

BAB II

LANDASAN TEORI

1.1 Laboratorium

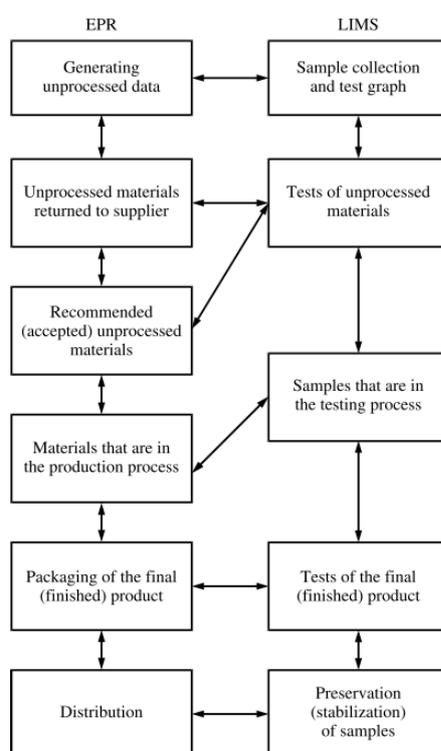
Laboratorium merupakan ruangan baik tertutup maupun terbuka yang dirancang sesuai dengan kebutuhan untuk melakukan aktivitas yang berkaitan dengan fungsi-fungsi pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Aktivitas yang dimaksud adalah kegiatan yang saling terintegrasi serta ditunjang oleh adanya suatu infrastruktur yang dibutuhkan demi terwujudnya hasil yang optimal (Tone, 2017).

2.1.1 Manajemen Laboratorium

Manajemen laboratorium (laboratory management) adalah usaha untuk mengelola laboratorium. Suatu laboratorium dapat dikelola dengan baik sangat ditentukan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya. Beberapa alat-alat laboratorium yang canggih, dengan staf profesional yang terampil belum tentu dapat berfungsi dengan baik, jika tidak didukung oleh adanya manajemen laboratorium yang baik. Oleh karena itu manajemen laboratorium adalah suatu bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kegiatan laboratorium sehari-hari. Pengelolaan laboratorium akan berjalan dengan lebih efektif bilamana dalam struktur organisasi laboratorium didukung oleh *Board of Management* yang berfungsi sebagai pengarah dan penasehat. *Board of Management* terdiri atas para senior/profesor yang mempunyai kompetensi dengan kegiatan laboratorium yang bersangkutan (Djas, 1998).

2.1.2 Sistem Informasi Laboratorium

Laboratorium merupakan komponen yang tidak bisa berdiri “sendiri” dalam menjalankan aktivitasnya, data yang diperoleh laboratorium, terutama data yang terkait dengan hasil kualitas suatu objek harus segera dikirim ke manajemen yang lebih tinggi. Untuk tujuan tersebut lah diperlukan integrasi sistem manajemen informasi laboratorium dengan sistem *Manufacture Enterprise Resource* (MES) dan *Enterprise Resource Planning* (ERP) terdapat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Transfer data Antara ERP dan LIMS

Antarmuka dengan sistem informasi dibuat secara integrasi langsung melalui penggunaan fungsi *Laboratory Information Management System* (LIMS). Hal tersebut memungkinkan untuk mendapatkan informasi output yang diperlukan. Informasi ini selanjutnya dapat digunakan untuk me-manajemen dan analisis sistem kualitas kontrol (Skobelev et al., 2011).

2.1.3 *Checking & Monitoring Laboratorium*

Guna menunjang efektifitas pemakaian dari laboratorium diperlukan juga sistem *Checking* (pengecekan) dan *Monitoring*, agar mendapatkan nilai evaluasi akhir. Penambahan atau pengurangan sarana yang terdapat di laboratorium tergantung oleh factor ini. Adapun *Checking* itu sendiri merupakan suatu proses pemeriksaan perangkat yang bertujuan untuk mengetahui baik tidaknya suatu perangkat. Sedangkan *Monitoring* secara umum dapat diartikan sebagai fungsi manajemen yang dilakukan pada saat kegiatan sedang berlangsung yang mencakup aspek:

- Penelusuran pelaksanaan kegiatan dan keluarannya,
- Pelaporan tentang kemajuan
- Identifikasi masalah pengelolaan dan pelaksanaan

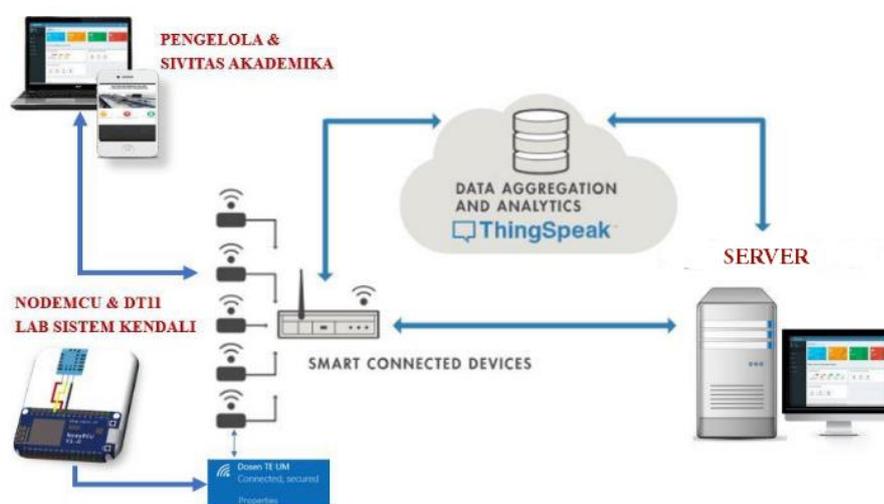
Sehingga *Monitoring* dapat diartikan sebagai proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indicator yang ditetapkan, yang dilakukan secara sistematis dan kontinyu sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan program selanjutnya.(Hayubi et al., 2016)

Monitoring ini sangat penting dilakukan karena berperan untuk memastikan hal-hal terkait kesesuaian perencanaan dan pelaksanaan serta ada atau tidaknya kendala dalam pelaksanaan praktikum di sebuah periode pembelajaran.(Pertwi, 2019)

2.1.4 *Smart Laboratory*

Smart Laboratory merupakan sebuah metode dimana menyatukan unsur Laboratorium dengan kemajuan teknologi, yang meliputi beberapa aspek sebagai faktor yang terkait dengan sistem manajemen dan informasi, demi menciptakan

lingkungan kerja yang lebih produktif dan kondusif dari pada sebelumnya. Konsep tersebut merupakan sebuah adaptasi dari konsep *Smart City*, Kementerian Dalam Negeri mendefinisikan *Smart City* sebagai konsep penataan kota secara terintegrasi dengan cakupan pembangunan yang luas dan dipadukan dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi guna mewujudkan pelayanan masyarakat yang lebih baik.(Hasibuan & Sulaiman, 2019) Contoh hubungan desain dan implementasi dari *Smart Laboratory* terdapat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Desain dan Implementasi dari Smart Laboratory berbasis IOT

Aspek yang terkait biasanya meliputi kondisi ruangan beserta komponen di dalamnya, sehingga dapat diatur sedemikian rupa dan data yang dihasilkan dari menggunakan metode ini akan disimpan dan menjadi bahan analisa untuk pengembangan.

Dalam penerapannya, metode ini menggunakan beberapa mikrokontroler untuk mengatur dan mengintegrasikan berbagai komponen, dengan menggunakan koneksi WiFi untuk saling mengirim dan menerima informasi, dan data yang terkirim akan tercatat dan tertera pada web server.

1.2 *Internet Of Things*

Internet of things (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. *Internet of thing* (IoT) bisa dimanfaatkan pada gedung untuk mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui jaringan komputer, Teknologi sistem kendali ini umumnya dilakukannya dari sebuah komputer saja yang didalamnya terdapat sebuah sistem atau fitur software yang telah dibangun dan dirancang untuk melakukan tugas kendali tersebut terhadap lampu ruangan.(Efendi, 2018)

IOT memungkinkan pengguna untuk mengelola dan mengoptimalkan elektronik dan peralatan listrik yang menggunakan internet. Hal ini berspekulasi bahwa di sebagian waktu dekat komunikasi antara komputer dan peralatan elektronik mampu bertukar informasi di antara mereka sehingga mengurangi interaksi manusia.(Khair, 2015)

2.2.1 Prinsip kerja *Internet Of Things*

Konsep IoT ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur IoT, yakni: Barang Fisik yang dilengkapi modul IoT, Perangkat Koneksi ke Internet, dan *Cloud Data Center* sebagai tempat untuk menyimpan aplikasi beserta data base seperti yang tertera pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Prinsip kerja IOT

Dasar prinsip kerja perangkat IoT adalah benda di dunia nyata diberikan identitas unik dan dapat dikenali di sistem komputer dan dapat di representasikan dalam bentuk data di sebuah sistem komputer. Pada awal-awal implementasi gagasan IoT pengenalan yang digunakan agar benda dapat diidentifikasi dan dibaca oleh komputer adalah dengan menggunakan kode batang (*Barcode*), Kode QR (*QR Code*) dan Identifikasi Frekuensi Radio (RFID). Dalam perkembangannya sebuah benda dapat diberi pengenalan berupa *IP address* dan menggunakan jaringan internet untuk bisa berkomunikasi dengan benda lain yang memiliki pengenalan *IP address*.

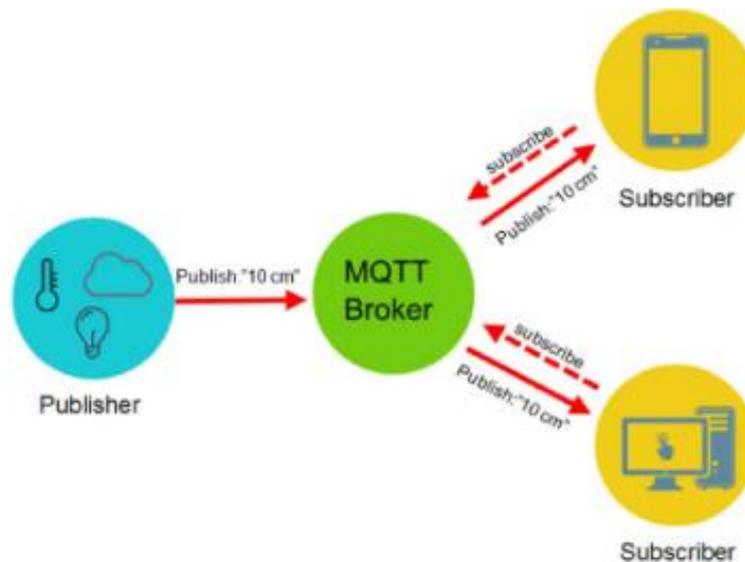
Cara Kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut (*Machine to Machine*), sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

2.3 MQTT

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) adalah sebuah protokol transport yang bersifat *client server publish/subscribe*. Protokol yang ringan, terbuka dan sederhana, MQTT dirancang agar mudah diimplementasikan. Karakteristik ini membuat MQTT dapat digunakan di banyak situasi, termasuk penggunaannya dalam komunikasi *machine-to-machine* (M2M) dan *Internet of Things* (IoT), protokol ini berjalan pada TCP/IP. Protokol MQTT membutuhkan transportasi yang menjalankan perintah MQTT, *byte stream* dari *client* ke *server* atau *server* ke *client*. Protokol transport yang digunakan adalah TCP/IP. TCP/IP

dapat digunakan untuk MQTT, selain itu TLS dan *WebSocket* juga dapat menggunakan TCP/IP.

Pada protokol MQTT terdapat dua komponen utama yaitu ‘MQTT *client*’ dan ‘MQTT *server*’. MQTT *client* bertindak sebagai *publisher* dan MQTT *server* bertindak sebagai *subscriber* dari sebuah topik. (Susanto et al., 2018) Arsitektur protocol MQTT ini terdapat pada gambar 2.4.



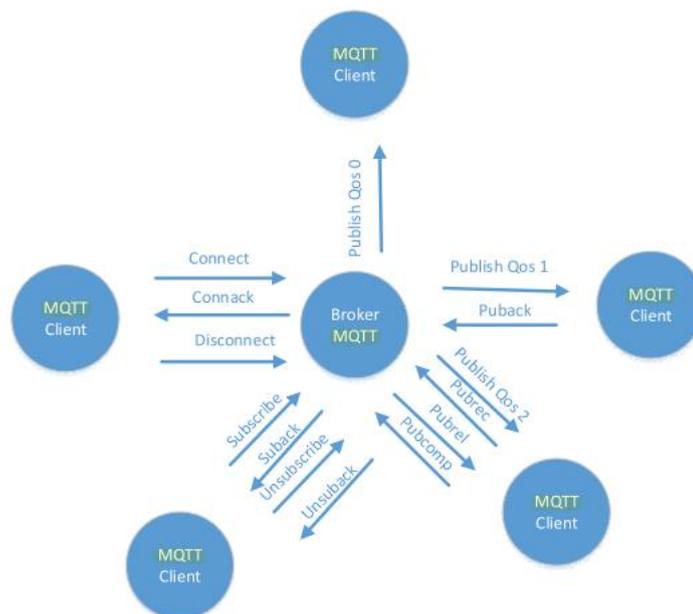
Gambar 2. 4 Arsitektur protocol MQTT

Sehingga protokol MQTT memiliki fitur seperti :

- *Publish/Subscribe message pattern* yang menyediakan distribusi *message* dari satu ke banyak dan *decoupling* aplikasi.
- *Messaging transport* yang *agnostic* dengan tidak bergantung pada *payload*.
- Menggunakan jaringan TCP/IP sebagai konektivitas dasar jaringannya.

Dalam tingkatan kualitas pelayanan / *Quality of Service* (QoS), yang menjadi pembeda dengan TCP/IP. Meskipun pengiriman datanya terjamin, kehilangan data masih dapat tetap terjadi jika terjadi *disconnect* maka dari itu MQTT menyediakan 3 tingkat kualitas pelayanan (QoS), diantaranya adalah:

- “*At most once*”, di mana pesan dikirim dengan upaya terbaik dari jaringan TCP/IP. Kehilangan pesan atau terjadi duplikasi dapat terjadi.
- “*At least once*”, dapat dipastikan pesan tersampaikan walaupun duplikasi dapat terjadi.
- “*Exactly once*”, dimana pesan dapat dipastikan tiba tepat satu kali.



Gambar 2.5 Jenis Tipe Pesan Protokol MQTT

Pada Protokol MQTT juga memiliki 14 jenis tipe pesan/format yang berbeda seperti pada gambar 2.5. Penjelasan mengenai tiap tiap jenis tipe tersebut tertera pada tabel 2.1. (Romdloni et al., 2017)

Tabel 2.1 Jenis Tipe Pesan Protokol MQTT

No	Nama Tipe	Fungsi
1	CONNECT	Client request to connect server
2	CONNACK	Connect Acknowledfement
3	PUBLISH	Publish Message
4	PUBACK	Publish Acknowledfement
5	PUBRES	Publish Received-assured delivery part1
6	PUBREL	Publish Received-assured delivery part2
7	PUBCOMP	Publish Complete-assured delivery part3

8	SUBSCRIBE	Client Subscribe request
9	SUBACK	Subscribe Acknowledfement
10	UNSUBSCRIBE	Client Unsubscribe request
11	UNSUBACK	Unsubscribe Acknowledfement
12	PINGREQ	PING request
13	PINGRESP	PING response
14	DISCONNECT	Client is Disconnecting

2.4 Node MCU ESP8266

NodeMcu merupakan sebuah *opensource platform* IoT dan pengembangan Kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu programmer dalam membuat *prototype* produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. Pengembangan Kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC , 1-Wire dan ADC (*Analog to Digital Converter*) semua dalam satu *board*. Keunikan dari Nodemcu ini sendiri yaitu *board*-nya yang berukuran sangat kecil yaitu panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan dengan berat 7 gram.



Gambar 2. 6 Node MCU ESP8266

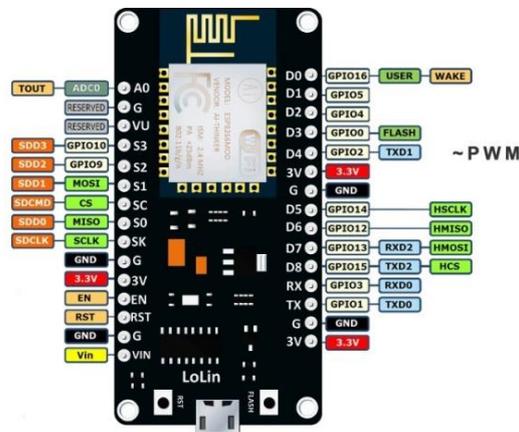
Walaupun ukurannya yang kecil, *board* node MCU seperti pada gambar 2.6 ini sudah dilengkapi dengan fitur wi-fi beserta *firmware*nya yang bersifat *opensource*. Penggunaan NodeMcu lebih menguntungkan dari segi biaya maupun efisiensi tempat, karena NodeMcu yang ukurannya kecil, sehingga lebih praktis dan harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan Arduino Uno. Arduino Uno

sendiri merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang banyak diminati dan memiliki bahasa pemrograman C++ sama halnya seperti NodeMcu. NodeMcu merupakan salah satu prduk yang mendapatkan hak khusus dari Arduino untuk dapat menggunakan aplikasi Arduino sehingga bahasa pemrograman yang digunakan sama dengan *board* Arduino pada umumnya.(Tulle, 2017)

Spesifikasi dan Pin Data Node MCU ESP8266 tertera pada Tabel 2.2 dan gambar 2.7.

Tabel 2.2 Spesifikasi Node MCU ESP8266

Microcontroller Chipset	ESP8266-12E
USB Chipset	CH340G
Operating Voltage	3.3 ~ 5V
Digital I/O	13
USB Port	Micro USB
Clock Speed	40/26/24 Mhz
Flash Memory	4M Bytes
ADC pin	1 pin (10 bit)
Width	30.3 mm
Length	57.2 mm



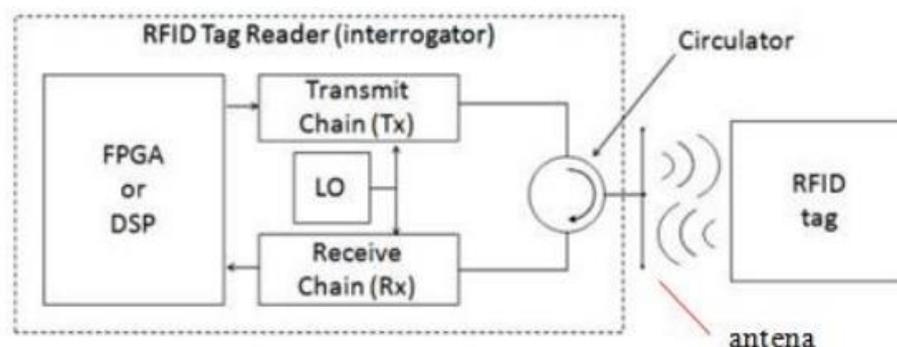
Gambar 2. 7 Data Pin Node MCU ESP8266

2.5 RFID

Radio Frequency Identification (RFID) adalah suatu teknologi identifikasi berbasis gelombang radio melalui medan elektromagnetik. Sistem ini terdiri dari *transponder*, *transmitter* (pengirim) dan *receiver* (penerima). Teknologi ini mampu menghubungkan antara *software* aplikasi dengan antena yang akan meradiasikan

gelombang radio ke *tag* RFID. Gelombang radio yang diemisikan oleh antena berpropagasi pada ruangan di sekitarnya. Artinya RFID *reader* harus menerima perintah dari *software* aplikasi dan mengkomunikasikannya dengan RFID *tag*. (Rerungan et al., 2014)

Terdapat banyak tipe teknologi RFID, sehingga diperlukan pertimbangan yang tepat untuk memilih satu tipe yang sesuai dengan aplikasi yang akan dibangun. Hal ini penting agar sistem berbasis RFID tersebut dapat efektif dan efisien, yaitu dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi. Pembagian tipe teknologi RFID didasarkan pada jenis frekuensi yang digunakan dan kemampuan untuk mengirim sinyal. Klasifikasi berdasarkan frekuensi kerja, tergolong menjadi empat, yaitu, pada pita frekuensi, *lowfrequency* (LF), *high-frequency* (HF), dan *ultra-high frequency* (UHF) dan *Microwave*. Sementara klasifikasi berdasarkan kemampuan untuk mengirim sinyal dapat dibedakan menjadi sistem RFID aktif dan sistem RFID pasif dengan blok diagram pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Blok Diagram RFID

Sistem RFID terdiri dari dua bagian, yaitu RFID *tag* yang biasa disebut sebagai *transponder* dan RFID *reader* atau *integrator*. Pada RFID *tag* yang berisi data, dilekatkan pada objek, sedangkan RFID *reader* sebagai unit pemindai data. Kedua bagian RFID ini akan berkomunikasi menggunakan gelombang radio melalui udara yang sering disebut *air-interface*. Pada gambar 2.8 dapat dilihat

bahwa adanya pemancar dan penerima serta *circulator* yang berfungsi untuk mengarahkan sinyal pancar dan sinyal terima ke dan dari RFID *tag*.(Djamal, 2014)

2.5.1 Mifare RC522 RFID reader

Mifare RC522 RFID merupakan salah satu tipe RFID dengan sebuah *Reader Module* berbasis IC Philips MFRC522 yang dapat membaca RFID dengan penggunaan yang mudah dan ekonomis, karena modul ini sudah berisi komponen komponen yang diperlukan oleh MFRC522 untuk dapat bekerja. Modul ini dapat digunakan langsung oleh MCU dengan menggunakan *interface* SPI, dengan *supply* tegangan sebesar 3,3V.

Perancangan RFID ini digunakan untuk karakteristik RFID *reader* dan RFID *tag/card* sehingga peneliti bisa menentukan perlakuan yang tepat untuk RFID dan perancangan desain alatnya nanti.(Nurliana M. Siregar, 2016) Gambar dari modul Mifare RC522 RFID *reader* ini bisa dilihat pada gambar 2.9 Dibawah ini.



Gambar 2. 9 Mifare RC522 RFID reader

Spesifikasi MRFC RC522 RFID *reader* dapat dilihat pada Tabel 2.3 Berikut ini :

Tabel 2.3 Spesifikasi Node MCU ESP8266

Type module	RC522
Arus	13 – 26 mA
Tegangan	3.3 V
Support card	S50, s70, UL, pro, Desfire
Dimensi module	40 mm x 60 mm
Data Transfer Rate	Max. 10Mbit/s

Frequency	125 KHz ~ 2,45 GHz
-----------	--------------------

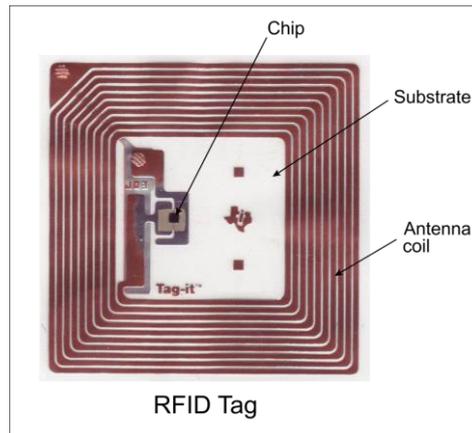
2.5.2 RFID Tag/Card

RFID *tag/card* atau bisa disebut juga *transponder*, merupakan perangkat otomatis yang menerima, memperkuat dan mengirimkan sinyal dalam frekuensi tertentu. Perangkat ini dibuat dari rangkaian elektronika dan antena yang terintegrasi di dalam rangkaian tersebut seperti terlihat pada gambar 2.10 berikut.



Gambar 2. 10 RFID tag dan RFID card

Rangkaian elektronik dari *tag* RFID umumnya memiliki memori seperti pada gambar 2.11 sehingga tag ini mempunyai kemampuan untuk menyimpan data. Memori pada *tag* dibagi menjadi sel-sel. Beberapa sel menyimpan data *Read Only*, misalnya *serial number* yang unik yang disimpan pada saat *tag* tersebut diproduksi. Selain pada RFID mungkin juga dapat ditulis dan dibaca secara berulang. (Suyoko, 2012)

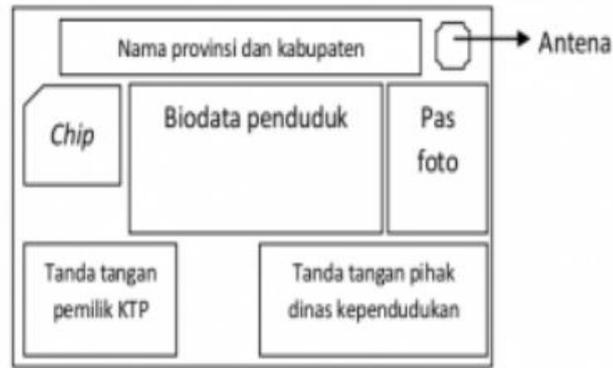


Gambar 2. 11 Struktur dalam RFID tag

Dalam memori tersebut terdapat berbagai informasi seperti nomor ID, tanggal lahir, alamat, jabatan dan data lain dari objek yang akan diidentifikasi. Banyaknya informasi yang dapat disimpan oleh RFID *tag* ini tergantung pada kapasitas memorinya, Semakin banyak fungsi yang dapat dilakukan RFID *tag* maka rangkaianannya semakin kompleks dan ukurannya akan semakin besar.

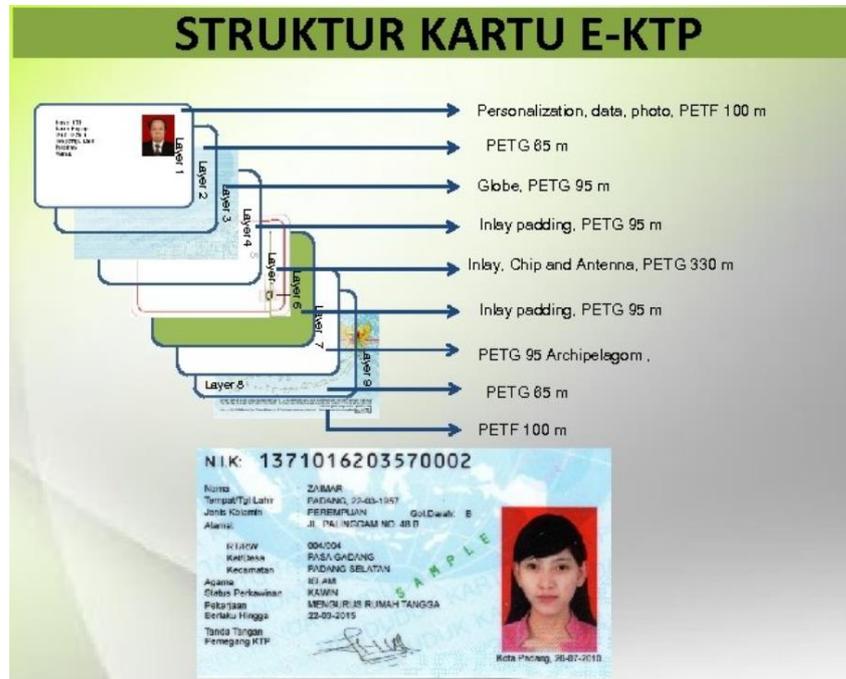
2.5.2.1 E-KTP

E-KTP ataupun KTP elektronik ialah kartu tanda penduduk yang memuat sistem keamanan/pengendalian baik dari sisi administrasi maupun teknologi data dengan berbasis pada database kependudukan nasional E- KTP adalah bukti diri formal penduduk sebagai data diri yang diterbitkan oleh lembaga pelaksana yang berlaku di seluruh daerah Indonesia. E-KTP merupakan salah satu dokumen yang harus dipunyai oleh setiap warga maupun penduduk guna terciptanya tertib administrasi kependudukan, untuk tiap penduduk hanya diperbolehkan mempunyai satu E- KTP yang memuat Nomor Induk Kependudukan (NIK) (Ansyari et al., 2018).



Gambar 2.12 *Layout* kartu E-KTP

Dari Gambar 2.12 mengenai *Layout* E-KTP dibekali dengan teknologi chip RFID yang menyimpan sejumlah informasi seperti identitas pemiliknya seperti data kependudukan dan biometrik dengan memori sebesar 32kb. Dengan struktur dari E-KTP yang terdiri dari 9 *layer* atau lapisan akan meningkatkan pengamanan dari KTP kontroversional yang tertera pada gambar 2.13 mengenai struktur kartu E-KTP.



Gambar 2. 13 Struktur kartu E-KTP

Chip ditanam diantara plastik putih dan transparan pada dua layer teratas jika dilihat dari depan seperti pada gambar MK mengenai rancangan E-KTP.



Gambar 2. 14 Rancangan E-KTP

Chip tersebut memiliki antenna di dalamnya yang akan mengeluarkan gelombang ketika didekatkan dengan *reader*. Gelombang tersebutlah yang akan dikenali oleh pendeteksi sehingga data yang ada bisa identifikasi. (disdukcapil.penajamkab.go.id, 2009; Kementerian Dalam Negri, 2009)

2.5.3 Gelombang Radio

Gelombang radio adalah satu bentuk dari radiasi elektromagnetik, dan terbentuk ketika objek bermuatan listrik dari gelombang osilator (gelombang pembawa) dimodulasi dengan gelombang audio (ditumpangin frekuensinya) pada frekuensi yang terdapat dalam frekuensi gelombang radio (RF) pada satu spektrum elektromagnetik, dan radiasi elektromagnetiknya bergerak dengan cara osilasi elektrik maupun magnetik. Gelombang elektromagnetik lain yang memiliki frekuensi diatas gelombang radio meliputi sinar gamma, sinar-X, inframerah, ultraviolet, dan cahaya terlihat. Ketika gelombang radio dikirim melalui kabel kemudian dipancarkan oleh antenna, osilasi dari medan listrik dan magnetik tersebut dinyatakan dalam bentuk arus bolak-balik dan voltase di dalam kabel. Dari

pancaran gelombang radio ini kemudian dapat diubah oleh radio penerima (pesawat radio) menjadi signal audio atau lainnya yang membawa siaran dan informasi.(v. M. buyanov, 1967a)

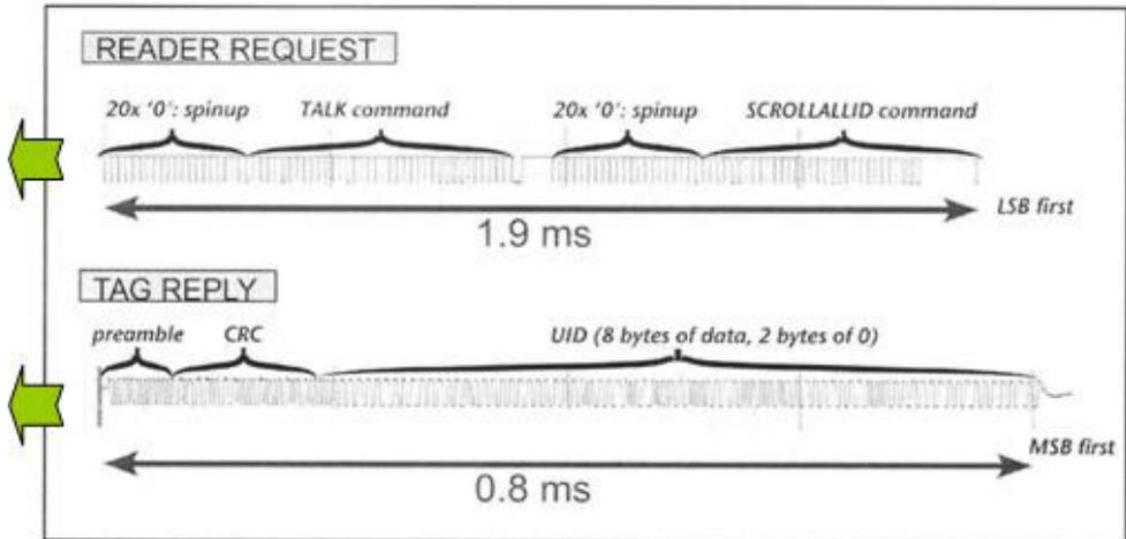
2.5.4 Frekuensi kerja RFID

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam RFID adalah frekuensi kerja dari sistem RFID. Berikut ini adalah beberapa band frekuensi yang digunakan untuk komunikasi *wireless* antara pembaca RFID dengan tag RFID.

- *Low Frequency (LF)* : 125 – 134 KHz
- *High Frequency (HF)* : 13,56 MHz
- *Ultra High Frequency (UHF)* : 868 – 956 MHz
- *Microwave* : 2,45 GHz

2.5.5 Pengiriman Data

Yang dimaksudkan dengan komunikasi data pada sistem RFID adalah, bagaimana data yang dikirimkan oleh RFID reader ketika ‘menyapa’ RFID tag, dan demikian juga data apa yang dikirimkan RFID tag untuk menjawab RFID reader. Tentu tidak hanya untuk menghidupkan rangkaian tag saja, tetapi tentu terdapat sederetan data dan ‘perintah’ yang dikirimkannya. Data yang dikirimkan sebagaimana komunikasi data umumnya adalah dalam bentuk serial data dengan aturan yang lazim, yaitu awal pengiriman dimulai dari LSB masing-masing data apabila berasal dari reader, tetapi kelaziman itu dibalik ketika data itu dikirm dari jawaban RFID tag. Pada gambar 2.15 merupakan diagram waktu komunikasi data antara reader – tag verci versa. Sementara.



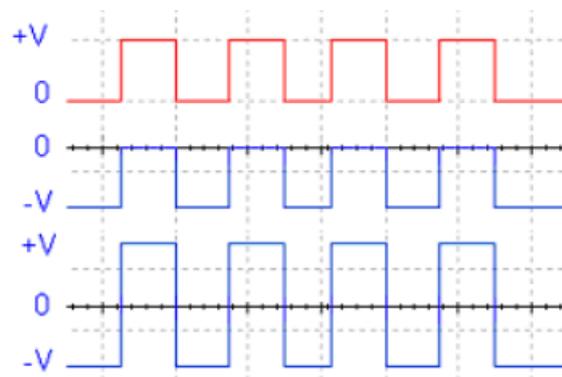
Gambar 2. 15 Diagram waktu komunikasi data antara reader – tag versi versa.
Sementara

Pada Gambar 2.15 bahwa, data stream dari reader berlangsung selama 1,9 ms, yang terdiri dari deretan, spinup berbentuk digit '0' duapuluh kali, TALK command, jeda sesaat, spinup berbentuk digit '0' duapuluh kali lagi, dan SCROLL-ALL-ID command. Aliran data stream ke arah kiri pada Gambar 2.15 . Data spinup berbentuk digit '0' duapuluh kali, digunakan untuk melakukan sinkronisasi kepada tag agar tag dapat mengenali paket data dari reader. Data TALK command adalah, sinyal yang dapat memastikan bahwa tag 'bangun' karena dengan sinyal TALK command ini, tag mendapat catu tegangan seperti dijelaskan pada pembahasan RFID pasif. Scroll-all-ID command adalah, sinyal perintah dari reader kepada tag untuk mengirimkan (backscatter) semua ID tag dan CRC yang diperlukan.

Sementara sinyal jawaban dari tag setelah menerima perintah dari reader, adalah, data preamble, sinyal CRC, dan semua data ID (EPC, electronic product code) yang terdapat dalam memory tag. Sinyal preamble yang terdiri dari, tujuh bit '1' dan satu bit '0', mempunyai fungsi untuk melakukan sinkronisasi sinyal tag ke reader sehingga dapat membaca data CRC dan data ID dengan tepat. Data CRC (cyclic redundant check) berfungsi untuk melakukan deteksi error yang terjadi pada

data ID dan dapat melakukan koreksi error tersebut. Jadi begitu satu tag menerima sinyal data stream dari reader, maka tag akan mengirimkan data stream.

seperti ditunjukkan pada Gambar 2.15 tersebut. Data stream jawaban tag lebih singkat waktunya, yaitu 0,8 milisekon. Begitu reader menerima data ID dari satu tag, maka tag bersangkutan ditempatkan pada keadaan quiet state, sehingga bila tag tersebut masih menerima sinyal perintah dari reader karena masih di dalam read zones, maka tag tersebut tidak mengirim jawaban lagi. Dengan laju proses sebesar 70 kbps untuk reader dan 140 kbps untuk tag, maka keseluruhan proses memerlukan waktu sekitar 2,7 milisekon untuk ID sebesar 64 bit. Apabila proses berlangsung tanpa collision (dari tag yang lain), maka proses berlangsung sekitar 3 milisekon setiap tag, sehingga akan mencapai 330 tag tiap sekon.(Djamal, 2014)



Gambar 2. 16 konversi data ke NRZ

Secara umum RFID berkerja dengan mengirimkan data biner (aljabar Boolean dua nilai) sebesar 64 bit dan menghasilkan gelombang carrier sebesar 127 KHz-2,4 GHz. Proses pengiriman data ini terjadi karena adanya pengaruh medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh RFID-reader.(v. M. buyanov, 1967b) Pada Gambar 2.16 Data yang dikirim akan dirubah menjadi gelombang NRZ dengan proses encoding terlebih dahulu, setelah data diterima seutuhnya maka akan di decoding kembali menjadi data semula.(Elamary & Chester, 2014)

2.5.6 Cara Kerja

Ketika RFID *tag* sebagai *transponder* didekatkan pada suatu objek (*coupling*), RFID *tag* ini akan dibaca datanya yang tersimpan oleh RFID *reader*. RFID *reader* akan memancarkan dan mengirimkan sinyal frekuensi radio untuk disesuaikan oleh *transponder*. Ketika RFID *tag* dan *reader* memiliki frekuensi gelombang yang sama, maka data dan informasi pada tag akan bisa dibaca oleh *reader*. Transmisi gelombang radio yang dilakukan menyebabkan kedua komponen *tag* dan *reader* ini berkomunikasi secara *wireless*. Dengan hanya mendekatkan *tag* pada *reader*-nya, Data yang telah dibaca tersebut akan dikirimkan ke sistem pusat identifikasi. Di luar dua komponen ini RFID juga membutuhkan sistem kontrol berupa computer sebagai jembatan yang menghubungkan RFID ke sistem keseluruhan, agar bisa melakukan penyimpanan dan pemrosesan data yang terbaca ke satu *database* untuk dilanjutkan dengan tugas lainnya. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa RFID terdiri dari bagian :

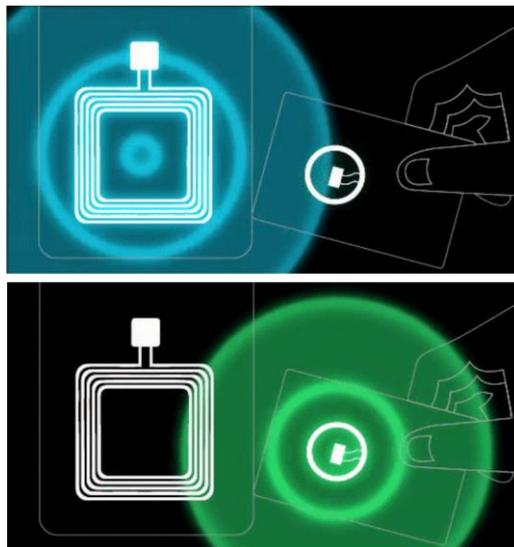
- *Transponder* atau RFID *tag* yang mencakup semua informasi tentang suatu produk.
- Antena pemindai untuk menangkap gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh *Transponder*.
- Modul pembaca yang menterjemahkan dan menafsirkan data pada *tag*.

Ketiga bagian diatas masuk ke dalam proses dimana :

- Data pertama disimpan dalam *tag* baik dalam format *read-only* atau *read-write*. Dengan *tag* yang bertenaga pasif.

- Ketika *tag* berada dalam jangkauan antena pemindai, energy elektromagnetik memicu *tag* untuk mulai mengirim data dalam bentuk gelombang radio.
- Gelombang radio ini ditangkan oleh antena dan dikirim ke pembaca yang menejermahkan gelombang tersebut sebagai informasi digital.

Ketika *coupling* terjadi, pada *tag* pasif terjadi perpindahan data menggunakan metode magnetik (*inductive coupling*), hal tersebut terjadi pada frekuensi rendah. Ketika medan gelombang radio dari *reader* didekati oleh *tag* pasif, koil antenna yang terdapat pada *tag* pasif akan membentuk suatu medan magnet. Medan magnet ini akan menginduksi suatu tegangan listrik yang memberi tenaga pada *tag* pasif. Tegangan jatuh ini akan terbaca oleh *reader*. Perubahan tegangan jatuh ini berlaku sebagai *amplitude* modulasi untuk bit data. Ilustrasi *inductive coupling* tersebut dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2. 17 Ilustrasi *Inductive Coupling*.

Sinyal frekuensi radio yang dipancarkan oleh *reader* akan diterima oleh *tag* dalam porsi yang kecil. Sinyal tersebut akan memicu suatu tegangan yang akan

digunakan oleh tag untuk mengaktifkan atau menonaktifkan beban untuk melakukan modulasi sinyal data. Gelombang refleksi yang dipancarkan *tag* dimodulasi dengan gelombang data *carrier*, gelombang yang termodulasi ditangkap oleh *reader*. (Prayoga, 2021)

2.6 *Solenoid Door Lock*

Solenoid Door Lock adalah sebuah perangkat kunci pintu elektronik yang menggunakan tegangan listrik. Alat ini banyak diaplikasikan pada pintu otomatis. (Iman, 2017) *Solenoid door lock* umumnya menggunakan tegangan kerja 12 volt. Pada kondisi normal perangkat ini dalam kondisi tertutup (NC), ketika diberi tegangan 12 volt maka kunci akan terbuka(NO). Untuk mengendalikan *Solenoid door lock* dari arduino dibutuhkan rangkaian antarmuka atau driver. Salah satunya dapat menggunakan relay 5 volt. Dengan menggunakan relay ini maka *Solenoid door lock* dapat dikendalikan oleh mikrokontroler, gambar *Solenoid Door Lock* ini terdapat pada gambar 2.18 berikut.



Gambar 2. 18 Solenoid Door Lock

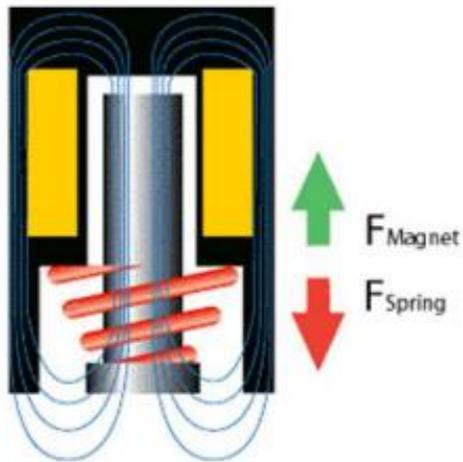
Spesifikasi *Solenoid Door Lock* ini dapat dilihat pada Tabel 2.4 Berikut:

Tabel 2.4 Spesifikasi Solenoid Door Lock

Type module	99-S12 – C
Arus	350 Ma
Tegangan	6,12,24 V
Time Interval	1 s

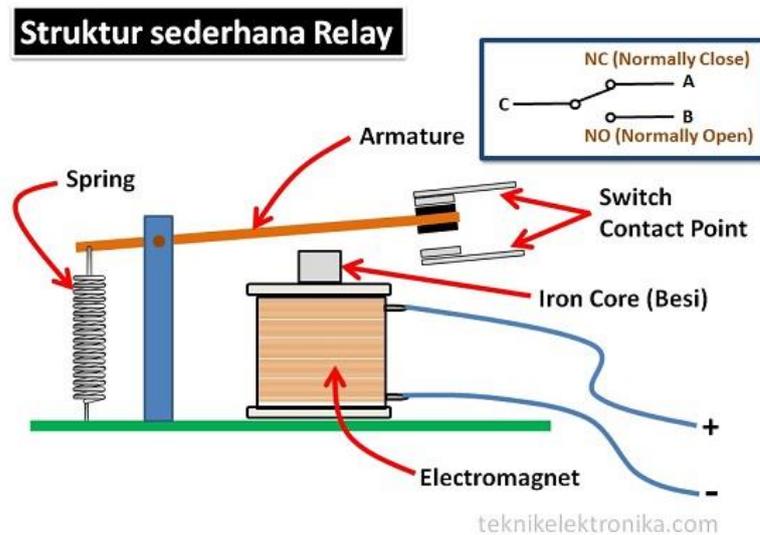
Dimensi module	3,3 x 2,7 x 1,7 cm
Weight	35 g
Energy form	Intermittent

Solenoid adalah aktuator yang mampu melakukan gerakan linier. Perbedaan antara solenoid dan motor adalah bahwa *solenoid* adalah motor yang tidak dapat berputar. Di dalam *solenoid* terdapat kawat melingkar pada inti besi. Ketika arus listrik melalui kawat ini, maka terjadi medan magnet untuk menghasilkan energi yang bisa mendorong inti besi. Poros dalam dari *solenoid* adalah piston seperti silinder terbuat dari besi atau baja, yang disebut *plunger* (setara dengan sebuah dinamo). Medan magnet kemudian menerapkan kekuatan untuk *plunger* ini, baik menarik atau *repeling* (kembali posisi). Ketika medan magnet dimatikan, pegas *plunger* kemudian kembali ke keadaan semula. Prinsip dari kerja *solenoid* tersebut seperti pada dijelaskan pada gambar 2.19 berikut ini :



Gambar 2. 19 Prinsip kerja Solenoid

Pergerakan *Solenoid* juga ditampilkan pada gambar 2.20 yakni saat lilitan arus teraliri maka inti besi akan bergerak. Gerakan pada inti besi mengikuti dari arah arus pada lilitan.(Akhir, 2012)



Gambar 2.22 Struktur sederhana Relay

2.8 LCD Display 20x4

LCD atau *Liquid Crystal Display LCD* adalah salah satu jenis media *display* yang merupakan lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan). Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. (Elektro et al., 2018) Berikut adalah tampilan fisik dari LCD 20x4 pada gambar 2.23 dibawah.



Gambar 2.23 LCD 20x4

Pada pengembangan *sistem embedded*, LCD mutlak diperlukan sebagai sumber pemberi informasi utama, misalnya alat pengukur kadar gula darah, penampil waktu jam, penampil *counter* putaran motor industri dan lain-lain. Berdasarkan jenis tampilan, LCD dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, (M. Theodore, 2014) yaitu:

- *Segment LCD*

LCD ini berbentuk dari beberapa *Seven Segment Display* atau *Sixteen Segment Display*, namun ada juga yang mengabungkan keduanya. LCD ini sering dipakai untuk jam digital.

- *Dot Matrix character LCD*

LCD ini terbentuk dari beberapa *Dot Matrix Display* berukuran 5x7 atau 5x9 yang membentuk sebuah matriks yang lebih besar dengan berbagai kombinasi jumlah baris dan kolom. Kombinasi ini yang menentukan karakter yang dapat ditampilkan LCD tersebut. Seperti 2 baris x 20 karakter atau 4 baris 20 karakter.

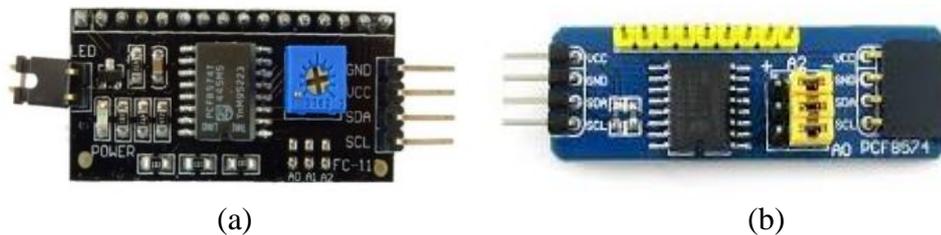
- *Graphic LCD*

LCD jenis ini masih berkembang saat ini. Resolusi LCD ini bervariasi, diantaranya 128x64, 128x128. Sekarang ini *Graphic LCD* banyak dipakai pada

Handycam, laptop, telpon seluler (*cellphone*), monitor komputer dan lain sebagainya.

2.9 I2C (*Inter Integrated Circuit*)

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C Seperti pada gambar 2.24 merupakan modul dari I2C untuk LCD dan *keypad*, adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data.



Gambar 2.24 Modul I2C (a) 1602 for LCD (b) pcf8574 for keypad

Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C *Bus* dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer data* pada I2C *Bus* dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer data* dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*. (Elektro et al., 2018)

Beberapa keuntungan dari penggunaan I2C *Serial* pada LCD adalah dapat menghemat jumlah pin yang tersedia pada mikrokontroler dan membuat *sketch* pemrograman menjadi *simple* serta dapat menjaga LCD agar tidak cepat rusak. (Nusyirwan et al., 2019)

	+ col1	+ col2	+ col3	+ col4
- row1	L1 1000 1000	L2 1000 0100	L3 1000 0010	L4 1000 0001
- row2	L5 0100 1000	L6 0100 0100	L7 0100 0010	L8 0100 0001
- row3	L9 0010 1000	L10 0010 0100	L11 0010 0010	L12 0010 0001
- row4	L13 0001 1000	L14 0001 0100	L15 0001 0010	L16 0001 0001

Gambar 2. 25 Konsep matrix untuk output pada PCF8574

Selain menjadi input, 1 buah modul PCF8574 ini juga bisa dipakai untuk menghasilkan 16 output yang berbeda sesuai dengan gambar 2.25 dengan menggunakan konsep alamat seperti pada matix keypad 4x4, dimana 4 pin pertama berperan mengatur kutub negatif dan 4 pin lainnya mengatur positif.

A0	A1	A2	Address Pins
0	0	0	= 0x20
0	0	1	= 0x21
0	1	0	= 0x22
0	1	1	= 0x23
1	0	0	= 0x24
1	0	1	= 0x25
1	1	0	= 0x26
1	1	1	= 0x27

Gambar 2. 26 Alamat PCF8574

PCF8574 ini memungkinkan untuk inisialisasi alamat dari 0x20 sampai dengan 0x27, artinya dapat digunakan sebanyak 8 buah modul. Dengan masing masing modul menghasilkan 16 output artinya memungkinkan untuk menghasilkan sampai dengan 128 output.

2.10 Keypad

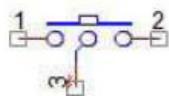
Keypad adalah saklar-saklar *push button* yang tersusun secara matriks yang berfungsi untuk menginput data seperti, input otomatis, input absensi, input *datalogger* dan sebagainya. *Keypad* merupakan salah satu jenis perangkat

antarmuka yang umum dijumpai pada *embedded* adalah *keypad* matrik 3x4 atau 4x4. *Keypad* biasanya digunakan pada beberapa peralatan berbasis mikrokontroler. Pada penggunaannya *keypad* terdiri dari beberapa saklar yang saling terhubung jika dilakukan penekanan pada bagian keypad sehingga menghubungkan antara baris dan kolom yang ada, bentuk fisik dari *keypad* 4x4 ini terdapat pada gambar 2.27 dibawah ini.(Ferlyawan & Fatah, Abdul, 2016)

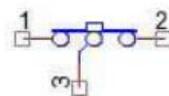


Gambar 2.27 Keypad Module

Saklar *push button* menyusun *keypad* yang digunakan umumnya mempunyai 3 kaki dan 2 kondisi, yaitu ketika saklar tidak ditekan maka kaki 1, 2 dan 3 tidak terhubung (akan berlogika 1) dan ketika semuanya terhubung (akan berlogika 0) seperti terlihat pada gambar 2.28 berikut.(Maryandika, 2012)



(a) Keadaan saat saklar tidak ditekan



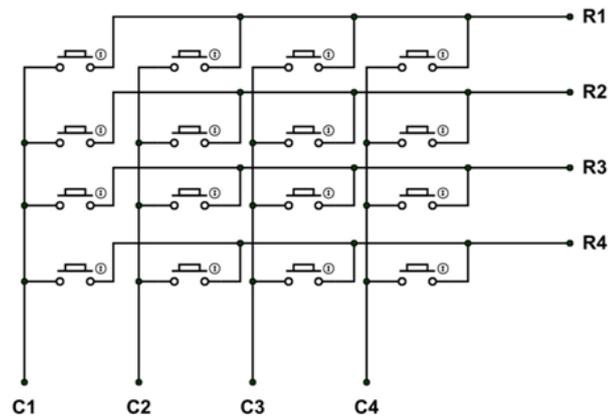
(b) Keadaan saat saklar

ditekan

(berlogika 1)

(berlogika 0)

Gambar 2.28 Struktur dalam saklar 3 kaki



Gambar 2. 29 Wiring Keypad 4x4

Wiring keypad pada gambar 2.29 diatas, terdapat 2 kaki pada tiap tombolnya dimana salah satu kakinya di pararelkan dengan tombol sebelah kiri kanannya sehingga membentuk *row*, dan kaki lainnya dipararelkan dengan atas bawahnya sehingga membentuk *column*. Dari *wiring* tersebut terbentuk lah keypad 4x4 dengan 8 pin, dimana 4 pin pertama mengatur *row* dan 4 pin lainnya mengatur *col*.

2.11 Penelitian Terkait

Berbagai studi dan penelitian mengenai *Smart Lab* sudah banyak dilakukan demi meningkatkan rasa kenyamanan dan keefektifan kinerja, penelitian tersebut umumnya mengatur komponen yang berbeda dan menggunakan berbagai mikrokontroler yang berbeda pula, berikut ini adalah beberapa penelitian yang terkait dengan *Smart Lab* :

1. Penelitian yang berjudul “SIONLAP V2: DESAIN DAN IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS MONITORING TEMPERATUR DAN KELEMBABAN RUANG LABORATORIUM” oleh Rochmad Fauzi pada Oktober 2019. Pada penelitian ini dilakukan sebuah perancangan untuk

memonitoring temperature dan kelembaban di ruangan laboratorium menggunakan sensor DHT11 dengan mikrokontroler node MCU untuk mengirimkan data ke Internet, yang nantinya bisa dimonitoring melalui web.(Rochmad Fauzi, 2019)

2. Penelitian yang berjudul “User Profile Creation and Training Mode Determination in The ‘Smart Lab’ System” oleh Y. Makarova pada April 2014. Pada penelitian kali ini lebih mengarah kepada metode pembelajaran yang dilakukan di laboratorium, sehingga agar bisa disebut ‘*Smart Lab*’ mereka menggunakan metode pembelajaran yang tidak langsung tatap muka dengan pengajar, namun menyatukan unsur tradisional, *E-Learning* dan *Mobile Learning* menjadi *Mixed Learning*, yang artinya menggabungkan beberapa metode tersebut dan menggunakan jaringan internet untuk saling berkomunikasi.(Makarova et al., 2014)
3. Penelitian yang berjudul “Prototype Pemantau Energi untuk *Internet Of Things* dalam *Smart Laboratory* di Telkom University” oleh Brian Pamukti pada Maret 2010. Pada penelitian ini dilakukan suatu pemantauan atau monitoring segala aktifitas energy konsumsi dengan sistem intrusive. Dengan menggunakan ATMEGA328 sebagai mikrokontroler interface dengan sebuah NodeMCU ESP8266, dengan Transformer AC, yang nantinya mikrokontroler akan deprogram untuk mendapatkan pengukuran energy menggunakan sebuah ADC.(Pamukti, 2016)
4. Penelitian yang berjudul “DESAIN DAN PROTOTIPE KUNCI PINTU OTOMATIS MENGGUNAKAN RFID BERBASIS ARDUINO UNO” oleh Al Aziz Abbie Roossano pada Agustus 2016. Pada penelitian kali ini telah

dirancang suatu alat kunci pintu otomatis yang menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dengan RFID sebagai sensornya dan output berupa motor servo sebagai pembuka kunci dan buzzer sebagai indicator berhasil atau gagalnya membuka kunci.(Aziz & Roossano, 2016)

5. Penelitian yang berjudul “ALAT PENGAMAN PINTU RUMAH MENGGUNAKAN RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) 125KHz BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328” oleh Didik Suyoko pada Desember 2012. Pada penelitian ini menggunakan ATMEGA328 sebagai mikrokontroler dengan sensor RFID, LM7805 sebagai IC pengatur tegangan, dengan *Solenoid Door Lock* sebagai outputnya namun pada alat ini belum menerapkan konsep IoT.(Suyoko, 2012)
6. Penelitian yang berjudul “RANCANG BANGUN SMART DOOR LOCK MENGGUNAKAN QR CODE DAN SOLENOID” oleh Atikah Hazarah pada Juni 2017. Pada penelitian ini dilakukan sebuah rancang bangun alat kunci pintar yang menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontrolernya yang dihubungkan dengan modul Bluetooth HC05 yang cara penggunaannya adalah dengan menggunakan QR code yang discan pada alat,sehingga berhasil membuka kunci tersebut.(Hazarah, 2019)

Dari uraian pemaparan diatas, bisa dilihat juga perbedaan pada tiap penelitian tersebut pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Perbedaan penelitian yang akan dilaksanakan dengan beberapa

Penelitian yang signifikan/ terkait dengan penelitian yang dilaksanakan			
Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Penjelasan
SIONLAP V2: DESAIN DAN IMPLEMENTASI	Rochmad Fauzi	Universitas Negeri Malang,	Pada penelitian kali ini menggunakan NodeMCU sebagai

INTERNET OF THINGS MONITORING TEMPERATUR DAN KELEMBABAN RUANG LABORATORIUM		Oktober 2019	mikrokontrolernya dengan sensor DHT11 yang yang dimonitor lewat Thingspeak.
User Profile Creation and Training Mode Determination in The 'Smart Lab' System	Y. Makarova, V. Krisilov, H. N. Vu	Institute of Computer Sciences Odessa National Polythecnic University, April 2014	Pada penelitian ini lebih menjelaskan metode pembelajaran yang menggabungkan metode pembelajaran tradisional, <i>E-Learning</i> dan <i>Mobile Learning</i> yang digabung menjadi <i>Mixed Mode</i> .
Prototipe Pemantau Energi untuk <i>Internet Of Things</i> dalam <i>Smart Laboratory</i> di Telkom University	Brian Pamukti, Khairunnisa Alfiyanti	Telkom University, April 2010	Pada penelitian ini dilakukan monitoring pemakaian energy dengan menggunakan ATMEGA328 sebagai interface dan nodeMCU untuk komunikasinya dengan menggunakan <i>Analog Digital Converter (ADC)</i> .
DESAIN DAN PROTOTIPE KUNCI PINTU OTOMATIS MENGGUNAKAN RFID BERBASIS ARDUINO UNO	Al Aziz Abbie Roossano, Joko Purnomo	Universitas Gunadarma, Agustus 2016	Pada penelitian kali ini dirancang alat pengunci pintu otomatis dengan mikrokontroler Arduino UNO dan RFID sebagai sensor yang akan menggerakkan motor servo juga menyalakan buzzer sebagai indicator.
ALAT PENGAMAN PINTU RUMAH MENGGUNAKAN RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) 125KHz BERBASIS	Didik Suyoko	Universitas Negeri Yogyakarta, Desember 2012	Pada penelitian kali ini dirancang sebuah alat pengaman pintu otomatis menggunakan ATMEGA328 sebagai mikrokontroler dengan sensor RFID dan

MIKROKONTROLER ATMEGA328			LM7805 untuk mengatur tegangan, dengan output berupa <i>Solenoid Door Lock</i> .
RANCANG BANGUN SMART DOOR LOCK MENGUNAKAN QR CODE DAN SOLENOID	Atika Hazarah	Politeknik Negeri Jakarta, Juni 2017	Pada penelitian kali ini telah dilakukan suatu rancang bangun alat kunci pintar dengan menggunakan QR code, dimana menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dengan module Bluetooth HC-05, untuk mengaktifkan <i>Solenoid Door Lock</i> .
Penelitian yang akan dilaksanakan			
Judul Penelitian		Penjelasan	
Smart Laboratory menggunakan Radio Frequency identification (RFID) berbasis Internet Of Things		Pada penelitian saya kali ini berencana untuk menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler yang menjadi publisher dan subscriber, dengan sensor RFID untuk mengakses pintu atau loker yang diamankan dengan <i>Solenoid Door Lock</i> menggunakan protocol MQTT dan bisa dilihat datanya pada <i>web interface</i> .	

Penelitian terkait mengenai *Smart Lab* yang telah ada sebelumnya. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan ‘Smart Laboratory menggunakan Radio Frequency identification (RFID) berbasis Internet Of Things’, secara garis besar memiliki beberapa poin atau komponen berbeda, mulai dari sensor, mikrokontroler, output, dan protocol nya. Pada penelitian kali ini Sensor yang digunakan adalah RFID MRFC522 dan *keypad* 4x4 yang berfungsi sebagai input untuk mengoperasikan output dimana pada penelitian sebelumnya menggunakan QR-code, sensor suhu, kelembaban, dll sebagai input-an. Lalu menggunakan mikrokontroler NodeMCU sebagai *Publisher* dan *Subscriber* untuk saling

berkomunikasi mengirim dan menerima data yang dimana pada penelitian sebelumnya menggunakan Arduino UNO dan ATmega328. Perintah dari mikrokontroler tadi akan memerintah-kan *Seleoid Door Lock* dan Relay sebagai output untuk bekerja, jumlah maksimal unit yang ada tergantung dari jumlah PCF8574 yang dipakai, sedangkan protocol yang digunakan adalah MQTT karena dinilai cocok untuk mengidentifikasi ID dimana pada penelitian sebelumnya beberapa diantaranya juga memakai MQTT dan yang lainnya masih belum berbasis IoT.