

Integrasi Teknologi Radio Frequency Identification dengan Biosensor

Pamungkas Daud

Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi-LIPI

pmkdaud@ppet.lipi.go.id

Abstrak

Sistem radio frequency identification (RFID) dapat digunakan untuk identifikasi otomatis dalam berbagai aplikasi. Makalah ini membahas tentang teknologi RFID yang dikombinasikan dengan sensor untuk mendeteksi kuman patogen dalam makanan. Tujuannya ialah untuk mengintegrasikan deteksi terhadap penyakit yang ditimbulkan oleh makanan dengan teknologi wireless dan biosensor. Pada akhirnya terwujudnya suatu sistem yang bisa memantau proses produksi makanan dari awal sampai akhir sehingga dapat membantu mengurangi angka kematian akibat bakteri pada makanan, seperti salmonella dan E. Coli.

Kata Kunci :Radio, Frekuensi, Biosensor

1. Pendahuluan

Sejalan dengan makin tingginya tingkat penggunaan otomatisasi pada setiap proses produksi, maka permintaan untuk pengidentifikasian produk secara otomatis juga meningkat. Teknologi RFID merupakan kunci dari teknologi karena mampu bekerja tanpa kontak langsung dengan objeknya, kondisi tidak perlu mutlak *line of sight (LoS)* atau bebas pandang dan data dapat disimpan pada objek. RFID ini telah diaplikasikan untuk pendeteksian terhadap produksi makanan, sistem proteksi penipuan dan aplikasi lainnya. Selama ini pendeteksian terhadap produksi makanan hanya dilakukan pada tahap awalnya saja, sehingga memungkinkan masih adanya patogen dalam makanan. Hal ini terbukti dari masih banyaknya masyarakat yang sakit dan meninggal yang disebabkan oleh adanya bakteri dalam makanan. Tulisan ini memfokuskan pada pengembangan suatu perangkat deteksi yang mengimplementasikan teknologi RFID dan menggunakan *on-chip biosensor*.

2. Teori Dasar RFID

Frekuensi yang digunakan dalam teknologi RFID bisa bervariasi dari 135 kHz hingga 5,875 GHz. Frekuensi yang paling banyak digunakan adalah frekuensi 13,56 MHz, frekuensi ini merupakan frekuensi yang dialokasikan untuk industri, sains dan medis (ISM). Dalam riset ini juga digunakan frekuensi tersebut karena penggunaan yang telah meluas dan kemudahan desain antena serta perangkat elektroniknya. Sistem RFID terdiri dari suatu unit transponder dan suatu unit baca/tulis (*read/write*). Kedua unit tersebut mempunyai chip internal dan suatu antena untuk menerima, mengirimkan, dan menyimpan data. Unit baca/tulis mengirim suatu isyarat, *transponder* mengulangi isyarat tersebut yang berisi suatu sandi informasi. Sistem informasi dari *transponder* dikodekan ke dalam unit baca/tulis untuk dikirimkan ke komputer. Ada tiga macam komponen dalam sistem RFID yaitu :

2.1 Tag

Tag merupakan kartu yang digunakan pada sistem RFID. Jika digunakan baterai pada *tag*, disebut tag aktif (*active tag*). Sementara tag pasif (*passive tag*)

memperoleh daya dari radiasi yang dipancarkan oleh unit baca (*reader*).

2.2 Unit Baca

Unit Baca dapat juga berupa *scanner* secara konstan memancarkan gelombang sinus dengan amplitudo konstan. Unit Baca berfungsi sebagai Penerima (*transceiver*), tidak hanya memancarkan tapi juga menerima pantulan gelombang (*backscattered radiation*) dari *tag*.

2.3 Host interface.

Host interface biasanya berupa program aplikasi yang berjalan dalam suatu sistem komputer. Program ini berkomunikasi dengan unit baca dan mengartikan data yang yang diterima oleh unit baca dari *tag*. *Tag* bisa *read only* atau *read-writeable*.

3. RFID Sensor

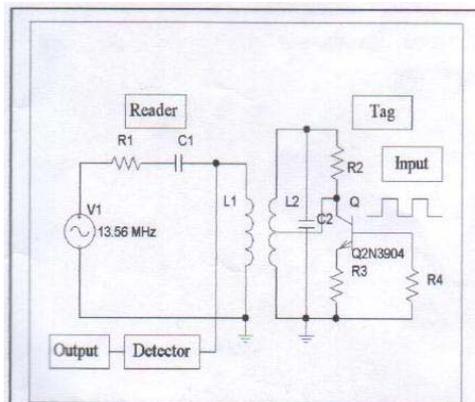
Unit baca yang digunakan berupa rangkaian RLC dengan induktansi yang diperoleh dari antenna *loop* dan beresonansi pada 13,56 MHz. Besar kekuatan medan magnet yang terjadi pada antenna tergantung pada berbagai faktor seperti arus *driver*, jumlah lilitan, radius *loop* dan jarak *tag* dari pusat *loop*. Medan magnet ini mempengaruhi tegangan pada kutub-kutub antenna. *Tag* kemudian memperkuat tegangan tersebut dan merubahnya menjadi tegangan searah (dc) yang digunakan untuk memberikan daya pada rangkaian dan mengirim sinyal kembali ke unit baca.

Unit baca tersebut dapat mendeteksi *tag* sampai jarak 10 cm. Sinyal *carrier* (pembawa) dibangkitkan oleh osilator kristal pada rangkaian unit baca . Unit baca tidak dilengkapi dengan rangkaian demodulasi atau *decoder* tapi telah memiliki gelombang *backscatter* yang dipancarkan oleh *tag* dengan cara memfilter gelombang *carrier*. Sinyal yang berasal dari *tag* termodulasi AM, sehingga dapat dideteksi dengan detektor *envelope*. Detektor ini mengekstrak puncak-puncak gelombang dari pembawa (*carrier*). Detektor berupa rangkaian dioda, resistor dan sebuah kapasitor. *Tag* dapat berupa suatu rangkaian LC yang akan beresonansi pada frekuensi

13,56 MHz. Jika *tag* memasuki medan yang dihasilkan unit baca, akan dihasilkan tegangan pada antenna. Tegangan bolak-balik (ac) yang dibangkitkan oleh rangkaian akan dirubah menjadi tegangan searah (dc) untuk mengoperasikan *tag*. Suatu *transistor* yang dikenal dengan *transistor* modulasi akan dipasang pada kumparan antenna yang dirancang sedemikian rupa. Sehingga ketika dinyalakan, akan menurunkan induktansi kumparan. Ketika dalam kondisi mati (*off*) *tag* akan memperoleh suatu kapasitansi dan induktansi yang beresonansi pada 13,56 MHz., ketika sinyal kontrol diberikan pada masukan (*input*) *transistor*, *tank circuit* akan *on-off* secara kontinu sesuai dengan frekuensi sinyal kontrol. Sinyal ini dideteksi di *unit baca* sebagai sinyal termodulasi AM. Rangkaian demodulasi di *unit baca* mendeteksi dan mengekstrak informasi yang dibawa. Faktor kualitas unit baca dan *tag* menjadi parameter yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem secara keseluruhan.

4. Susunan Percobaan

Unit baca direalisasikan sebagai rangkaian seri resistor, kapasitor dan antenna sedangkan *tag* diterapkan merupakan rangkaian paralel kapasitor dan antenna.



Gambar 1. Rangkaian Skematik Tag dan Reader

Suatu sinyal awal yang dapat dihasilkan oleh mikrokontroler diberikan pada basis *transistor* sedemikian hingga tegangan basis dan emitor menjadi di atas atau di bawah

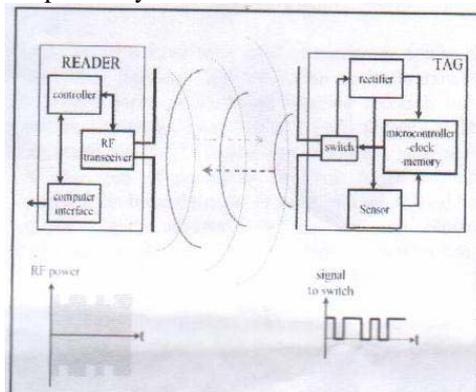
tegangan *cut-off*. Pada saat *transistor* dinyalakan, tegangan pada kolektor mendekati tegangan *ground*. Pada waktu *transistor off*, tegangan meningkat hingga nilai tegangan bias. Kutub-kutub antena dihubungkan dengan kolektor dan *ground*, sehingga menyalakan *transistor* yang akan meng-hubung singkat kumparan dan mengurangi induktansi antena. Hal ini akan merubah keadaan rangkaian dari kondisi resonansi ke non-resonansi. Pada saat ada sinyal pembawa (*carrier*) dari unit baca, diperoleh sinyal termodulasi AM pada keluaran (*output*) rangkaian detektor. Setelah dideteksi, sinyal persegi yang digunakan untuk men-*switch transistor*, bisa diperoleh kembali. Sehingga jika terdapat sinyal *biner* berupa kondisi *high* dan *low* sebagai *output* dari *tag* akan bisa dideteksi di *reader*. *Passive tag* didesain tidak aktif sampai di-*scan* oleh *reader*. Energi yang diterima dari *reader* akan membangkitkan *tag* dan mulai mengirimkan kode identitas yang unik selama waktu tertentu. Selama periode ini, mikrokontroler pada *reader* akan membaca identitas *tag* tersebut. Setelah waktu tertentu, *tag* tersebut akan mengirimkan bit-bit informasi.

Untuk mengimplementasikan *tag* yang diintegrasikan dengan sensor temperatur, sensor pada *tag* akan memberitahu mikrokontroler ketika temperatur yang ditentukan terlampaui. Kontroler akan memproses informasi ini dan mengirimkan kode yang sesuai ke sistem.

Interface Sensor dan Tag

Pada RFID biosensor, antara *tag* dan sensor digunakan mikrokontroler sebagai *interface*, yang nantinya akan memiliki memori terintegrasi serta *port input/output*. Mikrokontroler tersebut bisa diprogram untuk memberikan keluaran bit-bit tertentu yang tergantung pada *input* yang di terima dari sumber eksternal, misalnya sensor. Biosensor akan mempunyai lapisan film organik yang susunan materialnya akan berubah ketika kontak dengan patogen seperti *salmonella* dan *E. coli*. Pada percobaan awal, suatu sensor temperatur

yang sederhana akan dipasang pada kontroller dan perubahan temperatur akan selalu dimonitor. Jika temperatur yang telah ditentukan terlampaui, suatu sinyal peringatan akan dikirim ke *reader*. FDA telah menetapkan temperatur nominal penyimpanan makanan, sehingga sistem ini akan bermamfaat untuk memantau temperaturnya.



Gambar 2. Blok diagram sistem sensor menggunakan RFID

5. Kesimpulan

RFID ini telah digunakan dalam berbagai aplikasi, salah satunya untuk pendeteksian makanan dengan biosensor dan mikrokontroler. *Reader* dan *tag* direalisasikan dengan suatu rangkaian elektronik lalu sinyal awal dari mikrokontroler diberikan pada *transistor*. Pada saat ada sinyal *carrier* dari *reader*, maka diperoleh sinyal termodulasi AM sehingga jika terdapat sinyal *biner* dengan kondisi *high* dan *low* sebagai *output tag* yang akan dideteksi oleh *reader*. Energi yang diterima oleh *reader* akan membangkitkan *tag* dan mulai mengirimkan kode identitas yang unik selama waktu tertentu dan mikrokontroler pada *reader* akan membaca identitas *tag* dan *tag* akan mengirim bit-bit informasi yang sesuai ke sistem

6. Daftar pustaka

- [1] Subramanian Nambi, Sheshidher Nyalamadugu, dan Stuart M. Wentworth, Radio Frequency Identification Sensors, Auburn University
- [2] James B. Rautio, Electromagnetic Analysis Speeds RFID Design, 2003.
- [3] Christian Kern, RFID Technology Recent Development and Future Requirements, Germany.