang digunakan saat implementasi dan analisis serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian sistem selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

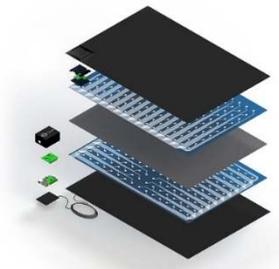
Adapun tahapan perancangan pada penelitian ini membutuhkan pemahaman konsep yang membutuhkan dasar teori seperti *Smart Floor*, Olahraga, GOR, Olahraga Badminton, Olahraga Bola Voli, Olahraga Futsal, *Internet of Things*, Raspberry Pi, Jembatan *Wheatstone*, MySQL, Apache, dan PHP.

#### 2.1 *Smart Floor*

*Smart Floor* terdiri dari plastik foil dan sensor yang sangat tipis (<0,2 mm) yang ditempatkan diseluruh bawah lantai lapangan olahraga atau pusat kebugaran, aplikasi dari *smart floor* menyediakan informasi visualisasi dan gerakan kuantitatif pada objek seperti posisi, orientasi, kecepatan gerakan langkah kaki dan tubuh. Sensor pada *smart floor* mendeteksi dalam setiap blok lantainya [7].

Ada dua inti utama pada konsep *smart floor*:

1. Sensor tekanan di lantai digunakan untuk merasakan semua aktifitas yang dapat dirasakan dari permukaan lantai. Teknologi yang sangat tepat memungkinkan untuk menangkap semua data digunakan dalam *Artificial Intelligence Technis* (AI).
2. Elektronik yang dikembangkan oleh *Technis* mampu memindai permukaan besar pada kecepatan yang sangat tinggi untuk merasakan segala sesuatu di lantai. Ini memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan semua ukuran permukaan: seluruh ruangan, pintu masuk / keluar, dan apa pun dimensi yang diinginkan [6].



**Gambar 2.1** *Smart Floor* [8].

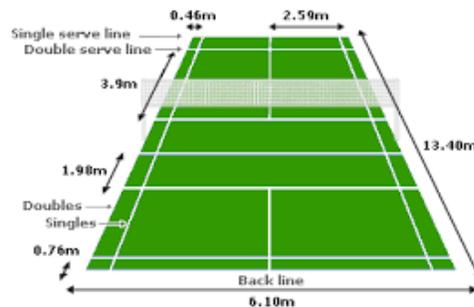
## 2.2 Olahraga dan Gelanggang Olahraga

Secara Umum olahraga adalah suatu aktivitas ataupun psikis seseorang yang berguna untuk menjaga dan meningkatkan kualitas kesehatan seseorang. Olahraga merupakan kegiatan jasmani yang mengandung unsur prestasi dan rekreasi dengan didasarkan pada rasa sportifitas yang tinggi, semangat, kepribadian, dan watak. Sedangkan GOR yaitu sebuah tempat arena atau sarana untuk menampung kegiatan olahraga tersebut [9].

### 2.1.1 Olahraga Badminton

Badminton atau yang lebih dikenal dengan istilah bulu tangkis adalah suatu olahraga menggunakan raket yang dimainkan oleh dua orang (untuk tunggal) atau dua pasangan (untuk ganda) yang saling berlawanan [10]. Sejarah awal mula dan asal permainan badminton atau bulu tangkis ini masih banyak sekali berbagai pendapat yang muncul. Pendapat pertama menjelaskan bahwa permainan ini berasal dan berkembang di Mesir kuno pada 2000 tahun. Pendapat selanjutnya mengatakan bahwa permainan ini berasal dari India dan daratan Tiongkok [10]. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.2 ukuran lapangan badminton yaitu memiliki panjang 13,40 meter dan lebar 6,10 meter.

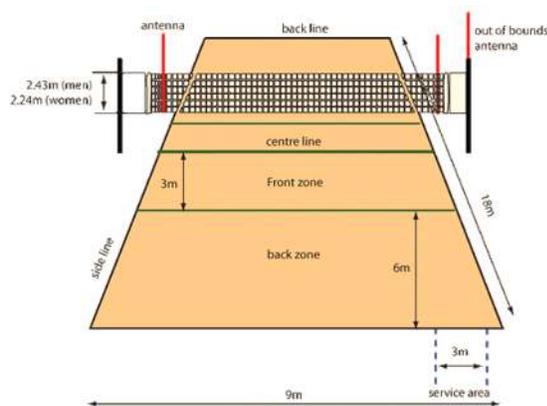
Olahraga ini sangat terkenal diberbagai negara, terutama dilingkungan masyarakat Indonesia yang sangat sering berolahraga badminton atau bulu tangkis. Badminton merupakan olahraga yang diungguli di Indonesia karena banyaknya prestasi para atlet badminton yang berhasil menjuarai diberbagai kompetisi internasional. Diharapkan penerapan prototipe yang di rancang pada penelitian ini dapat mempermudah masyarakat untuk melakukan aktifitas olahraga.



**Gambar 2.2** Standar Ukuran Lapangan Badminton [11].

### 2.1.2 Olahraga Bola Voli

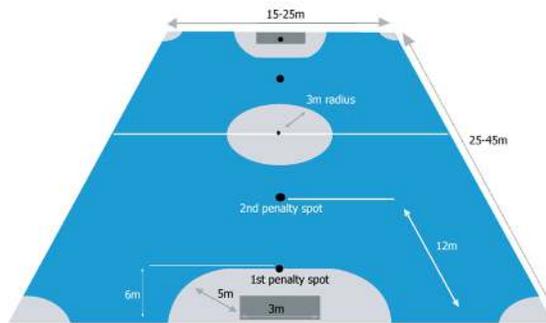
Olahraga Bola Voli merupakan salah satu cabang olahraga bola tangan yang dimainkan oleh dua tim berlawanan yang masing-masing tim terdiri dari enam orang. Awalnya olahraga ini diberi nama “*Mintonette*” [12]. Olahraga ini ditemukan oleh William G. Morgan yaitu seorang instruktur pendidikan jasmani pada tanggal 9 Februari tahun 1895 di Holyoke, Massachusetts Amerika Serikat [12]. Lapangan bola voli memiliki ukuran yaitu dengan panjang 18 meter dan lebar 9 meter. Olahraga bola voli memiliki bentuk dan ukuran lapangan yang hampir sama dengan lapangan badminton.



**Gambar 2.3** Standar Ukuran Lapangan Voli [13].

### 2.1.3 Olahraga Futsal

Futsal adalah olahraga atau permainan bola kaki yang dimainkan oleh dua tim, yang masing-masing beranggotakan lima orang. Sama seperti sepak bola lapangan yang tujuannya adalah memasukkan bola ke gawang lawan, dengan memanipulasi bola menggunakan kaki [14]. Awalnya futsal berasal dari negara Inggris, tapi olahraga ini lebih dipopulerkan di Montevideo, Uruguay pada tahun 1930, oleh Juan Carlos Ceriani. Sehingga keunikan futsal mendapat perhatian di seluruh daratan Amerika Selatan, terutamanya di Brasil [14]. Lapangan futsal memiliki ukuran yaitu dengan panjang 25–43 meter dan lebar 15–25 meter. Futsal merupakan olahraga dalam peringkat teratas di Indonesia, dalam hal ini Futsal juga termasuk olahraga yang populer di Indonesia.



**Gambar 2.4** Standar Ukuran Lapangan Futsal [15].

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

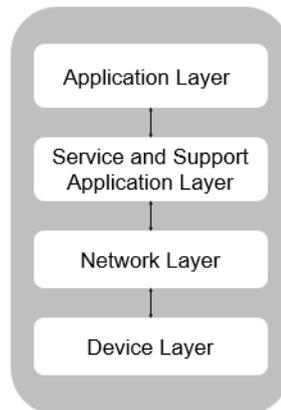
*Internet of Things* adalah suatu konsep dimana konektivitas jaringan internet dapat bertukar informasi antara satu dengan yang lainnya bersama benda-benda yang berada disekelilingnya. Konsep ini diprediksikan bahwa IoT merupakan bagian dari “*the next big thing*” di dunia teknologi informasi [16]. Karena dengan *Internet of Things* dapat mempermudah segala jenis kegiatan dan pekerjaan menjadi jauh lebih mudah, efisien dan fleksibel.

IoT terdiri dari *Physical Objects + Controllers, Sensors, Actuators + Internet = IoT*. Baru-baru ini teknologi maupun perangkat *Internet of Things* yang dikembangkan oleh berbagai vendor seperti Intel, Qualcomm, Microsoft, Samsung, dan vendor lainnya. Karena dengan teknologi ini membuat benda dapat terhubung dengan benda lainnya hanya menggunakan jaringan internet.



**Gambar 2.5** Desain dari Konsep IoT [17].

### 2.3.1 Layer pada IoT



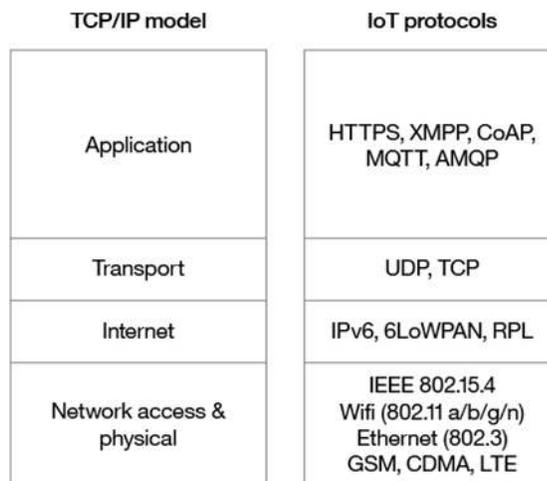
**Gambar 2.6** Model Layer IoT.

- *Application Layer* menjelaskan tentang aplikasi atau *software* yang digunakan untuk menerima atau mengirim informasi data yang didapatkan dari *device layer*. Pada bagian ini biasa disebut sebagai *user interface* (UI).
- *Service and Support Application Layer* merupakan kemampuan manajemen umum yaitu meliputi manajemen aplikasi dan perangkat, manajemen topologi jaringan lokal, dan manajemen lalu lintas dan kemacetan jaringan (misal kondisi *network overflow*). Pada kemampuan keamanan umum meliputi otorisasi, autentikasi, validasi, *privacy*, dan perlindungan integritas [18].
- *Network layer* adalah arsitektur jaringan yang diterapkan pada IoT, antara lain interkoneksi perangkat jaringan internet seperti Wi-Fi, *bluetooth*, LAN, dan *wireless*.
- Semua jenis perangkat atau *device* yang mendukung IoT berada pada *device layer*, seperti mikrokontroller, sensor, modul, dan *digital board*. Perangkat yang mendukung teknologi IoT yaitu Raspberry Pi, Arduino, Intel Galileo, Latte Panda, dan sebagainya.

### 2.3.2 Protokol Jaringan IoT

Lapisan *network access & physical* menyediakan sarana bagi sistem untuk mengirimkan data ke perangkat lain pada jaringan yang terhubung langsung. Pada jaringan IoT, teknologi yang setara dengan lapisan ini termasuk seluler, Wi-Fi, Ethernet, GSM, CDMA, LTE, serta solusi yang lebih

khusus seperti LPWAN, Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee, NFC, dan RFID. Teknologi untuk lapisan internet berkaitan dengan perutean paket data. Teknologi yang umum diadopsi untuk IoT yang terkait dengan lapisan ini termasuk IPv6, 6LowPAN, dan RPL.



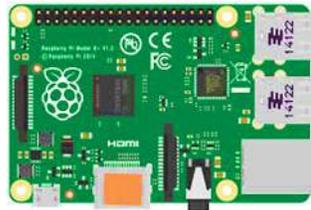
**Gambar 2.7** Protokol Jaringan IoT Dengan Model TCP/IP.

Fungsi dari *layer transport* adalah untuk mengatur alur transmisi data, mengurutkan paket, menyediakan koneksi yang andal dan melakukan pengecekan kesalahan. Teknologi yang sering dipakai dalam IoT yang berhubungan dengan lapisan ini adalah *Transmission Control Protocol* (TCP) dan *User Datagram Protocol* (UDP). Lapisan *application* berfungsi sebagai tempat aplikasi-aplikasi yang menggunakan TCP/IP berada. Contoh teknologi dari lapisan ini yang juga digunakan dalam teknologi IoT adalah *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT), *Advanced Message Queuing Protocol* (AMQP), dan *Extensible Messaging and Presence Protocol* (XMPP).

## 2.4 Java

Java adalah bahasa pemrograman yang bersifat *multi platform* dan *multi device*. Aplikasi dengan berbasis Java ini dikompulasikan ke dalam bentuk p-code dan bisa dijalankan dengan Java *Virtual Machine*. Pemrograman Java biasa dikatakan pusat dari semuanya. Dengan lebih dari 10 juta programmer dan 13 miliar perangkat yang mendukung Java di seluruh dunia. Java mampu menghubungkan aplikasi ke data, data ke orang, dan orang ke gaya hidup digital [19].

## 2.5 Raspberry Pi

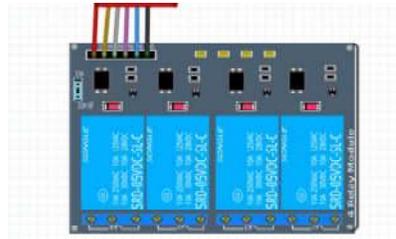


**Gambar 2.8** Raspberry Pi [20].

Raspberry Pi adalah sebuah *Single Board Circuit* (SBC) atau komputer berukuran kecil yang memiliki ukuran seperti kartu kredit ATM yang mampu dihubungkan dengan jaringan internet maupun perangkat lainnya [21]. Raspberry Pi *Foundation* merupakan yayasan nirlaba di Inggris (UK) yang pertama kali mengembangkan produk ini. Dengan tujuan awal diproduksinya *Raspberry Pi* adalah untuk digunakan oleh orang dewasa dan anak-anak di seluruh dunia untuk belajar pemrograman digital [20]. Raspberry Pi membutuhkan *Operating System* (OS) untuk dapat digunakan. OS disimpan dalam *Secure Digital* (SD) card yang digunakan juga sebagai media penyimpanan data seperti halnya *hard disk*. Keunggulan pada Raspberry Pi yaitu mampu memancarkan dan menerima sinyal Wi-Fi, Raspberry Pi tidak perlu menggunakan modul tambahan untuk terhubung ke internet. Bagian radio nirkabel menggunakan *chip Broadcom BCM43438* dan menyediakan LAN nirkabel standar 2,4GHz 802.11n, *Bluetooth* rendah daya, dan dukungan *Bluetooth* 4.1 klasik. Sehingga koneksi pada Raspberry digunakan hanyalah bagian penerima radio FM.

### 2.4.1 *Module Relay*

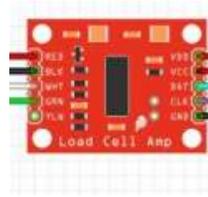
*Module Relay* adalah sebuah saklar yang dioperasikan secara elektronik atau digital. *Module Relay* dioperasikan dengan cara memberikan sebuah tegangan pemicu ke perangkat elektronik [22]. Komponen ini dapat digunakan sebagai switch untuk menjalankan berbagai peralatan elektronik. Seperti lampu listrik, motor listrik, dan berbagai peralatan elektronik lainnya. Dengan sistem kendali *ON / OFF switch*, sepenuhnya ditentukan oleh nilai *output sensor*, yang setelah diproses oleh *remote* atau sistem yang akan menghasilkan perintah pada *relay* untuk melakukan fungsi *ON / OFF*.



**Gambar 2.9** *Module Relay* untuk Arduino dan *Raspberry Pi* [23].

#### 2.4.2 *Modul Amplifier HX711*

Modul HX711 merupakan modul *amplifier* yang biasa digunakan dalam rangkaian timbangan digital sebagai modul konversi sinyal analog ke digital pada *load cell*. Dengan dua *channel* A dan B (*fix gain* 32) yang berkomunikasi secara *multiplex*, modul ini dapat di program untuk gain 128 atau 64 (20mV atau 40mV). Prinsip kerja dari modul HX711 ini yaitu sebagai penguat tegangan pada *load cell* pada saat *load cell* bekerja. HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) [24]. Prinsip kerja HX711 adalah dengan mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang telah ada. Modul ini melakukan komunikasi dengan komputer / mikrokontroler melalui TTL232.



**Gambar 2.10** Modul *Amplifier HX711*.

#### 2.4.3 *Sensor Load Cell*

*Load Cell* merupakan komponen inti yang terdapat pada timbangan digital. Secara umum *load cell* digunakan untuk menghitung massa dari suatu benda. Sebuah sensor *load cell* tersusun dari beberapa konduktor, *strain gauge*, dan jembatan *wheatstone* [25].

Adapun berbagai jenis sensor load cell antara lain: [26]

1. *Load cell Single Point / Load cell bench scale*. *Load cell* ini dipasang pada bagian tengah platform timbangan.
2. *Loadcell Shear Beam*. *Load cell* ini dipakai untuk *floor scale*.

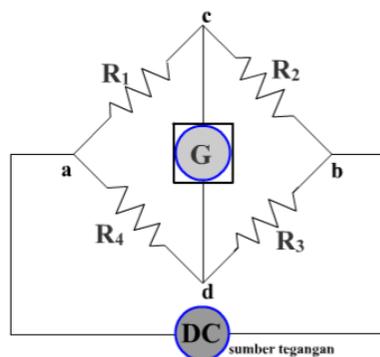
3. *Load cell Compress*. *Load cell* ini adalah dengan menekan bagian atasnya. Biasanya *load cell* jenis ini di pakai untuk timbangan truck.
4. *Load cell Model S*. Dinamakan *Loadcell S* karena bentuknya menyerupai huruf "S", cara kerja dari *Load cell* ini tidak di tekan melainkan ditarik sisi atas dan bawahnya, serta sisi bagian atas dikaitkan dengan gantungan sedangkan bagian bawahnya dikaitkan dengan barang yang akan ditimbang.
5. *Load cell Double Ended Load cell* ini bekerja dengan menekan sisi tengahnya. *Load cell* ini dipakai untuk timbangan truck.



**Gambar 2.11** Sensor *Load Cell* [27].

#### 2.4.4 Jembatan *Wheatstone*

Jembatan *Wheatstone* adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur sesuatu yang tidak diketahui hambatan listrik dengan menyeimbangkan dua kali dari rangkaian jembatan, satu kaki yang mencakup komponen diketahui kerjanya mirip dengan aslinya potensiometer [28].



**Gambar 2.12** Rangkaian Jembatan *Wheatstone* [28].