

## 5.1 Jenis Komunikasi Data (Data Wired dan Wireless)



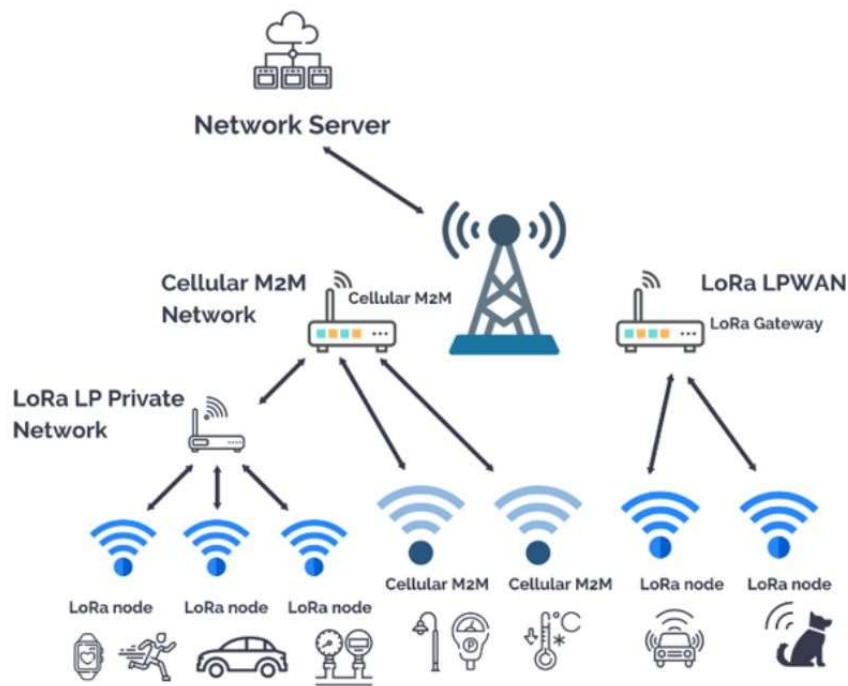
Indobot Academy 21 November 2022

### 1. Komunikasi Data

Komunikasi data adalah proses pengiriman dan penerimaan data/informasi dari dua atau lebih alat (device) seperti komputer, laptop, telepon genggam, printer, dan alat komunikasi lain yang terhubung dalam sebuah jaringan. Baik lokal maupun yang luas, seperti internet.

Pada dasarnya komunikasi data merupakan proses pengiriman informasi di antara dua titik menggunakan kode biner melewati saluran transmisi dan peralatan switching, bisa antara komputer dengan komputer, komputer dengan terminal, atau komputer dengan peralatan, atau peralatan dengan peralatan.

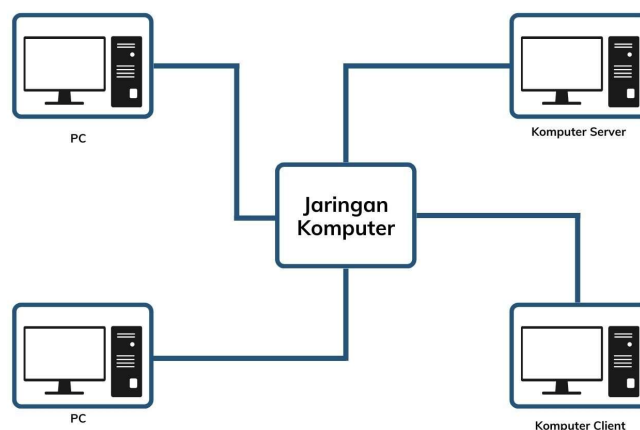
Berikut ini merupakan gambaran dari komunikasi data yang terjadi dalam Internet of Things.



Gambar 1. Komunikasi Data Internet of Things (rapidlab.io)

Pengertian lain komunikasi data yaitu transmisi data elektronik melalui beberapa media (kabel koaksial, fiber optik, microwave dsb). Sistem yang memungkinkan terjadinya transmisi data sering disebut sebagai jaringan komunikasi data. Secara umum ada dua jenis komunikasi data, yaitu Infrastruktur Terrestrial dan Satelit.

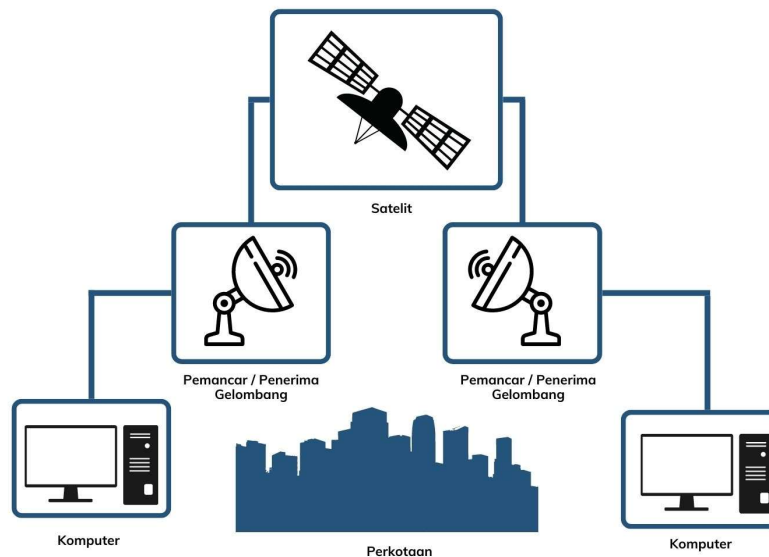
### 1.1. Komunikasi Data Melalui Infrastruktur Terrestrial



Gambar 2. Komunikasi Infrastruktur Terrestrial  
(Dokumen Pribadi Indobot)

Komunikasi data ini Menggunakan media kabel dan nirkabel sebagai aksesnya. Membutuhkan biaya yang tinggi untuk membangun infrastruktur jenis ini. Beberapa layanan yang termasuk terestrial antara lain: Sambungan Data Langsung (SDL), Frame Relay, VPN MultiService dan Sambungan Komunikasi Data Paket (SKDP).

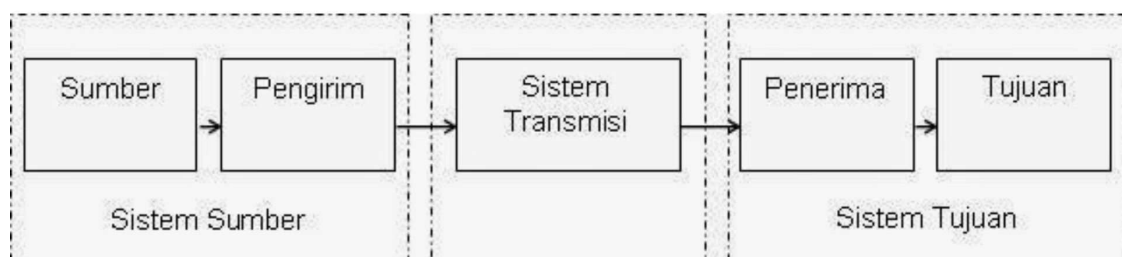
## 1.2. Komunikasi Data Melalui Satelit



Gambar 3. Komunikasi Data Satelit (Dokumen Pribadi Indobot)

Menggunakan satelit sebagai aksesnya. Biasanya wilayah yang dicakup akses satelit lebih luas dan mampu menjangkau lokasi yang tidak memungkinkan dibangunnya infrastruktur terestrial namun membutuhkan waktu yang lama untuk berlangsungnya proses komunikasi. Kelemahan lain dari komunikasi via satelit adalah adanya gangguan yang disebabkan oleh radiasi gelombang matahari (Sun Outage) dan yang paling parah terjadi setiap 11 tahun sekali.

## 2. Komponen Dalam Komunikasi Data



Gambar 4. Komponen dalam Komunikasi Data (blog.unnes.ac.id)

- **Sumber Data**

Komponen pertama yakni sumber data, yakni tempat utama dimana kumpulan data sekaligus informasi dapat dimunculkan kemudian dikirimkan. Sumber juga bisa diartikan sebagai sumber asal dari suatu perangkat yang berfungsi untuk menginput data serta mengirimkannya ke tujuan penerima data. Perangkat sebagai sumber memiliki bentuk yang sangat beragam, antara lain seperti kumpulan teks yang terdiri dari tulisan, gambar, maupun video. Semua data sekaligus informasi tersebut tersistem dalam satu kesatuan kemudian masuk pada sistem komputer atau perangkat lainnya. Sumber data ini bisa dari smartphone, mikrokontroler, laptop, tablet, dan lain sebagainya.

- **Transmitter (Pengirim)**

Transmitter berfungsi untuk memproses beragam informasi data sebelum dikirimkan lewat media tertentu. Untuk mengolah data tersebut agar menjadi sebuah file yang dapat dibaca pengguna memerlukan media yang disebut transmitter. Transmitter ini membangkitkan kumpulan data terlebih dahulu kemudian mengolah dan memprosesnya sedemikian rupa. Setelah data tersebut diolah menjadi kategori teks tertentu maka akan diubah dan dikirimkan melalui perangkat lain dengan bentuk sinyal analog. Kemudian dikirimkan dan disalurkan kepada perangkat sebagai penerima data. Salah satu contoh dari transmitter seperti modem, yang fungsinya mengirimkan digital bit stream dari satu perangkat ke perangkat lain.

- **Media Pengiriman atau Sistem Transmisi**

Media yang fungsinya membawa sinyal dari sumber transmitter menuju penerima. Tugas sistem transmisi secara khusus yakni mengirimkan data sekaligus informasi ke sumber penerima. Bentuk dari sistem transmisi seperti sebuah jalur yang sangat beragam, ada yang tunggal dan ada juga yang cukup kompleks. Jalur tunggal hanya perlu melewati satu jaringan, sedangkan lewat jalur kompleks memerlukan beberapa rangkaian sistem tertentu. Contoh sistem transmisi yakni copper media, wireless media, dan optical media.

- **Penerima**

Komponen penting selanjutnya adalah perangkat yang dimiliki oleh penerima data atau informasi. Perangkat tersebut berfungsi untuk menerima sinyal yang telah dikirimkan oleh sistem transmisi. Proses penerimaan tidak dilakukan secara langsung karena melalui tahap seperti saat proses transmitter sedang bekerja, contohnya yakni workstation.

Dalam bentuk fisiknya penerima (receiver) dapat berupa komputer personal untuk fungsi informasi secara umum.

- **Pengirim dan Tujuan**

Penerima sebenarnya tidak dapat menerima data tersebut secara langsung karena data masih perlu diubah ke bentuk data awal saat dikirimkan. Data terlebih dahulu diproses ulang sama seperti pada kinerja transmitter. Setelah data dapat dikembalikan bentuk awalnya seperti sebelum dikirimkan pada tahap awal, barulah data utuh bisa diterima dalam bentuk teks. Software aplikasi digunakan untuk menjembatani informasi ini menuju pengguna jaringan komputer.

### **3. Karakteristik Dasar Komunikasi Data**

- **Pengiriman**

Sistem harus mengirimkan data ke tujuan yang sesuai. Data harus diterima oleh perangkat yang dimaksudkan atau pengguna dan hanya oleh perangkat atau pengguna.

- **Akurasi**

Sistem harus memberikan data yang akurat. Data yang telah diubah dalam transmisi dan meninggalkan sumber, data yang tidak dikoreksi tidak dapat digunakan.

- **Ketepatan Waktu**

Sistem harus mengirimkan data pada waktu yang tepat. Terlambat nya dikirimkannya data maka tidak akan berguna. Dalam kasus video dan audio, pengiriman waktu yang tepat berarti memberikan data seperti yang diproduksi atau seperti aslinya, dalam urutan yang sama ketika dibuat, dan tanpa penundaan yang signifikan. Semacam ini disebut pengiriman transmisi real-time.

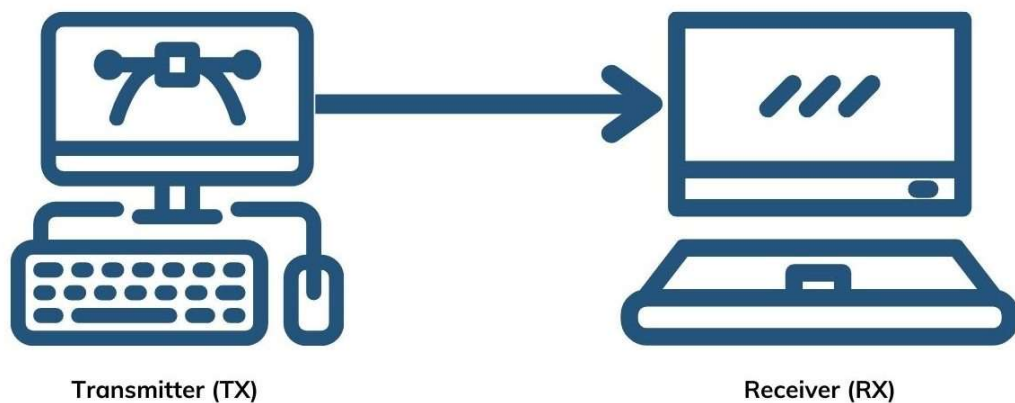
- **Jitter**

Jitter mengacu pada variasi waktu kedatangan paket. Ini adalah keterlambatan yang tidak merata dalam pengiriman paket audio atau video. Sebagai contoh, mari kita asumsikan bahwa paket video yang dikirim setiap 3D ms. Jika beberapa dari paket datang dengan delay 3D ms dan yang lain dengan delay 4D ms, akan menghasilkan kualitas yang tidak merata dalam video tersebut.

## 4. Metodologi Dalam Komunikasi Data

- **Simplex**

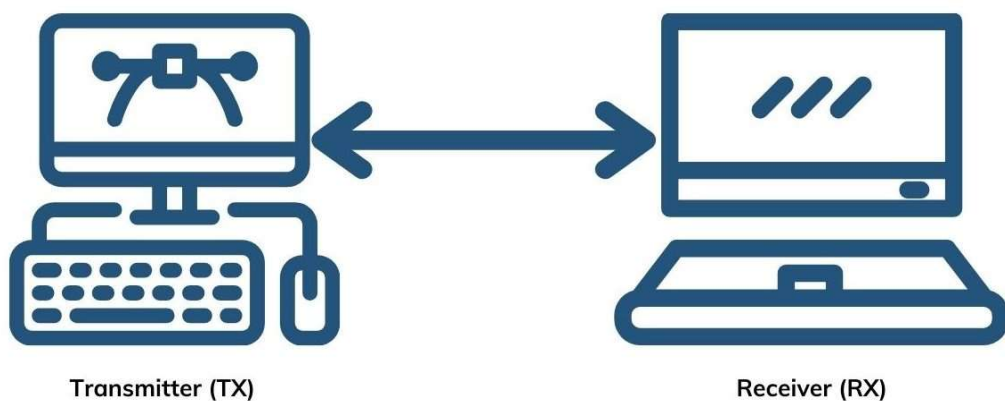
Dalam mode simplex komunikasi bersifat satu arah, dari dua titik perangkat komunikasi hanya satu pihak yang dapat melakukan transmit/kirim data, sedangkan perangkat lainnya hanya berperan sebagai penerima data. Contoh sederhana komunikasi simplex yaitu, siaran televisi yang sehari-hari kita tonton. Dimana satu sumber informasi mengirimkan data secara broadcast ke banyak pengguna televisi.



Gambar 5. Metodologi Simplex

- **Half-Duplex**

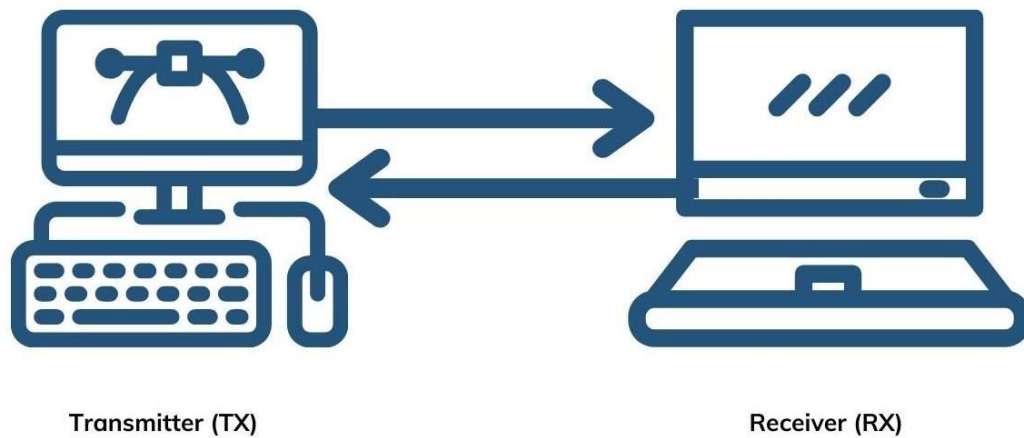
Komunikasi dapat berlangsung dua arah namun tidak dalam waktu yang bersamaan. Jika salah satu perangkat komunikasi sedang melakukan proses transmit data maka perangkat lain hanya dapat menerima data, contoh dari komunikasi half duplex yaitu radio CB dan walkie.



Gambar 6. Half Duplex

- **Full-Duplex**

Komunikasi dapat berlangsung secara dua arah dan dalam waktu bersamaan. Contoh sederhana adalah jaringan telepon yang dapat melakukan komunikasi suara secara bersamaan.



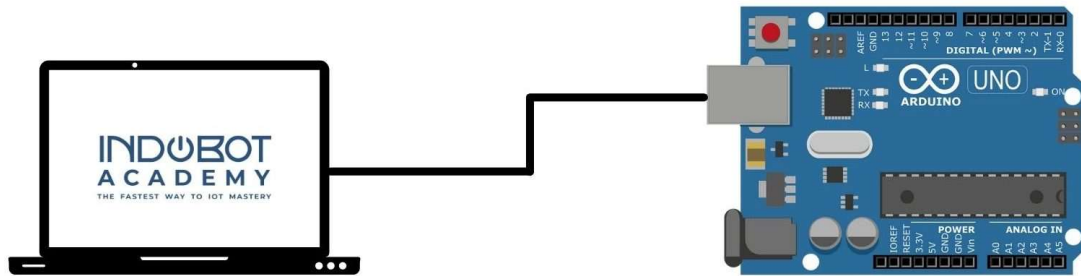
Gambar 7. Full Duplex

## **5. Komunikasi Data Wired**

Komunikasi data wired merupakan jenis komunikasi data yang menggunakan kabel sebagai media transmisi datanya. Dimana kabel tersebut digunakan untuk menghubungkan perangkat dengan perangkat lainnya agar semua perangkat tersebut dapat saling bertukar data maupun terhubung dengan internet.

### **5.1 Komunikasi Data Serial**

Komunikasi serial adalah metodologi komunikasi yang paling banyak digunakan menyangkut sistem tertanam. Komunikasi semacam ini, data ditransfer secara serial (satu demi satu) dan tidak paralel (semuanya bersamaan). Komunikasi serial memiliki keunggulan dapat dilakukan dengan menggunakan lebih sedikit kabel (dibandingkan dengan paralel) dan juga memerlukan semacam mekanisme sinkronisasi (jam) untuk membuat komunikasi yang sukses. Gambar di bawah ini merupakan gambaran dari komunikasi serial.



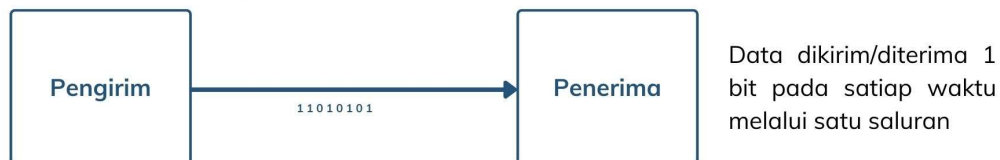
Gambar 8. Komunikasi Data Wired

## 5.2 Pengiriman Data Serial

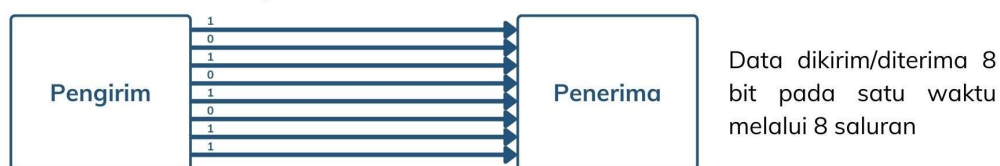
Data yang dikirim itu satu per satu, sejumlah 8 bit mulai dari D7 yang merupakan MSB (Most Significant Bit) hingga pada bit terakhir yaitu D1 yang merupakan LSB (Least Significant Bit). Setelah selesai, semua bit data disusun menjadi satu bilangan. Contoh: 01100011 atau 99 dalam desimal.

Untuk memahaminya mari kita lihat gambar berikut :

Serial Interface Example



Parallel Interface Example



Gambar 9. Ilustrasi Pengiriman Data Serial & Data Parralel

- Pengiriman data serial akan mengirimkan data melalui 1 saluran.
- Pengiriman data parallel akan mengirimkan data melalui 8 saluran yang ada.

Komunikasi Data Serial dapat dibagi menjadi 2 yaitu sinkron dan asinkron.



- **Komunikasi Data Sinkron**

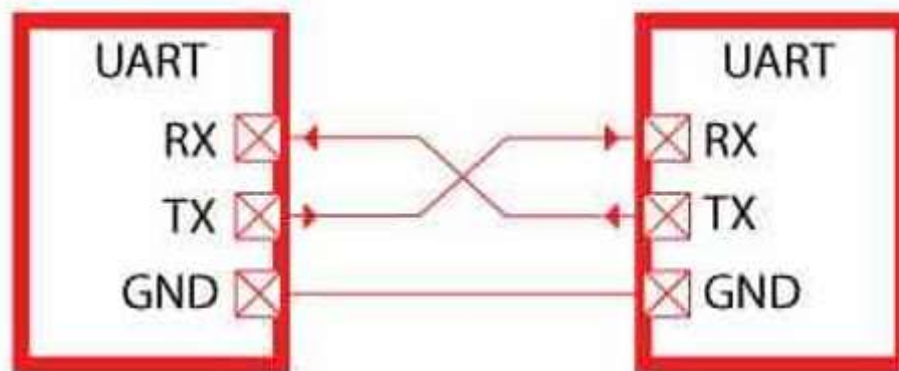
Dalam jenis komunikasi ini, baik pemancar maupun penerima berbagi jam yang sama untuk tetap sinkron satu sama lain.

- **Komunikasi Data Asinkron**

Jenis komunikasi serial ini tidak memerlukan sumber jam yang sama antara pemancar dan penerima, kedua sisi bekerja sesuai dengan jam independennya.

## 6. Komunikasi Serial Arduino

Komunikasi serial Arduino memungkinkan kita dapat mengontrol Arduino melalui komputer agar dapat memantau sesuatu yang terjadi padanya. Komunikasi yang terjadi secara serial hanya membutuhkan 2 wire saja yaitu RX dan TX. RX biasa disebut sebagai Receive, sedangkan TX disebut sebagai Transmit. Pin komunikasi serial Arduino terletak pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Hal tersebut juga terhubung pada USB to Serial. Jika pin serial tidak anda gunakan, maka anda dapat menggunakan pin tersebut sebagai input atau output. Berikut diagram blok komunikasi serial :



Gambar 10. Komunikasi Serial Arduino

Komunikasi serial pin RX/TX menggunakan level tegangan logic 5V atau 3.3V (sesuai dengan hardware yang digunakan). Jika berbeda tegangannya, anda dapat menggunakan rangkaian pembagi tegangan (voltage divider) atau level converter. Hal ini bertujuan guna tidak merusak salah satu hardware atau bahkan keduanya.

Beberapa tipe Arduino lainnya memiliki tiga port serial tambahan, yang memiliki fungsi sama dengan pin 0 (RX) dan 1 (TX) namun tidak terhubung dengan USB to Serial dari board Arduino. Sedikit tambahan, dengan menggunakan library `SoftwareSerial.h` anda dapat menggunakan pin digital biasa sebagai komunikasi serialnya, namun hal tersebut juga memiliki kekurangan dari sisi kecepatan.

Dalam sekali transmisi, komunikasi serial ini dapat mengirim langsung data dalam beberapa bit. Ada yang 9600, 11200, dan lain-lain (tergantung dari settingan hardware yang dibuat). Dalam menggunakan komunikasi serial, anda juga harus menyamakan nilai baudratanya. Baudrate merupakan istilah yang umum digunakan untuk kecepatan aliran data. Satuan baudrate adalah bps (bit per second). Contohnya: 9600 bps atau 19200 bps.

## 6.1 Istilah Umum Serial

- **Serial.begin(nilai baudrate)**

`Serial.begin` digunakan untuk menentukan kecepatan dan penerimaan data melalui port serial. Kecepatan yang umumnya digunakan adalah 9600 bit per detik (9600 bps).

- **Serial.end()**

`Serial.end` digunakan untuk menghentikan program yang akan diperintah oleh komunikasi serial.

- **Serial.available()**

`Serial.available` berguna untuk menghasilkan jumlah byte di port serial yang belum terbaca. Jika port serial datanya sedang kosong, fungsi ini akan menghasilkan nol atau datanya tidak bisa terbaca lagi.

- **Serial.read()**

`Serial.read` berguna untuk membaca satu byte data yang terdapat di port serial. Setelah pemanggilan `Serial.read()`, jumlah data di port serial berkurang satu.

- **Serial.print(data)**

`Serial.print` digunakan untuk mengirimkan data ke port serial. Jika datanya kita masukkan ke port serial, maka yang dikirim akan menyesuaikan format tersebut. Dalam hal ini, format yang digunakan bisa berupa bilangan, character, string.

- **Serial.flush()**

Serial.flush digunakan untuk pengosongan data pembacaan pada buffer.

- **Serial.parseFloat()**

Serial.parseFloat berfungsi untuk bilangan titik mengambang atau real.

- **Serial.println(data)**

Serial.println memiliki fungsi yang hampir sama dengan serial print. Bedanya, setelah data dicetak, selanjutnya data akan di print di garis baru dan letaknya dibawah data terakhir (seperti: newline).

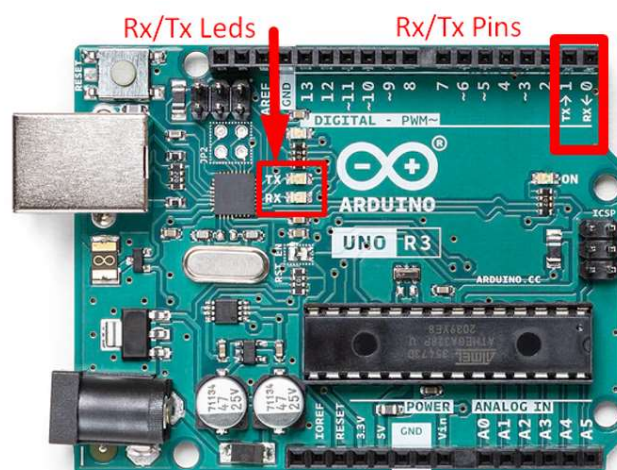
- **Serial.parseInt()**

Serial.parseInt digunakan untuk menghasilkan nilai bulat.

## 7. Komunikasi Serial menggunakan RX/TX di Arduino

Semua board Arduino memiliki satu atau lebih port serial yang dikenal sebagai UART (Universal Asynchronous Receiver & Transmitter). UART memungkinkan pengguna untuk mengambil input dan output dari board Arduino sehingga kita dapat memantau program yang sudah dibuat. Klasifikasi pin TX dan RX pada board yang berbeda diberikan di sini :

| PAPAN           | PIN SERI     | PIN SERI 1    | PIN SERI 2    | SERI 3 PIN       |
|-----------------|--------------|---------------|---------------|------------------|
| Uno, Nano, Mini | 0 (RX),1(TX) |               |               |                  |
| Mega            | 0 (RX),1(TX) | 19(RX),18(TX) | 17(RX),16(TX) | 15 (RX), 14 (TX) |



Gambar 11. RX/TX Arduino Uno (linuxhint.com)

Dalam beberapa model board Arduino, pin RX dan TX digunakan untuk komunikasi antara komputer dan board yang anda pakai, yang berarti jika anda menghubungkan perangkat eksternal lain ke pin ini maka dapat mengganggu komunikasi, yang mengakibatkan gagal mengunggah sketsa anda (gagal menulis pada board). Beberapa board Arduino memiliki port terpisah untuk Serial komunikasinya dengan komputer. Serial komunikasi untuk perangkat eksternal apa pun yang ingin anda sambungkan dapat menggunakan protokol UART.

## **7.1 TX/RX LED**

LED TX dan RX pada board akan berkedip ketika segala jenis data sedang dikirim atau diterima menggunakan port serial USB antara komputer anda dan board Arduino. Ingat LED ini tidak berkedip jika komunikasi serial dilakukan melalui pin 0(RX),1(TX) di board anda. Kedua pin ini ditujukan untuk menghubungkan perangkat serial anda sendiri apakah kabel serial USB tersambung atau tidak. TX led berkedip berarti board mengirim sesuatu melalui fungsi `Serial.print()`.

## **7.2 Infrastruktur Protokol UART Diperlukan untuk TX/RX**

Jika anda ingin berkomunikasi dengan perangkat eksternal apa pun, maka anda diminta untuk memenuhi persyaratan dalam membuat koneksi komunikasi serial terlebih dahulu, yaitu diantaranya :

### **Pin yang Diperlukan**

Secara keseluruhan infrastruktur UART membutuhkan dua pin seperti yang dibahas di atas, yaitu pin RX/TX. RX untuk menerima data & TX untuk transmisi data.

### **Struktur Paket**

UART merupakan singkatan dari (Universal Asynchronous Receiver Transmitter). UART adalah komunikasi asinkron, karena tidak ada pembagian jam yang umum antar perangkat. Kedua perangkat di mana komunikasi serial diperlukan harus menyetujui struktur yang sama pada data apa yang dikirim dan pada kecepatan apa data dikirim; ini akan membantu UART untuk mengambil sampel data dan mengubah data mentah menjadi paket data.

## **Baudrate**

Kecepatan data yang sama adalah suatu keharusan untuk berbagi data antara dua perangkat UART. Kecepatan data yang umum digunakan untuk pin TX/RX di Arduino mencakup baud 9600 dan 115200, tetapi beberapa perangkat UART mendukung kecepatan data yang lebih tinggi.

### **7.3 Baudrate**

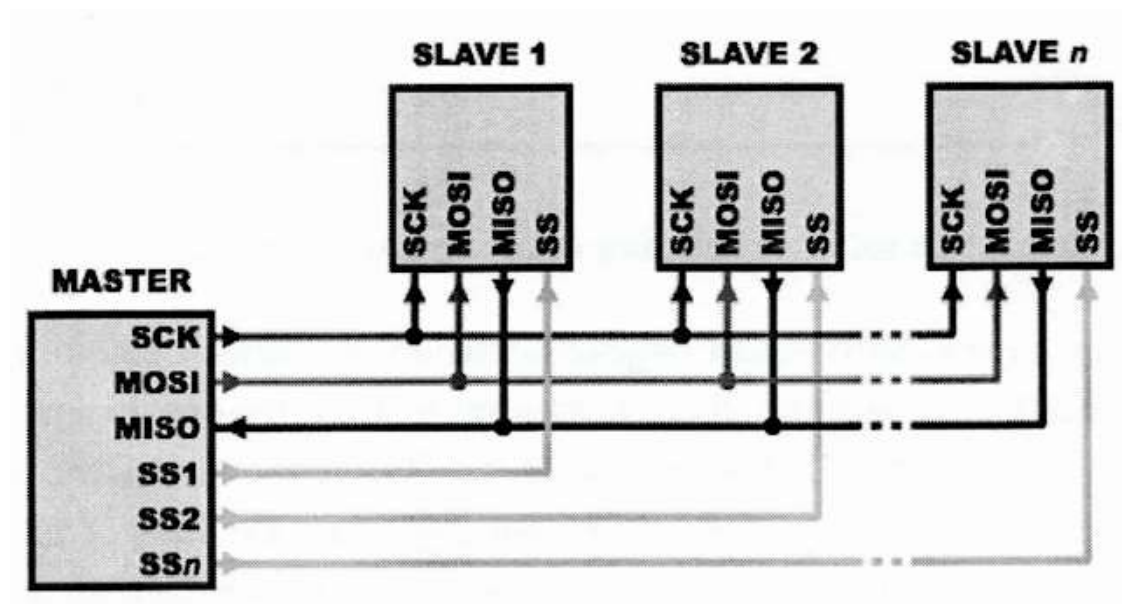
Baudrate mengindikasikan seberapa cepat data dikirim melalui komunikasi serial. Baudrate biasanya diberi satuan bit-per-second (bps), walaupun untuk kasus-kasus khusus (misalnya untuk komunikasi paralel), nilai bps dapat berbeda dengan nilai baudrate. Pada komunikasi serial jika setiap detik menyatakan transisi satu bit keadaan, maka nilai baudrate akan sama dengan nilai bit-per-second (bps). Bit per detik ini mengartikan bahwa berapa bit data dapat ditransfer setiap detiknya. Jika kita menginverskan nilai bps ini, kita dapat memperoleh keterangan mengenai berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 bitnya.

Nilai baudrate dapat diatur dengan menggunakan standar kecepatan yang telah disediakan yaitu antara lain : 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, dan 115200 bps. Salah satu kecepatan yang paling umum digunakan adalah 9600 bps. Nilai kecepatan komunikasi baudrate bukanlah suatu hal yang patut diperdebatkan. Sebagai contoh, jika kita ingin mengetahui nilai dari sensor suhu, maka kita harus bisa memperkirakan kecepatan komunikasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna agar tidak terlalu lambat ataupun terlalu cepat. Untuk mengurangi error, maka gunakanlah kecepatan standar yaitu 9600 bps. Semakin besar nilai baudrate, maka akan semakin tinggi kecepatan transfernya. Namun demikian, karena komunikasi tersebut melibatkan sinyal elektrik dan adanya proses sinkronisasi data maka dapat memungkinkan terjadinya error dan derau. Oleh karena itu, disarankan untuk pemakaian baudrate tidak melebihi 115200 bps.

## **8. Komunikasi SPI**

Komunikasi data SPI merupakan komunikasi data digital serial secara sinkron sama seperti halnya I2C, yaitu membutuhkan jalur sinkronisasi pewaktu transmisi data serial. Perbedaannya adalah pada jumlah bus data, bus I2C hanya menggunakan satu jalur data (SDA) untuk berkomunikasi, sedangkan SPI menggunakan 2 jalur data (MOSI dan MISO), komunikasi tetap dijalankan secara half duplex karena bersifat komunikasi sinkron.

Kelebihan dari komunikasi serial sinkron SPI sama halnya dengan I2C yaitu memungkinkan untuk dilakukan komunikasi serial multi-node. Perbedaannya adalah SPI membutuhkan jalur tambah untuk memilih slave (SS) sebanyak piranti yang terhubung pada bus komunikasi. Gambar 12 menunjukkan bus SPI untuk komunikasi beberapa piranti sekaligus.

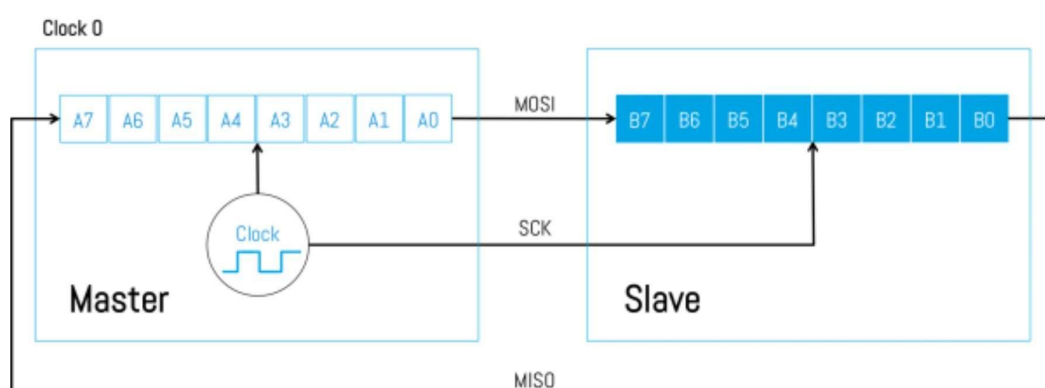


Gambar 12. Komunikasi SPI ([www.teachmesoft.com](http://www.teachmesoft.com))

### Cara Kerja SPI (Serial Peripheral Interface)

Data yang dikirimkan biasanya akan bergeser satu per satu dari bit pertama hingga bit kedelapan. Setelah register bergeser keluar, berarti master dan slave sudah bertukar data.

Lalu selanjutnya akan bergantian slave dan master. Jika data yang dikirim banyak, maka shift register akan diisi ulang dengan data yang baru. Lalu proses pengirimannya pun diulang. Proses pengiriman akan dihentikan jika master mengirim sinyal toggle untuk mengakhiri pemilihan slave.



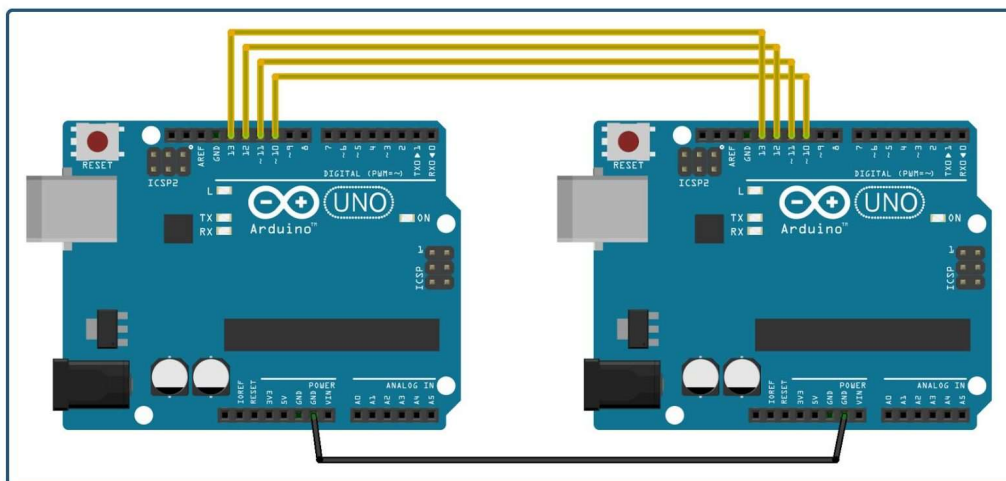
Gambar 13. Komunikasi SPI ([www.insinyoer.com](http://www.insinyoer.com))

Keuntungan SPI:

- Menyediakan komunikasi serial sinkron yang jauh lebih andal daripada asinkron.
- Beberapa perangkat dapat dihubungkan ke master tunggal.
- Bentuk komunikasi serial yang lebih cepat.

Kekurangan SPI:

- Membutuhkan beberapa kabel slave select untuk menghubungkan beberapa slave.
- Hanya master yang memiliki kendali atas seluruh proses komunikasi; tidak ada dua slave yang dapat berkomunikasi satu sama lain secara langsung.

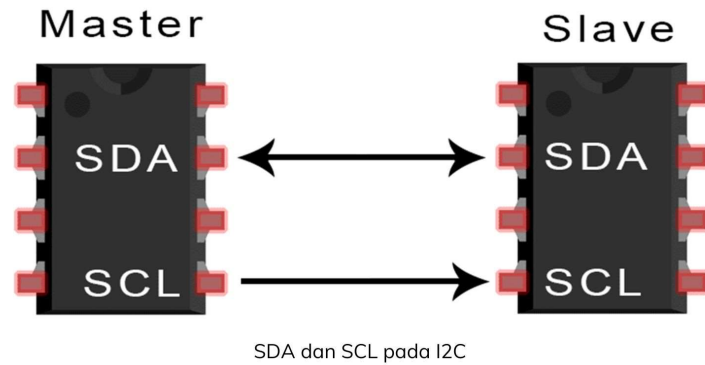


Pengiriman Data SPI

Gambar 14. Pengiriman Data SPI (medium.com)

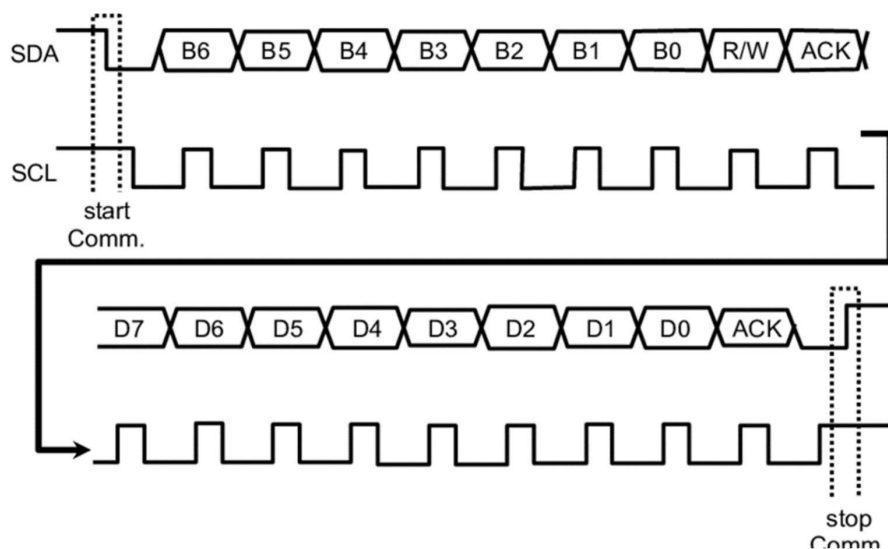
## I2C (Inter-Integrated Circuit) atau Two Wire Interface

I2C merupakan komunikasi serial sinkron. I2C menggunakan 2 kabel yaitu SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock). SDA digunakan sebagai jalur pengiriman/penerimaan data, sedangkan SCL digunakan untuk mempertahankan sinkronisasi melalui clock.



Gambar 15. SDA dan SCL pada I2C ([www.circuitbasics.com](http://www.circuitbasics.com))

Untuk cara kerja dari I2C ini kita bisa melihat pada gambar berikut ini :



Gambar 16. Cara Kerja I2C (<https://www.researchgate.net>)

- Sinyal START menandakan master akan mulai mengirim data, sinyal ini terlihat di bagian kiri berupa perubahan tegangan SDA dari '1' menjadi '0' pada saat SCK='1'.
- Sinyal STOP menandakan master akan mengakhiri komunikasi data, sinyal ini terlihat di bagian kanan berupa perubahan tegangan SDA dari '0' menjadi '1' pada saat SCK='1'.
- Sinyal ACK, merupakan sinyal balasan dari slave setelah menerima data 1 byte. Pada kondisi ini, slave "menarik" SDA menjadi low selama satu sinyal clock.



## 9. Komunikasi Data Wireless

Komunikasi wireless (nirkabel) adalah komunikasi atau transfer informasi jarak jauh tanpa menggunakan konduktor listrik atau “kawat” sehingga jaraknya semakin luas. Komunikasi wireless dikembangkan untuk meningkatkan fleksibilitas penggunaan perangkat sehingga tidak terbatas pada jarak dan ruang.

Contoh wireless: WiFi, Bluetooth, LoRa, ZigBee, Seluler (1G-5G), NFC, dll.

- **WiFi (Wireless Fidelity)**

Wi-Fi menggunakan signal Radio sebagai komponen utama untuk berkomunikasi. Radio Frequency yang umumnya digunakan adalah Frequency 2.4Ghz dan 5Ghz. Router atau Access Point akan menerima data dari internet lalu akan diterjemahkan menjadi sinyal radio lalu kemudian akan ditransmisikan dari antenna Wi-Fi dan dipancarkan ke perangkat-perangkat penerima.

- **Bluetooth**

Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi wireless (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical) dengan menggunakan sebuah frequency hopping tranceiver yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara real-time antara host-host bluetooth dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas (sekitar 10 meter).

- **BLE (Bluetooth Low Energy)**

Bluetooth banyak dikembangkan untuk perangkat yang membutuhkan koneksi jarak dekat seperti smartwatch, wireless headset, mouse, keyboard, dll. Saat ini bluetooth dikembangkan untuk efisiensi daya yaitu BLE (Bluetooth Low Energy) yang merupakan protokol terbaru dari bluetooth dan merupakan bagian dari protokol yang lebih besar yaitu Bluetooth 4.0, spec ini mencakup Bluetooth LE, Bluetooth High Speed dan juga Bluetooth klasik.

BLE merupakan alternatif yang sangat baik untuk digunakan dalam komunikasi IoT karena konsumsi daya yang rendah, latensi rendah, kemampuan transfer data yang baik dan memiliki keamanan yang memadai. Namun, terdapat kelemahan yaitu jarak komunikasi yang

terbatas, sehingga lebih cocok digunakan untuk komunikasi perangkat dalam satu area.

- **LoRa (Long Range)**

LoRa merupakan sistem komunikasi wireless untuk Internet of Things, menawarkan komunikasi jarak jauh ( > 15 km di remote area) dan berdaya rendah (5–10 tahun). LoRa merupakan teknologi IoT yang di bangun oleh Cycleo of Grenoble (Prancis), lalu di akuisisi oleh Semtech pada 2012 dengan menggunakan frekuensi 433, 868, 915, dan 923 MHz (pengaturan frekuensi tergantung pada regulasi kawasan negara).

Indonesia oleh Kominfo akan mengikuti standar frekuensi LoRa yang ditetapkan oleh LoRa Alliance untuk kawasan Asia yaitu pada frekuensi 923–925 MHz (AS923).

- **ZigBee**

Nama ZigBee sebenarnya merupakan kependekan dari dua kata yaitu zigzag dan bee, yang berarti lebah yang terbang dengan perubahan arah. ZigBee merupakan sebuah spesifikasi untuk protokol komunikasi tingkat tinggi yang mengacu pada standar IEEE802.15.4 yang berhubungan dengan wireless Personal Area Networks (WPANs).

Perangkat ZigBee sering digunakan untuk menghubungkan ke perangkat lain dengan sebuah sistem wireless atau yang biasa disebut teknologi Machine to Machine (M2M). Sehingga dalam implementasinya, teknologi ZigBee ini mampu mengatur jaringannya sendiri, maupun mengatur pertukaran data pada jaringan.

- **Seluler (1G – 5G)**

Pada dasarnya teknologi seluler merupakan hasil pengembangan dari teknologi radio yang dikombinasikan dengan teknologi telepon. Perkembangan teknologi seluler saat ini telah mencapai 5G. Sepanjang perjalanan sejarah, teknologi tersebut biasanya digunakan untuk komunikasi telepon seluler. Berikut ini merupakan perbandingan dari teknologi seluler 1G – 5G yang ada di Indonesia.

| Generasi | Tahun | Frekuensi         | Kecepatan          | Data                                 |
|----------|-------|-------------------|--------------------|--------------------------------------|
| 1G       | 1979  | 450 MHz           | 2,4 kbps           | Suara                                |
| 2G       | 1991  | 1900 MHz          | 473 kbps           | Suara, SMS dan MMS                   |
| 3G       | 2001  | 900 MHz           | 2 Mbps - 5,76 Mbps | Suara, SMS, MMS, dan internet        |
| 4G       | 2009  | 800 – 2300 MHz    | 1 Gbps             | Suara, SMS, MMS, internet, streaming |
| 5G       | 2020  | 1800 dan 2300 MHz | > 1 Gbps           | Suara, SMS, MMS, internet, streaming |

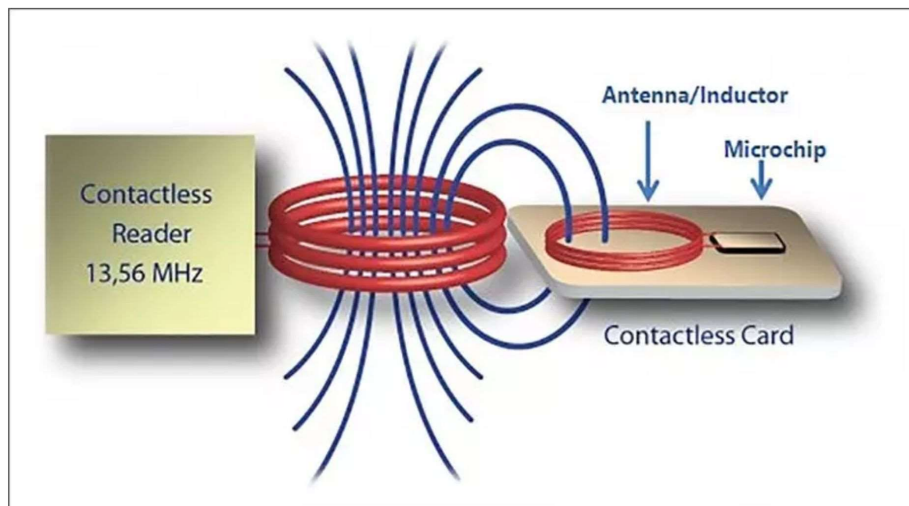
Gambar 17. Perkembangan Jaringan Seluler

- **NFC (Near Field Communication)**

NFC merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan perangkat yang berdekatan untuk saling berkomunikasi tanpa kontak. Teknologi NFC disematkan pada smartphone, kartu pembayaran, maupun smartband. Teknologi NFC mungkin baru-baru ini sering dibicarakan, tapi teknologi ini bukan barang baru. Sejak beberapa tahun lalu, beberapa pabrik telepon pintar sudah menyematkan teknologi NFC.

### Cara Kerja NFC

Satu perangkat akan bertindak sebagai transmitter, dan perangkat lainnya akan bertindak sebagai penangkap sinyal. Kedua perangkat haruslah saling kompatibel dengan NFC. NFC pada transmitter ini bisa menginduksi arus elektrik di perangkat pasif (kartu e-toll atau e-money) untuk keperluan transfer data. Sehingga, teknologi NFC pada perangkat pasif tidak memerlukan daya untuk keperluan transfer data. Maka dari itu, kita bisa melihat kartu e-toll/e-money tidak memiliki baterai tapi tetap dapat berkomunikasi dengan perangkat NFC, aktif seperti smartphone. Transfer data dengan NFC harus dilakukan dengan jarak yang dekat (kurang dari 10 cm).



Gambar 18. Cara Kerja NFC (play.fallows.ca)