

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang sistem pembayaran berbasis *internet of things* sudah banyak dilakukan. Putra [2017] melakukan penelitian tentang “*Sistem Pembayaran Parkir Menggunakan Near Field Communication Berbasis Android Dan Teknologi Internet Of Things*”. Pada penelitiannya ini menjelaskan bahwa Makalah ini menjelaskan rancang bangun sistem pembayaran parkir menggunakan NFC (*Near Field Communication*) dan GPS (*Global Position System*) untuk menciptakan metode pembayaran parkir yang lebih cerdas. Kontribusi yang diberikan dari hasil penelitian adalah menerapkan konsep *pervasive computing* dan *Internet of Things* (IoT) di dalam pembangunan sistem parkir, sehingga proses pembayaran parkir menjadi lebih efektif. Lokasi parkir dipasang WiFi dan nama SSID yang unik. Sistem akan melakukan sensing kepada pengguna yang memasuki lokasi parkir menggunakan IMEI. Pembayaran parkir menggunakan aplikasi pada *smartphone* dengan NFC *Enable* dengan cara didekatkan pada NFC *reader* pada sistem. Pengguna melakukan tap pada *smartphone* dengan NFC *Enable* ke NFC *reader* untuk melakukan proses inisialisasi awal parkir kendaraan yang akan mencatat ID pengguna, data waktu, dan saldo uang digital. Aplikasi pada perangkat pintar akan mencatat koordinat lokasi parkir kendaraan sesuai lokasi parkir yang dipilih oleh pengguna. Selanjutnya, aplikasi akan membantu pengguna menemukan lokasi kendaraan ketika pengguna terlupa. Sistem

pembayaran parkir pada penelitian ini telah berhasil dibangun dengan menghindari penggunaan kertas untuk tiket sehingga akan lebih memudahkan pengguna dan lebih ramah lingkungan. [1]

Firdaus [2015] melakukan penelitian tentang “Analisis Teknologi Charger Untuk *Kendaraan Listrik - Review*”. Pada penelitiannya ini menjelaskan bahwa Teknologi *charger* dalam *Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)* terdiri dari tiga jenis, yaitu AC level 1, AC level 2 dan DC *fast charging*. Setiap jenis memiliki kelebihan dan kekurangan. Kerugian tipe AC level 1 membutuhkan waktu lama untuk pengisian daya (sekitar 20 jam) dan keuntungannya tidak ada risiko merusak baterai. AC Level 2 memiliki kekurangan yang masih relatif lama waktu untuk memproses muatan tetapi proses lebih pendek dari muatan AC level 1 dan tidak ada risiko tinggi merusak baterai. DC *fast charging* memiliki kelebihan muatan yang sangat singkat (*express*) pada rentang 20-30 menit, tetapi kerugiannya yaitu sangat berisiko tinggi merusak baterai dalam penggunaan berkelanjutan. [2]

Nahar Sunny Suresh Shobha, Kajarekar Pravin Aruna, Manrekar Devesh Parag Bhagyashree, Kotian Siddhanth Jagdish Sarita [2016] melakukan penelitian tentang “*NFC and NFC Payments: A Review*”. Pada penelitiannya ini menjelaskan bahwa *Near Field Communication (NFC)* merupakan salah satu teknologi telah banyak perbaikan dalam beberapa tahun terakhir karena meningkatnya ketersediaan perangkat berkemampuan NFC. NFC digunakan untuk komunikasi jarak pendek dan berdasarkan standar dari infrastruktur *Radio Frequency Identification (RFID)*. NFC dapat melakukan komunikasi

dua arah yang sederhana dan aman antara perangkat yang memiliki teknologi NFC. Jurnal ini menjelaskan tentang teknologi NFC berdasarkan dengan penerapannya, mode operasi, penerapannya dalam bentuk tag serta penjelasan standar dan protokolnya dalam pengaplikasian NFC sebagai pembayaran. Aplikasi NFC di bidang pembayaran dijelaskan dalam bentuk arsitektur perangkat NFC, arsitektur dan ancaman-ancaman dasar NFC yang berhubungan dengan teknologi ini.

Purwaningsih [2013] melakukan penelitian tentang “*Micropayment Design System Using Near Field Communication Technology (NFC)*”. Pada penelitiannya ini menjelaskan bahwa desain sistem *micropayment* bertujuan untuk mempermudah proses pembayaran di toko atau kafetaria tanpa menggunakan uang tunai (*cashless*). Aplikasi ini memberikan keleluasaan kepada konsumen untuk melakukan pembayaran menggunakan sistem pembayaran elektronik dengan nilai transaksi kecil (*micropayment*) secara gratis. Sistem pembayaran *micropayment* sangat cocok diterapkan untuk transaksi bernilai kecil dengan frekuensi tinggi. Dengan memanfaatkan teknologi nirkabel *Near Field Communication* (NFC), pembayaran dapat dilakukan hanya dengan perangkat seluler konsumen. Pembayaran dapat dilakukan dengan cara mendekatkan perangkat konsumen dengan perangkat pembaca atau kantin penjaga toko. [4]

2.2. Dasar Teori

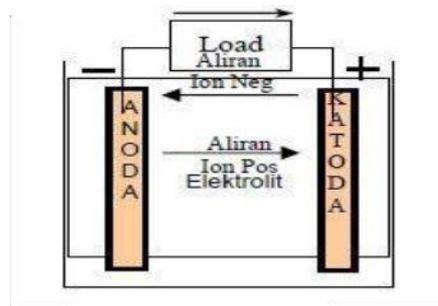
2.2.1. Mobil Listrik

Mobil merupakan salah satu sarana transportasi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Penggunaannya yang praktis dan nyaman membuat mobil menjadi primadona. Karena harga minyak dunia semakin tinggi, membuat banyak orang mencari alternatif bahan bakar mobil, salah satunya yaitu mobil listrik. Saat ini, pengembangan mobil listrik di Indonesia sedang menjadi bahan pembicaraan. Banyak peneliti yang berlomba-lomba untuk menciptakan mobil listrik yang banyak fitur dan berbagai macam bentuk. Kapasitas baterai menjadi salah satu pembahasan pada mobil listrik. (Bayu Segara Putra, 2015).

2.2.1.1. Baterai

Baterai atau accumulator adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. *Reversible* dapat diartikan dalam baterai terjadi proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia. Pengisian kembali baterai dengan cara regenerasi dari elektroda – elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Prinsip kerja baterai yaitu: (Bayu Segara Putra, 2015).

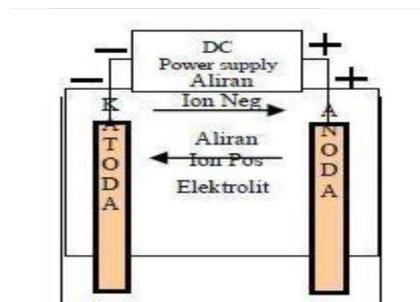
- a. Proses *discharge* pada sel berlangsung menurut skema Gambar 2.1. Bila sel dihubungkan dengan beban maka elektron mengalir dari anoda melalui beban ke katoda, kemudian ion-ion negatif mengalir ke anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda. (Bayu Segara Putra, 2015).



Gambar 2.1 Proses *Discharge*

Sumber: Bayu Segara Putra, 2015

- b. Pada proses pengisian menurut skema Gambar 2.2 dibawah ini adalah bila sel dihubungkan dengan *power supply* maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi sebagai berikut: (Bayu Segara Putra, 2015).



Gambar 2.2 Proses *Charge*

Sumber: Bayu Segara Putra, 2015

1. Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui *power supply* ke katoda.
2. Ion-ion negatif mengalir dari katoda ke anoda.
3. Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda

Dalam pengisian dan pengosongan baterai, ada beberapa parameter yang menjadi pertimbangan bagus atau tidaknya sebuah baterai. Parameter tersebut antara lain: (Bayu Segara Putra, 2015).

- Tegangan
- Kapasitas Baterai
- Baterai *State of Charge* (SOC)
- Resistansi Internal
- Pelepasan Muatan Sendiri (*Self-Discharge*)

2.2.2. Charging Station

Charging Station atau stasiun pengisian daya adalah suatu perlengkapan listrik yang terhubung langsung ke panel distribusi listrik, atau kadang-kadang ke stopkontak listrik. *Charging Station* memiliki satu atau lebih kabel yang dilengkapi dengan konektor yang mirip dengan *nozzle* pompa bensin dan digunakan dengan cara yang sama, dengan cara terhubung ke soket pengisian daya *Electric Vehicle* untuk mengisi daya baterai. *Charging Station* memiliki lampu yang menunjukkan bahwa *Electric Vehicle* terhubung dan mengisi daya.

Charging Station juga dapat memiliki tombol untuk memulai atau menghentikan operasi pengisian. Beberapa memiliki fitur tambahan: meteran daya, sistem pembayaran elektronik, sistem akses yang dikontrol kartu, akses Internet, dll. (*Electric Vehicle Charging Stations-Technical Installation Guide*, 2015)

2.2.2.1. Teknologi *Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)*

Charging atau pengisian ulang sumber listrik yang umumnya berupa baterai litium ion atau *nickle ion* dan lainnya menjadi hal utama dalam membangun sebuah sistem *electrical vehicle*. Teknologi *Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)* memberikan energi listrik dari sumber listrik untuk mengisi baterai pada *Plug-in Electric Vehicle (PEV)* ini. EVSE berkomunikasi dengan PEV untuk memastikan bahwa aliran listrik yang diisikan sudah tepat dan aman. Unit EVSE sering disebut sebagai stasiun pengisian. Komponen dasar dari teknologi EVSE adalah sebagai berikut: (Firdaus Sutra Kamajaya, Muhammad Muzmi Ulya, 2015).

a. *Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)*

EVSE adalah peralatan yang terhubung ke sumber daya listrik, dengan menyediakan arus bolak-balik (AC) atau arus searah (DC). pemilihan kapasitas pengisian EVSE sangat penting karena EVSE memiliki pengaruh langsung pada seberapa cepat baterai dapat diisi ulang. Sebagai

contoh, Level 2 EVSE tersedia dalam 20, 30 dan 40 ampere, semakin tinggi ampere maka proses pengisian ulang lebih cepat. Namun, charger onboard PEV ini harus memiliki kemampuan untuk mencocokkan output penuh dari EVSE untuk mewujudkan waktu tercepat dalam mengisi ulang. (Firdaus Sutra Kamajaya, Muhammad Muzmi Ulya, 2015).

b. *Electric Vehicle Connector (EVC)*

Electric Vehicle Connector adalah perangkat yang terhubung ke kabel EVSE yang menyediakan koneksi fisik antara EVSE dan PEV. Ada tiga konektor dominan digunakan saat ini, yaitu: konektor SAEJ1772 berdasarkan (dikembangkan oleh Amerika Serikat), konektor CHAdeMO (dikembangkan oleh Jepang), dan konektor Super charger (dikembangkan oleh Tesla yang digunakan secara eksklusif untuk pengisian mobil listrik Tesla). (Firdaus Sutra Kamajaya, Muhammad Muzmi Ulya, 2015).

c. *Electric Vehicle Inlet*

Electric Vehicle Inlet adalah perangkat pada kendaraan listrik yang menyediakan koneksi fisik antara PEV dan konektor EVSE. Beberapa jenis PEV memiliki lebih dari satu *port inlet* dan lokasi yang berbeda antara satu

kendaraan dengan kendaraan lain. (Firdaus Sutra Kamajaya, Muhammad Muzmi Ulya, 2015).

d. Battery Charger

Battery Charger adalah perangkat yang digunakan untuk mengisi atau mengganti muatan listrik pada baterai PEV. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ulang baterai bergantung pada tegangan atau arus yang dihasilkan *battery charger*, jika arus atau tegangan terlalu rendah maka waktu *charging* akan membutuhkan waktu yang lama, sebaliknya jika tegangan atau arus tinggi maka waktu *charging* akan lebih singkat. (Firdaus Sutra Kamajaya, Muhammad Muzmi Ulya, 2015).

2.2.2.2. Klasifikasi *Charger* EVSE

EVSE diklasifikasi menjadi AC level 1, AC level 2 dan *DC Fast Charge* (DCFC). Klasifikasi EVSE berkenaan dengan tingkat daya yang dihasilkan peralatan untuk mengisi ulang baterai PEV. Semakin tinggi level maka akan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ulang baterai. (Firdaus Sutra Kamajaya, Muhammad Muzmi Ulya, 2015).

a. *AC Level 1 Charging*

Pengisian level 1 menggunakan standard residensial 120-volt AC *outlet*, mengkonsumsi daya yang sama dengan *toaster*. Kebanyakan pabrikan PEV menentukan AC level 1 EVSE sebagai standard agar tidak perlu memakai perangkat tambahan. Pengisian ulang AC level 1 dapat menambah kuranglebih 4 mil perjalanan per jam. *Charging* AC level 1 merupakan pengisian ulang baterai yang paling umum digunakan dan dapat mengisi ulang baterai PEV dalam waktu semalam, tetapi, jika baterai PEV habis seluruhnya bias memakan waktu sampai 20 jam untuk mengisi ulang. (Firdaus Sutra Kamajaya, Muhammad Muzmi Ulya, 2015).

b. *AC Level 2 Charging*

Pengisian AC Level 2 menggunakan residensial 220-volt atau komersial 208-volt AC *electrical service*, konsumsi dayanya kurang lebih sama dengan pengering pakaian. Pengisian ulang level 2 dapat menambah kurang lebih 15 mil perjalanan untuk 1 jam pengisian pada kendaraan dengan 3.3 kW *onboard charger*, atau 30 mil untuk 1 jam pengisian pada kendaraan dengan 6.6 kW *onboard charger*. Perangkat level 2 EVSE didesain untuk pengisian ulang yang lebih cepat dan membutuhkan tetapi

dalam instalasi listriknya dibutuhkan ahli dan juga menggunakan rangkaian listrik yang mumpuni. Baterai PEV level 2 yang habis seluruhnya memakan waktu selama 7 jam untuk mengisi ulang. (Firdaus Sutra Kamajaya, Muhammad Muzmi Ulya, 2015).

c. *DC Fast Charging (DCFC)*

Peralatan DCFC membutuhkan komersial 480-volt AC *power service* dan konsumsi dayanya kurang lebih sama dengan 15 pengatur suhu udara ukuran normal. Pengisian ulang DCFC dapat menambah kurang lebih 80-100 mil perjalanan dengan pengisian selama 20-30 menit. DCFC EVSE merubah AC menjadi DC didalam peralatan EVSE, memotong jalur charger mobil untuk menyediakan arus DC berkekuatan tinggi langsung menuju traction baterai PEV melewati inlet pengisian padakendaraan. Ada 2 standard untuk konektor yang digunakan pada DCFC, yaitu: SAE J1772 *Combo* (dikembangkan Amerika Serikat). Dan konektor CHAdeMO (dikembangkan Jepang). Dalam praktisnya, kedua konektor bekerja dengan sangat baik dan banyak (tidak semua) PEV yang bias menggunakan kedua konektor tersebut. DCFC dapat mengisi ulang baterai PEV yang habis seluruhnya dalam

waktu kurang lebih 30 menit. (Firdaus Sutra Kamajaya, Muhammad Muzmi Ulya, 2015).

2.2.2.3. Kondisi *Charging Station* di Indonesia

Indonesia sebagai negara berkembang, cukup antusias terhadap perkembangan mobil listrik di dunia. Ketua I Gaikindo Jongkie D Sugiarto, mengatakan salah satu caranya adalah dengan menerbitkan Peraturan Daerah (Perda) masing-masing wilayah yang mewajibkan pusat perbelanjaan menyediakan fasilitas pengisian mobil listrik. Fasilitas tersebut nantinya ditujukan bagi kendaraan ramah lingkungan, entah itu plug-in hybrid maupun murni listrik. (CNN, Gaikindo Ingin Ada Perda Tempat Cas Mobil Listrik di Mal, 2018). Dikutip dari Bisnis.com, JAKARTA - PT PLN (Persero) menyediakan 875 stasiun pengisian listrik umum (SPLU) untuk kendaraan listrik di beberapa kota besar di Indonesia. Tahun ini, PLN menargetkan 1.000 SPLU. (Bisnis, 875 *Charger* Mobil Listrik Tersebar di Kota Besar, 2017).

Dikutip dari Bisnis, Gambaan umum tentang SPLU yaitu, PLN hanya memasang keran untuk mengambil listriknya," kata anggota Tim Mobil Listrik PLN Leo Basuki kepada Bisnis, Kamis (24/8/2017). (Bisnis, 2017, PLN Akan Sediakan 1.000 Stasiun '*Charger*' Mobil Listrik, 2017). Seiring

dengan berkembangnya teknologi, SPLU pun dapat digunakan untuk mengisi ulang energi kendaraan listrik. SPLU Beji Lintar mengadopsi sistem prabayar. (Bisnis, 875 *Charger Mobil Listrik Tersebar di Kota Besar*, 2017).

2.2.2.4. Rencana Skenario Pengisian Charging Station di Indonesia

Dikutip dari media pers di Indonesia untuk rencana skenario pengisian mobil listrik menggunakan charging station, akan dijelaskan dibawah ini.

“Untuk menggunakannya, masyarakat perlu mengisi pulsa (stroom) kWh meter dengan membeli token listrik melalui Payment Point Online Bank (PPOB), ATM, minimarket, dan lain-lain dengan menyebutkan ID Pelanggan atau nomor kWh Meter yang tercantum di SPLU yang akan digunakan. SPLU sendiri terbagi menjadi dua tipe, yaitu tipe hook yang dapat ditemui di tiang-tiang milik PLN, dan tipe standing yang menjadi suatu bangunan tersendiri. .” (Bisnis, 875 *Charger Mobil Listrik Tersebar di Kota Besar*, 2017).

2.2.3. *Smart Card/Integrated Circuit Card (ICC)*

Smart Card, Chip Card, atau *Integrated Circuit card (ICC)*, adalah kartu berukuran saku yang disematkan sirkuit terpadu didalamnya. *Smart Card* umumnya terbuat dari plastik, *polyvinyl*

chloride , akan tetapi bisa juga terbuat dari *polyethylene-terephthalate-based polyesters*, *acrylonitrile butadiene styrene* atau *polycarbonate*.

Umumnya *Smart Card* memiliki karakteristik seperti berikut:

1. Memiliki dimensi yang sama dengan kartu kredit, ID-1 dengan standar ISO / IEC 7810, dengan ukuran kartu $85,60 \times 53,98$ milimeter ($3,37 \text{ in} \times 2,13 \text{ in}$). Ukuran populer lainnya adalah ID-000, dengan ukuran 25×15 milimeter ($0,98 \times 0,59$ inci) (umumnya digunakan untuk kartu SIM). Dan memiliki tebal 0,76 milimeter (0,030 inci).
2. Berisi sistem keamanan *tamper-resistant* (misalnya keamanan *cryptoprocessor* dan keamanan sistem file) dan memiliki keamanan informasi (misalnya, melindungi informasi dalam memori).
3. Dikelola oleh sistem administrasi, yang mengubah informasi dan pengaturan konfigurasi dengan kartu secara aman, mengontrol daftar hitam kartu dan pembaruan aplikasi-data.
4. Berkomunikasi dengan layanan eksternal melalui perangkat pembaca kartu, seperti pembaca tiket, ATM , pembaca DIP , dll.

Saat ini *Smart Card* yang beredar memiliki berbagai macam bentuk, tetapi penggolongan *smart card* di bagi menjadi 4 jenis, antara lain:

2.2.3.1. *Contact smart cards*

Contact smart Cards memiliki area kontak sekitar 1 sentimeter persegi ($0,16^2$ in), terdiri dari beberapa area kontak berlapis emas. Area ini menyediakan konektivitas listrik ketika dimasukkan ke pembaca, yang digunakan sebagai media komunikasi antara *smart card* dan *host* (misalnya komputer, terminal tempat penjualan) atau telepon seluler. Kartu jenis ini tidak mengandung baterai, daya dipasok oleh pembaca kartu.

Standar ISO / IEC 7810 dan ISO / IEC 7816 menetapkan beberapa syarat, meliputi: bentuk fisik dan karakteristik, posisi dan bentuk konektor listrik, karakteristik listrik, protokol komunikasi (termasuk perintah yang dikirim ke dan tanggapan dari kartu), fungsi dasar.

Karena chip dalam kartu keuangan sama dengan yang digunakan dalam modul identitas pelanggan (SIM) di ponsel, maka *Contact smart cards* diprogram secara berbeda dan tertanam didalam bagian PVC yang berbeda, produsen chip membangun dengan standar GSM / 3G yang lebih kompleks. Jadi, meskipun standar EMV (*Europay MasterCard Visa*) memungkinkan kartu chip untuk menarik arus sebesar 50 mA dari terminalnya, kartu untuk industri telepon biasanya berada di bawah batas 6 mA. Ini memungkinkan terminal kartu keuangan dapat dibuat lebih kecil dan lebih murah.

Protokol komunikasi untuk kartu pintar kontak termasuk T = 0 (*character-level transmission protocol, defined in ISO/IEC 7816-3*) dan T = 1 (*block-level transmission protocol, defined in ISO/IEC 7816-3*).

2.2.3.2. *Contactless smart cards*

Jenis kartu kedua adalah *Contactless smart cards*, jenis kartu ini berkomunikasi dan didukung oleh pembaca melalui teknologi induksi Frekuensi Radio (pada kecepatan data 106–848 kbit/dtk). Kartu-kartu ini hanya membutuhkan kedekatan dengan antena untuk berkomunikasi. Seperti halnya *Contact smart cards*, *Contactless smart cards* tidak memiliki sumber daya internal. Sebaliknya, mereka menggunakan induktor untuk menangkap beberapa sinyal interogasi frekuensi radio, memperbaiki, dan menggunakannya untuk menyalakan sistem elektronik pada kartu.

Transmisi APDU (*Application Protocol data Unit*) *Contactless smart cards* didefinisikan dalam standar ISO / IEC 14443 -4.

2.2.3.3. *Hybrids*

Hybrids Card menerapkan antarmuka *contactless* dan *contact* pada satu kartu dengan modul/penyimpanan dan pemrosesan bersama. Contohnya adalah kartu transport multi-

aplikasi milik Porto, yang disebut Andante, yang menggunakan chip dengan antarmuka *contact* dan *contactless* dengan standar ISO / IEC 14443 Tipe B.

2.2.3.4. USB (*Universal Serial Bus*).

CCID (*Chip Card Interface Device*) adalah protokol USB yang memungkinkan *smartcard* untuk dihubungkan ke komputer, menggunakan antarmuka USB standar. Ini memungkinkan *smartcard* untuk digunakan sebagai token keamanan seperti otentikasi dan enkripsi data (*Bitlocker*). Perangkat CCID biasanya terlihat seperti dongle USB standar dan mungkin berisi kartu SIM di dalam dongle USB tersebut.

2.2.4. NFC (*Near Field Communication*)

NFC berbeda dari teknologi komunikasi nirkabel lainnya seperti kode QR. NFC (*Near Field Communication*) merupakan seperangkat teknologi komunikasi nirkabel yang dikembangkan dari teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*).

Tabel 2.1 menunjukkan perbedaan antara 2 jenis teknologi nirkabel, yaitu RFID dan NFC. Kedua teknologi tersebut memiliki fungsi yang mirip dalam berbagi data dan informasi. RFID memungkinkan komunikasi nirkabel satu arah, RFID tag dapat dipindai pada jarak hingga 100 meter tanpa LOS (*line of sight*) ke pembaca, NFC

mampu komunikasi dua arah, hal ini dapat digunakan untuk interaksi yang lebih kompleks seperti emulasi kartu dan *peer-to-peer* (P2P).

Tabel 2.1. Perbedaan RFID dan NFC

(Sumber : nfc.today)

Spesifikasi	RFID	NFC
Frekuensi Operasi	13,56 Mhz	13,56 Mhz
Jenis Komunikasi	Satu arah	Dua arah
Standar	ISO 14443, 15693, 18000	ISO 14443
Jarak Pindai	Maksimal 1 meter	Maksimal 10 centimeter
Pemindaian Simultan	Iya	Tidak

NFC dibuat berdasarkan pada standar RFID untuk mengembangkan komunikasi radio yang dapat melakukan komunikasi dua arah diantara dua perangkat, dimana sistem koneksi sebelumnya menggunakan smart card dengan komunikasi hanya satu arah. Standar yang sudah digunakan tersebut adalah untuk menjamin bahwa semua bentuk teknologi NFC diatur untuk saling berinteraksi dengan perangkat lain dan agar dapat berkerja dengan perangkat terbaru nantinya. Terdapat 2 standar utama pada NFC, yaitu ISO/IEC14443 yang digunakan sebagai tag NFC untuk menyimpan informasi dan

ISO/IEC 18000-3 yang digunakan untuk komunikasi RFID sebagai perangkat *reader* NFC. (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).

ISO/IEC 18000-3 adalah standar internasional untuk semua perangkat NFC yang dioperasikan pada frekuensi 13,56 MHz untuk berkomunikasi dengan kartu tipe A dan tipe B. Jaraknya adalah kurang lebih 4 cm untuk dapat berkomunikasi dengan perangkat lain. (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).

2.2.4.1. Antena NFC

Antena NFC berkerja pada frekuensi rendah yang mana panjang gelombangnya lebih panjang dan perangkat harus lebih besar. Walaupun begitu, antena NFC tetap dapat diatur agar cocok dengan sebiah perangkat kecil seperti telepon genggam yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Antena adalah sebuah pasangan indukti yang memiliki induktans yang sangat besar, sehingga dapat menghasilkan sebuah medan magnet yang kuat di sekitar perangkat. Antena berkerja pada frekuensi 13.56 MHz dan memiliki panjang gelombang 22 meter. (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).



Gambar 2.3 Antena NFC

Sumber: Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2016

Penggunaan NFC dapat dikembangkan dengan memodifikasi struktur dari antena. Antena NFC dibuat dengan tembaga melingkar yang dapat menghasilkan medan magnet. Putaran tembaga tersebut memberikan sebuah medan magnet yang kuat. Putaran tembaga adalah sebuah induktor yang dapat menginduksi arus ke tag NFC. Ini terjadi ketika perangkat pada jarak yang berdekatan dan kedua perangkat saling berkomunikasi satu sama lain. (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).

2.2.4.2. Tags NFC

Tag NFC merupakan alat untuk menyimpan informasi yang apabila didekatkan dengan reader NFC maka informasi dapat diakses oleh Reader NFC. Ada empat tipe tag NFC yang sudah sering digunakan. Pada Tabel 2.3 menunjukkan perbedaan dari tipe tag NFC yang mempunyai perbedaan

spesifikasi. (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).

Tabel 2.3 Tipe-tipe tag NFC

Sumber: Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016

	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
Produk yang kompatibel	Broadcom Topaz	NXP Mifare <i>Ultralight</i> , NXP Mifare <i>Ultralight</i> C, NXP NTAG203	Sony FeliCa	NXP DeSfire/ NXP <i>SmartMX-</i> JCOP
Ukuran Memori	96 Bytes	48 Bytes/144 Bytes	1, 4, 9 KBytes	4 Kbytes/32 KBytes
Harga	Murah	Murah	Mahal	Sedang/Mahal
Akses Data	<i>Read/Write</i> atau <i>read-only</i>	<i>Read/Write</i> atau <i>read-only</i>	<i>Read/Write</i> atau <i>read-only</i>	<i>Read/Write</i> atau <i>read-only</i>

Tag NFC juga memiliki bermacam-macam bentuk dan ukuran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Perangkat

pasif pada NFC sangat sederhana dan antena tetap bisa diletakan pada bentuk yang kecil seperti gantungan kunci, kartu identitas dan lain-lain. Walaupun begitu, tag NFC ini tetap aman dan terlindungi untuk penggunaan publik. (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).



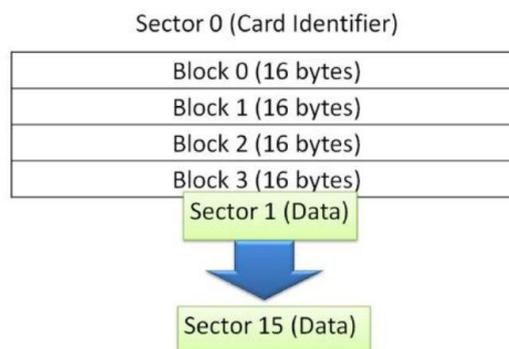
Gambar 2.4 Tag NFC

Sumber: Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,

2016

2.2.4.3. Struktur Memori Kartu NFC

Memori pada kartu NFC ini terbagi menjadi blok-blok dan dikelompokkan ke dalam sektor-sektor. Contohnya, 1 KBytes dari memori itu memiliki 16 sektor, dimana setiap sektor terdiri dari 4 blok, dan setiap blok terdiri dari 16 bytes. Dengan mengalikkan semua angkanya, maka akan diperoleh memori 1 KBytes. Gambar 2.4 adalah ilustrasi blok memori dari kartu NFC. (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).



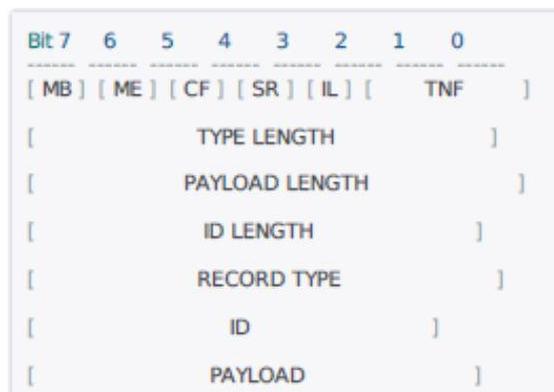
Gambar 2.5 Blok Memori Kartu NFC

Sumber: Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2016

Semua sektor terdiri dari 3 buah blok yang masing-masing memiliki 16 bytes untuk menyimpan data. Untuk sektor ke-0 hanya terdiri dari 2 buah blok data dan blok read-only. Alasan memori terbagi menjadi blok – blok yang berbeda adalah agar memberikan keamanan pada setiap sektor. Apabila ingin mengakses setiap sektor, maka sektor harus di autentikasi sebelum mengakses data. Setelah proses autentikasi sukses, kemudian data pada kartu bisa dibaca, ditulis, dikurang atau ditambah. Metode ini memberikan keamanan akses data disetiap sektor dari pengguna yang tidak dikehendaki. Tetapi, struktur ini hanya ada pada 1 Kbytes Mifare Card Classic dan tidak sama dengan tipe Mifare card lainnya seperti ultralight Mifare Card. (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).

2.2.4.4. Format NDEF (*NFC Data Exchange Format*)

Memori pada kartu NFC terdiri dari informasi yang menawarkan untuk melakukan pertukaran data diantara NFC reader. Proses pertukaran data membutuhkan sebuah format yang dapat mengenali tipe data yang disimpan pada kartu NFC. Gambar 2.5 menunjukkan rincian format yang diperlukan oleh NFC *reader*. (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).



Gambar 2.6 Rincian Data Pada Sektor

Sumber: Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016

Gambar 2.5 menjelaskan fungsi dari 7 *bytes* pertama sebelum data yang disebut dengan *header*. Tabel 2.4 menunjukkan fungsi dari *header* data.

Tabel 2.4 Rincian *header*

Sumber: Lugin Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016

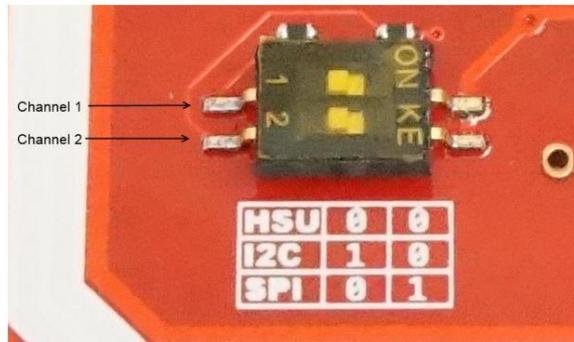
<i>Header</i>	<i>Function</i>	<i>Value</i>
<i>MB:</i>	<i>Represent as data begin</i>	<i>0 and 1</i>
<i>ME:</i>	<i>Reprent as data end</i>	<i>0 and 1</i>
<i>CF:</i>	<i>Represent as chunk flag</i>	<i>0 and 1</i>
<i>SR</i>	<i>Represent as short message</i>	<i>0 and 1</i>
<i>IL:</i>	<i>ID lenght</i>	<i>0 and 1</i>
<i>TNF:</i>	<i>Represent a type name format field</i>	<i>0 and 1</i>
<i>Type lenght</i>	<i>Data type lenght in byte</i>	<i>8bits/0-255</i>
<i>Payload lenght</i>	<i>The lenght of data based on SR</i>	<i>Depend on SR If SR 1, 0-255bytes If SR 0,4 bytes</i>
<i>ID lenght</i>	<i>Lenght of ID</i>	<i>8bits/0-255</i>
<i>Record lenght</i>	<i>Type of data</i>	<i>8bits/0-255</i>
<i>ID: identity</i>	<i>Identity of the card</i>	<i>8bits/0-255</i>
<i>Payload</i>	<i>The exact data lenght</i>	<i>8bits/0-255</i>

2.2.4.5. NFC Reader / Modul PN 532

NFC *reader* digunakan untuk membaca isi informasi dari sebuah tag NFC. NFC *reader* yang akan digunakan adalah tipe PN 532 hasil produksi dari *elechouse*. NFC reader dengan tipe PN 532 memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

- a. Dapat menggunakan antarmuka I2C, SPI dan HSU (*High Speed UART*).
- b. Terbuat dari PCB antena dengan jarak komunikasi 5 cm hingga 7 cm.
- c. Berkerja sebagai RFID *reader* atau *writer*.
- d. Berkerja sebagai kartu 14443-A atau sebuah kartu virtual.
- e. Kompatibel dengan Arduino
- f. Mendukung NFC dengan Android pada telepon genggam.
- g. Berukuran kecil 42,7mm x 40,4 mm x 4 mm.
- h. Tegangan 5 volt untuk I2C dan UART, sedangkan 3,3 volt untuk SPI.

Mode I2C dikonfigurasi sebagai mode *default*, tetapi antarmuka dapat diubah dengan mengatur seperti *pads* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. (PN532 NFC RFID Module User Guide).



Gambar 2.7 Pengaturan Antarmuka NFC

Sumber: PN532 NFC RFID *Module User Guide*

Pengaturan pads dilakukan untuk dapat menggunakan antarmuka yang diinginkan, baik itu SPI, I2C atau HSU, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Pengaturan pads NFC

Antarmuka yang digunakan	Channel 1	Channel 2
HSU	Off	Off
I2C	On	Off
SPI	Off	On

2.2.4.6. Cara Kerja Modul PN 532

NFC melakukan pertukaran data dengan melibatkan sebuah perangkat aktif dan perangkat pasif. Perangkat aktif sebagai *reader/writer* memancarkan medan elektromagnetik yang dapat ditangkap oleh antena pada perangkat pasif. Kemudian, pada saat adanya medan elektromagnetik, arus

listrik di alirkan ke perangkat pasif sebagai catu daya mikroprosesor. Apabila perangkat pasif telah memperoleh catu daya yang cukup untuk berkerja, selanjutnya perangkat pasif akan merespon perintah yang diberikan oleh perangkat aktif. Pada tahap ini memungkinkan terjadinya pengiriman konten yang disimpan dalam memori perangkat pasif. Data yang disimpan pada perangkat pasif dapat berupa gambar, teks, kode, atau nomer telepon. Kapasitas data yang disimpan pada perangkat pasif adalah sekitar 48 *bytes* sampai 9 kilobytes. Untuk kecepatan transfer data hingga 424 kilobit per detik. Sifat dari perangkat pasif atau tags adalah dapat ditulis kembali dan dibaca, juga memiliki fitur sebuah UID (*unique Identifier*). (Lugina Qolby Janari, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016).

2.2.5. Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah sebuah SBC (*Singe Board Computer*) seukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi di Inggris (UK) dengan maksud untuk memicu pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah-sekolah.

Raspberry Pi 3 Model B menggunakan *System on a Chip* (SoC) dari Broadcom BCM2837, juga sudah termasuk processor 1.2 GHz 64-bit *quad-core* ARM Cortex-A53, GPU VideoCore IV dan RAM sebesar

1 GB. Tidak menggunakan *harddisk*, namun menggunakan *SD Card* untuk proses *booting* dan penyimpanan data jangka panjang.

Menurut Arry Avorizano [2013] dalam jurnal “*Penggunaan Raspberry Pi sebagai Alternatif Micro Controller pada Robot Sederhana*”, agar Raspberry Pi 3 Model B secara baik diperlukan beberapa komponen atau media tambahan, diantaranya:

a. *SD Card / SDHC*

SD Card atau kartu memori digunakan sebagai media penyimpanan data pada Raspberry Pi. *SD Card* juga dibutuhkan untuk men-*loading* sistem operasi dan kapasitas minimal *SD Card* adalah 4 *GigaByte*.

b. *Sistem Operasi / Operating System*

Semua perangkat pasti memerlukan sistem operasi sebagai jembatan antara *hardware* dan *brainware* serta menjadi *interface hardware* dan aplikasi sebagian besar sistem operasi Raspberry Pi adalah berbasis linux, bukan windows. Contoh: raspbian.

c. *Mouse dan Keyboard USB*

Mouse dan *keyboard* USB adalah suatu komponen standar komputer yang harus ada karena sebagai media input.

d. *Monitor*

Monitor digunakan sebagai media *output* Raspberry PI. *Port* yang tersedia pada Raspberry Pi 3 Model B hanya *port* HDMI.

e. Kabel HDMI

kabel HDMI digunakan untuk menghubungkan monitor dengan Raspberry Pi, agar *output* bisa di tampilkan pada monitor.

f. *Power supply*

Raspberry Pi menggunakan kabel *power supply mini USB*. Perangkat ini dapat dengan mudah diperoleh tanpa harus beli lagi karena karena kabel *charger handphone* seperti *samsung* atau *blackberry* bisa di pakai pada Raspberry Pi. *Power Supply* ini harus memiliki arus minimal 700 mA dan tegangan 5v.

g. Kabel Audio (tambahan)

Jika ingin menghubungkan Raspberry PI ke media *sound system*.

h. Kabel *Ethernet* (tambahan)

Kabel *Ethernet* digunakan untuk menghubungkan Raspberry Pi ke jaringan komputer atau *Internet*.

Selain itu, perangkat Raspberry Pi 3 Model B juga memiliki port yang bisa digunakan untuk secara umum. *Port* itu dinamakan *General Purpose Input and Output (GPIO)*.

2.2.5.1. *General Purpose Input and Output (GPIO)*

Raspberry Pi 3 memiliki in GPIO dapat dikonfigurasi. Menurut *raspberry.org* pin GPIO dapat dikonfigurasi sebagai *general-purpose input*, *general-purpose output*, atau sebagai salah satu dari enam pengaturan

alternatif khusus, yang fungsinya tergantung konfigurasi pada pin.

Malik Abdillah Ibnul Hakim, [2013] mengatakan GPIO (*general purpose input output*) Raspberry Pi adalah pin *generic* pada *chip* yang dapat dikontrol (diprogram) melalui perangkat lunak baik di konfigurasi sebagai pin input maupun pin *output*. Raspberry Pi GPIO memiliki 26 pin dengan ukuran 2,54 mm. konektor GPIO memiliki fitur-fitur diantaranya:

- a. Pin antarmuka I2C yang memungkinkan untuk menghubungkan modul *hardware* dengan hanya dua pin *control*
- b. SPI antarmuka, memiliki konsep mirip dengan I2C tetapi dengan standar yang berbeda.
- c. Serial Rx dan Tx, pin untuk berkomunikasi dengan perangkat serial
- d. Pin PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk kontrol daya
- e. Pin PPM (*Pulse Position Modulation*) untuk mengendalikan motor servo

Tegangan yang disediakan GND, 3.3V dan 5V, semua pin GPIO dapat digunakan baik sebagai digital *input* atau *output*. Pin yang berlabel SCL dan SDA dapat digunakan untuk I2C. Pin yang berlabel MOSI, MISO dan SCKL dapat digunakan untuk menghubungkan ke perangkat SPI kecepatan

tinggi. Semua pin memiliki tingkat logika 3.3V sehingga tingkat output 0- 3.3V dan input tidak boleh lebih tinggi dari 3.3V. (Malik Abdillah Ibnul Hakim, Universitas Komputer Indonesia, 2013).

2.2.6. Python

Python adalah sebuah bahasa pemrograman yang bisa digunakan pada beberapa *platform (multiplatform)*, dan berifat sumber perangkat bebas terbuka (*opensource*), pertama kali dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1990 di CWI, Belanda. Bahasa ini dikategorikan sebagai bahasa tingkat tinggi (*very-high-level language*) dan merupakan bahasa berorientasi objek yang dinamis (*object-oriented-dynamic language*). (Nandana Adya Samudera, Universitas Telkom, 2015).

Hal utama yang membedakan Python dengan bahasa lain adalah dalam hal aturan penulisan kode program. Python memiliki aturan yang berbeda dengan bahasa lain, seperti *indentasi*, tipe data, *tuple*, dan *dictionary*. (Nandana Adya Samudera, Universitas Telkom, 2015).

Nandana Adya Samudera, (2015) menyatakan Python adalah bahasa pemrograman dinamis yang mendukung pemrograman berorientasi obyek. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai sistem operasi seperti *Linux*, *Windows*, *Unix*, *Symbian* dan masih banyak lagi.

Python merupakan salah satu bahasa pemrograman favorit saat ini, karena Python menawarkan banyak fitur seperti:

- a. Kepustakaan yang luas, menyediakan modul-modul untuk berbagai keperluan.
- b. Mendukung pemrograman berorientasi objek.
- c. Memiliki tata bahasa yang mudah dipelajari.
- d. Memiliki sistem pengelolaan memori otomatis.
- e. Arsitektur yang dapat dikembangkan (*extensible*) dan ditanam (*embeddable*) dalam bahasa lain, misal objek oriented Python dapat digabungkan dengan modul yang dibuat dengan C++.

Python telah digunakan pada berbagai aplikasi saat ini, contohnya adalah *BitTorrent*, *Yum*, *Civilization 4*, bahkan saat ini Python merupakan bahasa resmi dari Raspberry Pi. Kata “Pi” dalam Raspberry Pi merujuk pada kata Python. Python mendukung beberapa modul khusus untuk Rasperry Pi seperti modul *picamera*, dan modul GPIO. (Nandana Adya Samudera, Universitas Telkom, 2015).

2.2.7. MySQL

MySQL (*My Structure Query Language*) adalah sistem manajemen *database* relasi (*relation data-base Management system*) yang bersifat “terbuka” (*open Source*). Terbuka maksudnya adalah MySQL dapat digunakan oleh siapa saja, baik versi kode program aslinya maupun versi binernya (*executable program*) dan bisa

digunakan secara gratis baik untuk dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan seseorang maupun sebagai suatu program aplikasi komputer. (Yeremias Budi Liman Hege, 2014)

MySQL juga dapat berjalan pada personal komputer (banyak pengembangan dari MySQL terjadi pada system yang tidak mahal yaitu Linux System). Tetapi MySQL juga *portable* dan dapat berjalan pada sistem operasi yang komersial seperti misalnya *Windows, Solaris, Irix*. (Djoni Haryadi Setiabudi, 2002)

MySQL menggunakan bahasa SQL. SQL (*Structured Query Language*) adalah bahasa standard yang digunakan untuk mengakses *server database*. (Djoni Haryadi Setiabudi, 2002)

Djoni Haryadi Setiabudi, (2002) mejabarkan beberapa keunggulan MySQL dibandingkan dengan database lain adalah:

- a. Kecepatan: MySQL cepat. Para pengembang berpendapat bahwa MySQL adalah database yang tercepat yang didapat. Pendapat ini dapat di selidiki dengan mengunjungi <http://www.mysql.com/benchmark.html>.
- b. Kemudahan dalam penggunaan: MySQL adalah *simple database* sistem dengan performa tinggi dan tidak kompleks untuk *setup*, dan *administrator*, dibanding dengan sistem yang lebih besar.
- c. Biaya: MySQL gratis untuk semua pengguna.

- d. Mendukung bahasa *Query*: MySQL memahami SQL, juga dapat mengakses MySQL menggunakan aplikasi yang mendukung ODBC
- e. Kemampuan: Banyak *client* dapat berhubungan dengan server pada saat yang bersamaan. Client dapat menggunakan *multiple database* secara bersamaan.

2.2.7.1. MariaDB

MariaDB adalah sistem manajemen *database* relasional yang dikembangkan dari MySQL. MariaDB dikembangkan oleh komunitas pengembang yang sebelumnya berkontribusi untuk database MySQL. MariaDB tetap mempertahankan kompatibilitas dan API layaknya MySQL versi sebelumnya. (Ismayana Teguh Pratama, Giva Andriana Mutiara, Devie Ryan Suchendra, 2017).

MariaDB fokus untuk mempertahankan kompatibilitas dengan MySQL, memiliki kemampuan penggantian drop-in dengan persamaan *library biner* dan pencocokan yang tepat dengan MySQL API dan perintah. MariaDB menggunakan mesin penyimpanan XtraDB hal ini untuk menggantikan InnoDB yang tidak ada pada MariaDB , serta mesin penyimpanan baru, Aria , yang fokus untuk menjadi mesin

transaksional dan non-transaksional bahkan mungkin termasuk dalam versi masa depan dari MySQL.

2.2.8. Raspbian

Menurut situs resmi Raspbian (<https://www.raspbian.org/>) mengatakan, Raspbian adalah sistem operasi gratis berbasis Debian yang dioptimalkan untuk perangkat keras Raspberry Pi. Sistem operasi ini merupakan seperangkat program dasar dan utilitas yang membuat Raspberry Pi berjalan. Raspbian menyediakan lebih dari sekedar OS murni: ia hadir dengan lebih dari 35.000 paket, perangkat lunak yang telah dikompilasi sebelumnya yang dikemas dalam format yang mudah untuk instalasi pada Raspberry Pi.

2.2.9. *Internet of Things*

IOT adalah gelombang ketiga industri informasi global setelah komputer dan internet, yang memandu arah pengembangan teknologi informasi masa depan. Tiongkok dengan jelas memberi label IOT sebagai salah satu teknologi informasi baru yang penting. IOT memainkan peran penting dalam perubahan mode pembangunan ekonomi dan promosi transformasi sosial serta peningkatan industri. (Xu Bing, 2014)

Internet of things (IOT) menghubungkan semua barang dengan internet melalui perangkat penginderaan informasi seperti identifikasi

frekuensi radio (RFID) untuk pertukaran informasi dan identifikasi cerdas, penentuan posisi, pelacakan, pemantauan dan pengelolaan barang . IOT bukan hanya jaringan, tetapi juga sistem. Ini menghubungkan semua artikel yang hidup dengan internet untuk membentuk jaringan yang lebih besar di mana kita dapat memperoleh, memproses, mengekstrak, dan menggunakan informasi tentang artikel secara wajar. (Xu Bing, 2014)

IOT didukung dan dikembangkan di bawah dukungan teknis yang melimpah, seperti jaringan sensor, RFID, *pervasive computing*, *cloud computing*, *real-time system*, dll. Kunci utama teknologi IOT termasuk RFID, WSN dan TCCP. (Xu Bing, 2014)