

IMPLEMENTASI RFID UNTUK IDENTIFIKASI BUKU PADA PERPUSTAKAAN

Mohammad Adhitama^{*)}, ArisTriwiyatno, and Budi Setiyono

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: mohammad.adhitama@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan akan penggunaan teknologi sistem informasi menjadi hal yang tak terelakkan lagi dewasa ini, tak terkecuali di dalam dunia perpustakaan. Penggunaan sistem informasi menjanjikan suatu proses yang lebih efisien daripada proses konvensional. Proses yang kompleks menuntut suatu instansi perpustakaan mencari cara agar proses yang terjadi dapat berjalan dengan lebih efisien, mulai dari proses pengadaan buku, inventarisasi, hingga sirkulasi buku. Teknologi identifikasi dapat meningkatkan kinerja layanan perpustakaan. Diantara teknologi tersebut terdapat teknologi barcode yang telah diterima dan diterapkan secara luas untuk mempercepat transaksi, pengelolaan koleksi dan data. Dalam perkembangan selanjutnya diperlukan teknologi baru dengan kinerja yang diharapkan lebih memuaskan, yaitu identifikasi dengan signal gelombang radio (RFID). Ada dua komponen penting dalam sistem RFID yaitu kartu (Tag) dan pembaca (Reader). Pada aplikasinya di perpustakaan, tiap-tiap buku yang akan diidentifikasi ditemplei tag yang bisa dibaca oleh reader. Proses pembacaan dilakukan tanpa kontak langsung. Dari hasil pengujian sistem RFID ini dapat membaca kode yang terhubung dengan database dan sekaligus dapat menampilkannya dalam sebuah tampilan software. Sehingga sistem RFID ini cocok diterapkan dalam bidang perpustakaan sebagai alat pelacak buku.

Kata kunci : perpustakaan, RFID, reader, sisteminformasi, tag

Abstract

Today, the need for the use of information systems technology becomes inevitable, including its application in the library. Information systems offer a more efficient process than conventional one. Complex process demands a public library to find a way to run more efficiently, and it starts from the procurement of books, inventory, and circulation of the book. Identification technology can improve the performance of library services. One of them is barcode technology that has been widely accepted and applied to accelerate the transaction, management and data collection. Further demand needs a new technology that give more satisfaction performance by using a radio wave signal in the form of Radio Frequency Identification (RFID). There are two important components in the RFID system, namely the card (Tag) and the reader (Reader). In the library application, each book will be identified and attached with tag that can be read by the reader. The process of reading is carried out without direct contact. Testing results show that a RFID system can read the code that connects to the database and display data on a viewer software. It is concluded that the RFID system is suitable to be applied in the field as a part of circulating book in library as a tracking device.

Key words: information systems, libraries, RFID, reader, tag

1. Pendahuluan

Di era keterbukaan ini memungkinkan banyaknya akses untuk mencari informasi dari segala penjuru dunia. Salah satunya adalah melalui perpustakaan. Dengan adanya perpustakaan kita dapat mencari, mengolah ataupun menyimpan data, yang kini telah berkembang dalam bentuk digital, atau yang dikenal dengan perpustakaan digital.

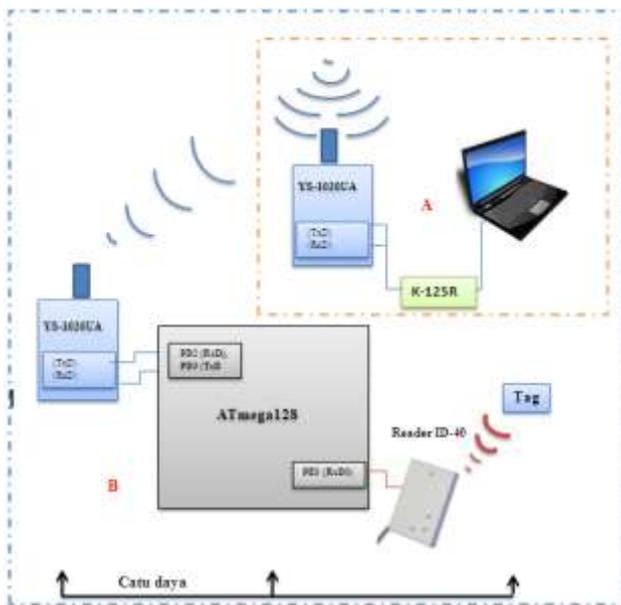
Teknologi informasi RFID telah membawa perubahan dalam berbagai sektor, termasuk perpustakaan. Perubahan penting dan mendasar bagi pengelolaan perpustakaan, baik dalam memberikan layanan maupun dalam menjalin hubungan antar lembaga, unit atau institusi.

Pada penelitian ini dibuat sebuah implementasi RFID yang aplikasinya di perpustakaan terdiri dari suatu sistem RFID utuh yaitu *transponder(Tag)*, terminal *Reader* RFID yang dirangkai dengan *mikrokontroller* ATMega128 menggunakan *radio frekuensi* YS-1020A untuk

komunikasi secara *wireless* dan *Host* computer untuk mengatur menampilkan komunikasi *tag* dan *reader*. Dimana tiap-tiap buku yang akan diidentifikasi ditemplei *tag* yang bisa dibaca oleh *reader* dan pembacaan dilakukan tanpa kontak langsung.

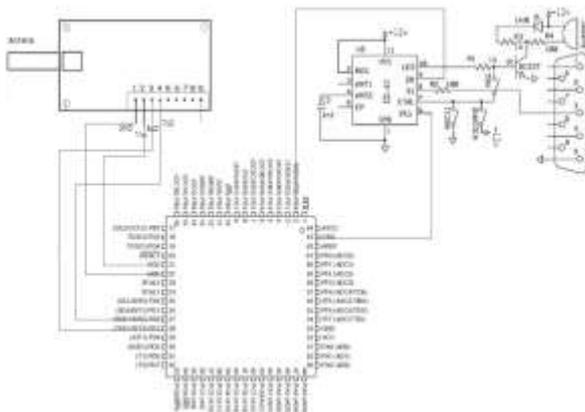
2. Metode

2.1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar1 Blok diagram perancangan *Hardware*

Untuk gambar rangkaian perancangan sistem ini dapat dilihat pada Gambar2 berikut



Gambar 2 Rangkaian perancangan *Hardware*

Dimana pada Gambar 2 dapat dijelaskan mikrokontroler Atmega128 sebagai pengendali utama dalam sistem ini. Pada *PortD2* (RXD1) terhubung dengan TXD pada YS-1020UA sebaliknya *PortD3* (TXD1) mikrokontroler terhubung dengan RXD pada YS-1020UA. Sedangkan pada *Reader* RFID *PortD0* dengan kabel berwarna

coklat terhubung dengan *PortE0* (RXD0) pada mikrokontroler, dan untuk menghasilkan keluaran dalam *ASCII* maka *PortPRG* dengan kabel warna kuning terhubung dengan GND pada mikrokontroler.

2.2. Perancangan Sistem RFID

2.2.1. Tag GK4001



Gambar3 RFID Tag ISO Card GK4001

Transponder untuk RFID

Spesifikasi :

- Frekuensi kerja : 125 kHz
- Jarak pembacaan : 8-14 cm
- Format : GK4001
- Data (64-bit / dll) : 64-bit

2.2.2. Reader ID-40

Reader yang digunakan jenis ID-40 adalah jenis pembaca untuk format *tag* dengan frekuensi 125kHz. Jarak bacanya lebih dari 40 cm (biasanya 45cm) yang mungkin dengan kartu ISO. ID-40 menyediakan RS232, Wiegand 26, dan Magnetic ABA Track2 untuk format *output*. ID-40 adalah digunakan dalam solusi untuk pembacaan jarak menengah RF *reader*.



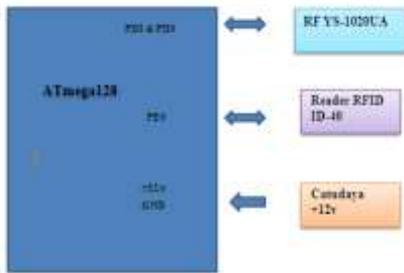
Gambar4 RFID Reader ID-40

2.2.3. Host Komputer

Sistem komputer yang mengatur alur informasi dari item-item yang terdeteksi dalam lingkup sistem RFID dan mengatur komunikasi antara *tag* dan *reader*. *Host* bisa berupa komputer stand-alone maupun terhubung ke *database* untuk komunikasi dengan RFID

2.3. Perancangan Mikrokontroler ATmega128

Hubungan antara mikrokontroler ATmega128 dengan piranti-piranti masukan-keluaran ditunjukkan seperti gambar berikut



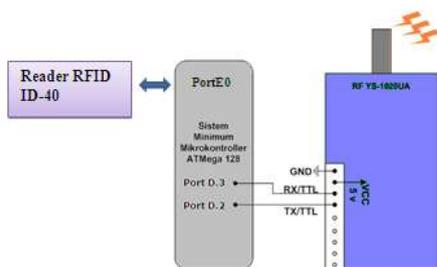
Gambar 5 Interaksi mikro kontroler Atmega 128 dengan komponen I/O

Gambar5 menunjukkan rancangan system mikrokontroler ATmega128 dan hubungannya dengan berbagai piralatan I/O. Mikrokontroler ATmega128 berfungsi selain sebagai pusat pengendalian pada sistem juga dapat digunakan untuk 2 komunikasi sekaligus antara YS-1020UA dan Reader RFID dengan ATmega128 karena memiliki 2 buah Port UART untuk komunikasi serial.

2.4. Perancangan Radio Frekuensi YS-1020UA

2.4.1. Perancangan Radio Frekuensi YS-1020UA transmitter pada Reader ID-40

Pada bagian ini RF YS-1020UA ini terhubung dengan sistem minimum ATmega 128 yang terhubung juga dengan reader ID-40 . Level tegangan yang digunakan untuk komunikasi serial adalah level TTL. PIN RXD pada RF YS-1020UA dihubungkan dengan PIN TXD/TTL pada mikrokontroller ATmega 128 yaitu pada PIND.2 dan untuk PIN TXD dihubungkan dengan PIN RXD/TTL pada mikrokontroller ATmega 128 yaitu pada PIND.2. Alokasi pin untuk RF YS-1020UA pada *payload*, bisa dilihat pada Gambar 6.

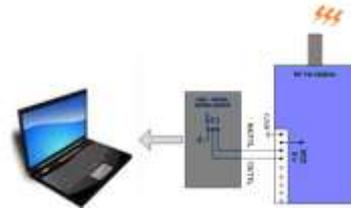


Gambar 6 Alokasi pin untuk RF YS-1020UA transmitter pada reader ID-40

2.4.2. Perancangan Radio Frekuensi YS-1020UA pada receiver

Pada *receiver* ini RF YS-1020UA ini terhubung dengan modul USB yang mempunyai kemampuan komunikasi secara serial pada level TTL dengan *desktop/laptop* . Di *receiver*, tegangan masukan 5 volt diperoleh dari *usb-serial downloader* dengan IC 7805. Level tegangan yang

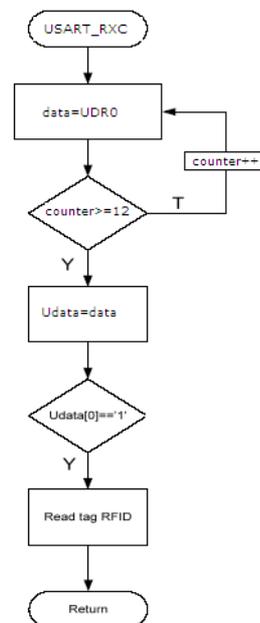
digunakan untuk komunikasi serial adalah level TTL. PIN RXD pada RF YS-1020UA dihubungkan dengan PIN TX pada *USB-SERIAL DOWNLOADER* dan untuk PIN TXD dihubungkan dengan PIN RX. Alokasi pin untuk RF YS-1020UA pada *receiver*, bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Alokasi pin untuk RF YS-1020UA pada receiver

2.5. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

2.5.1. Perancangan Serial USART

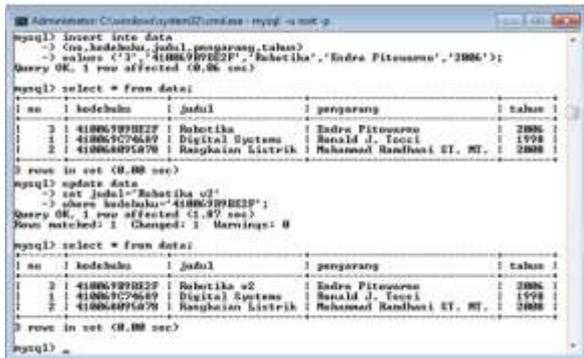


Gambar 8 Diagram Alir Serial USART receive interrupt

Fungsi serial USART ini untuk menerima dan mengirimkan data dari mikrokontroler menuju komputer. Mikrokontroler berperan untuk melakukan pembacaan tag RFID, lalu mentransmisikan data tersebut menuju komputer. Setiap terjadi USART *receive interrupt*, maka data tersebut akan di-buffer terlebih dahulu menuju variabel data. Data yang dikirimkan oleh mikrokontroler dari tag adalah data berupa karakter, untuk menghitung banyaknya data maka dibutuhkan sebuah counter. Ketika kondisi nilai counter lebih besar sama dengan 12, maka data tersebut akan disimpan ke variabel string udata, lalu apabila index pertama dari variabel udata bernilai 1, maka mikrokontroler akan membaca data pada tag RFID dan mengirim data tag RFID yang sudah dibaca menuju komputer.

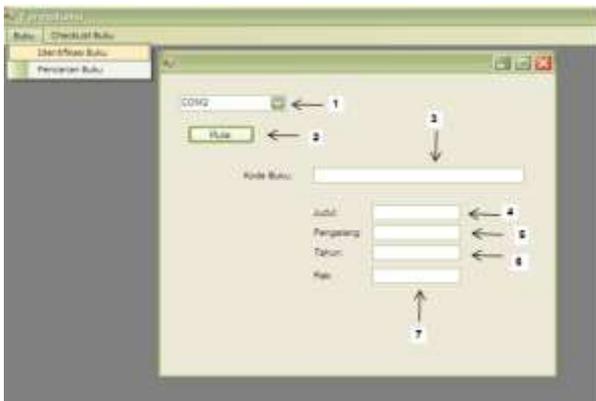
2.5.2. Perancangan Data Base

Dalam perancangan *database* menggunakan MySQL yaitu dengan cara memulai membuka *command prom* terlebih dahulu kemudian memulai MySQL dengan perintah untuk pindah ke direktori *C:\xampp\mysql\bin* ataupun bias langsung dari Xampp.



Gambar 9 Command prom untuk memasukan data dan mengedit tabel

2.5.3. Perancangan Tampilan (Visual Studio)



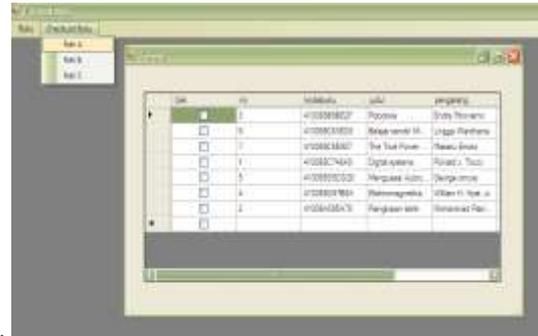
Gambar 10 Tampilan sub menu pada menu Buku

Dari Gambar 10 dapat dilihat sub menu “Identifikasi Buku” memiliki beberapa bagian. Adapun fungsi dari setiap bagian pada program *interface* adalah sebagai berikut :

1. Pilihan untuk memilih COM yang tersedia
2. Tombol untuk memulai program ataupun berhenti
3. Tampilan untuk menampilkan kode tag yang telah dibaca oleh reader
4. Tampilan untuk menampilkan judul buku yang diambil dari *database* sesuai dengan kode buku yang dibaca
5. Tampilan untuk menampilkan pengarang yang diambil dari *database* sesuai dengan kode buku yang dibaca
6. Tampilan untuk menampilkan tahun yang diambil dari *database* sesuai dengan kode buku yang dibaca

7. Tampilan untuk menampilkan rak yang diambil dari *database* sesuai dengan kode buku yang dibaca

Selanjutnya pada tampilan menu “*CheckList Buku*” memiliki beberapa sub menu yang terdiri dari “Rak” tempat dimana buku ditempatkan. Seperti Gambar 11 berikut



Gambar 11 Tampilan menu *CheckList Buku*

Dari Gambar 11 dapat kita lihat tampilan menu *CheckList Buku* yang memiliki sub-menu rak-rak dengan tampilan data berupa tabel yang diambil dari *database* yang telah dibuat sebelumnya dengan perintah *checklist* pada kolom “cek”. Dimana perintah *checklist* tersebut dapat berjalan otomatis apabila kode tag RFID yang ada di buku dibaca oleh reader ID-40 yang kemudian menyesuaikan kode tag tersebut dengan *database*. Apabila kode tag ada pada *database* maka perintah *checklist* tersebut akan aktif begitu juga sebaliknya.

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

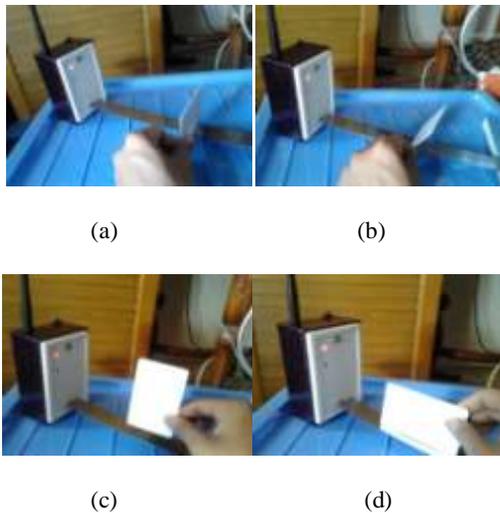
3.1.1. Pengujian Pembacaan kode Tag RFID dengan Program Hyperterminal

Pengujian dilakukan dengan menyalakan perangkat RFID reader, dengan terlebih dahulu menyambungkan perangkat RFID reader dengan komputer melalui port *serial* pada komputer. Kemudian mendekatkan tag RFID dalam jarak yang sesuai dengan spesifikasi jarak pembacaan RFID reader. Maka data kode dari tiap tagRFID akan terbaca di komputer dan dengan begitu data kode tag sudah teruji kebenarannya. Pada Gambar 12 diperlihatkan tampilan *Hyperterminal* dan tampilan kode tag yang sudah terbaca RFID reader.

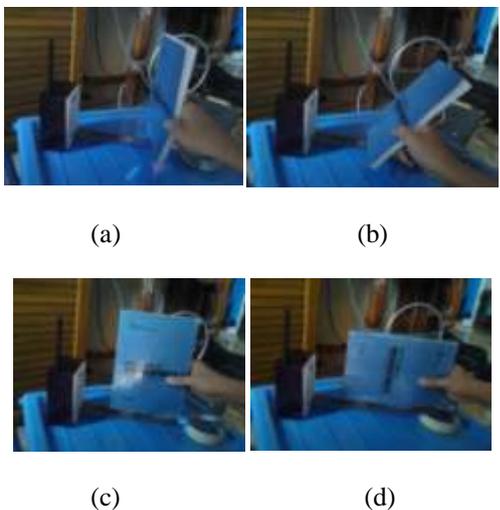


Gambar 12 Tampilan kode Tag RFID yang terbaca di hyperterminal.

3.1.2. Pengukuran Jarak Baca RFID Reader dengan Variasi Orientasi Tag



Gambar 13 (a) Pengukuran jarak baca RFID reader kondisi tag di luar buku dengan orientasi sejajar, (b) Orientasi 45°, (c) Orientasi Tegak Lurus vertical, (d) Orientasi Tegak Lurus Horizontal.



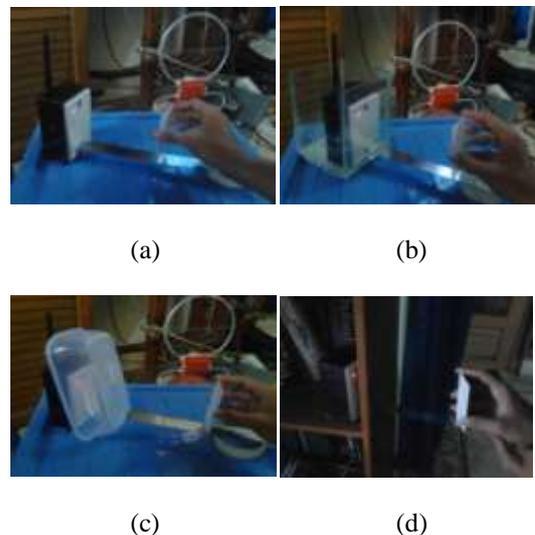
Gambar 14 (a) Pengukuran jarak baca RFID reader kondisi tag di dalam buku dengan orientasi sejajar, (b) Orientasi 45°, (c) Orientasi Tegak Lurus vertical, (d) Orientasi Tegak Lurus Horizontal.

Tabel 1. Hasil pengukuran ID-40 dengan variasi orientasi tag

Orientasi terhadap reader	Jarak baca pada kondisi			
	Tag diluar buku	error	Tag di dalam buku	error
Sejajar	16 cm	0,21 %	14 cm	0,16 %
Miring ($\pm 45^\circ$)	14 cm	0,24 %	13 cm	0,085 %
Tegak lurus vertical	8 cm	0,42 %	7 cm	0,16 %
Tegak lurus horizontal	5 cm	0,5 %	4 cm	0,28 %

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat sedikit perbedaan jarak baca antara tag kondisi diluar buku dengan tag di dalam buku. Dengan perbedaan jarak baca yang sedikit, maka reader ID-40 dan tag GK4001 ini dapat digunakan dalam implementasi untuk pelacak buku di perpustakaan.

3.1.3. Pengujian pembacaan jarak baca RFID reader dengan variasi halangan



Gambar 15 (a) Pembacaan dengan variasi halangan normal, (b) halangan kaca, (c) halangan plastik atom, (d) halangan kayu.

Tabel 2 Hasil pengukuran ID-40 dengan variasi halangan

Halangan	Jarak baca	Error
Normal	16 cm	0,13 %
Kaca	14 cm	0,14 %
Plastik atom	14 cm	0,29%

Kayu	14 cm	0,14 %
------	-------	--------

Pada Tabel2 dapat dilihat bahwa hasil pengujian pembacaan reader RFID dengan variasi halangan terdapat sedikit perbedaan ± 2 cm dengan pembacaan normal. Perbedaan jarak baca ini terjadi karena *tag* sedikit terhalang oleh ketebalan halangan-halangan tersebut. Dengan perbedaan jarak baca yang sedikit, maka *reader* mampu untuk menembus halangan-halangan pembacaan dan dapat digunakan dalam implementasi untuk pelacak buku di perpustakaan.

3.2. Pengujian Perangkat Lunak (Software)

3.2.1. Pengujian Transfer Data Wireless Menggunakan RF-YS1020UA

Pada pengujian ini diujicobakan dengan mengirimkan data untuk dibaca di *terminal dekstop*. Pengujian pertama adalah dengan mengirimkan data karakter 0, 1, 2 9. Listing program pada *pegujian* adalah sebagai berikut.

```
putchar ('0'); putchar ('1');
putchar ('2'); putchar ('3');
putchar ('4'); putchar ('5');
putchar ('6'); putchar ('7');
putchar ('8'); putchar ('9');
```

Gambar 16 adalah hasil tampilannya.



Gambar 16 Tampilan terminal pengujian transfer data karakter 0 – 9 secara wireless

Hasil pengujian pertama menunjukkan kesesuaian data kirim dan data terima. Karakter yang muncul di terminal sesuai dengan program.

Pengujian kedua adalah dengan mengirimkan data desimal dari 65 sampai 90 secara terus menerus. Berikut listing programnya.

```
unsigned char DataTransmit;
DataTransmit = 65;
while (1)
{
    putchar (DataTransmit);
    DataTransmit ++;
    if (DataTransmit >=91) { DataTransmit =65;}
};
```

Gambar 17 adalah hasil tampilannya.



Gambar 17 Tampilan terminal pengujian transfer data decimal

Pengujian yang kedua ini memperoleh hasil yang sama, yaitu kesesuaian data kirim dengan data terima.

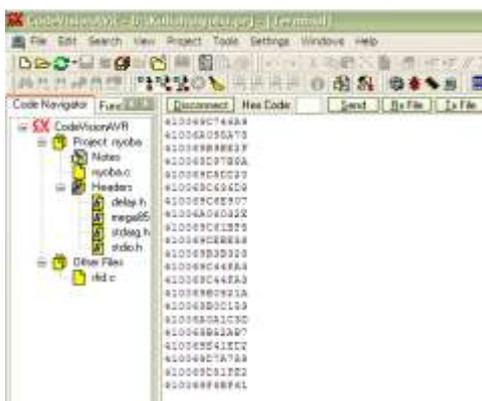
Pengujian ketiga adalah dengan membaca kode pada *tag RFID* dan mengirimkannya. Berikut listing programnya.

```
interrupt [USART0_RXC] void usart0_rx_isr(void)
{
    char status,data;
    status=UCSR0A;
    data=UDR0;
    counter_Rx++;
    //putchar(data);
    if (((data>=48) && (data<=57)) || ((data>=65) &&
(data<=90)))
    {
        buf_Rf[counter]=data;
        counter++;
        if (counter>=12) {counter=0; flag=1; }
    }

    buf_Rf[0]=45;
    putchar(buf_Rf[0]);
    delay_ms(1000);

    #asm("sei")
    while (1)
    {
        if (flag==1)
        {
            for (x=0;x<=11;x++) { putchar(buf_Rf[x]); }
            putchar(12);
            delay_ms(500);
            for (x=0;x<=11;x++) { buf_Rf[x]=0;}
            flag=0;
        }
    };
};
```

Pengujian yang ketiga ini juga memperoleh hasil yang sama, yaitu kesesuaian data kirim dengan data terima. Gambar 18 hasil tampilannya .



Gambar 18 Tampilan terminal pengujian transfer data dari tag RFID



Gambar 19 Tampilan respon pengujian identifikasi buku sebelum tag di-scan

Tabel 3 Kesesuaian hasil pengujian transfer data dari tag RFID

No	Data Kirim	Data Terima	Kesesuaian
1	410069C746A9	410069C746A9	SESUAI
2	41006A095A78	41006A095A78	SESUAI
3	410069B9BE2F	410069B9BE2F	SESUAI
4	410069D97B8A	410069D97B8A	SESUAI
5	410069D5DD20	410069D5DD20	SESUAI
6	410069C636D8	410069C636D8	SESUAI
7	410069C6E907	410069C6E907	SESUAI
8	41006A06032E	41006A06032E	SESUAI
9	410069C61BF5	410069C61BF5	SESUAI
10	410069CEBE58	410069CEBE58	SESUAI
11	410069B3B328	410069B3B328	SESUAI
12	410069C44FA3	410069C44FA3	SESUAI
13	410069B0C159	410069B0C159	SESUAI
14	410069B0821A	410069B0821A	SESUAI
15	41006A0A1C3D	41006A0A1C3D	SESUAI
16	410069B52AB7	410069B52AB7	SESUAI
17	410069E41ED2	410069E41ED2	SESUAI
18	410069D7A758	410069D7A758	SESUAI
19	410069D51FE2	410069D51FE2	SESUAI
20	410069F6BF61	410069F6BF61	SESUAI

Dari kedua pengujian *transmitter* data dengan *wireless* ini, terlihat data yang dikirimkan telah sesuai dengan data terima dengan *error* 0%. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan radio frekuensi YS-1020UA mempunyai nilai kepercayaan yang tinggi.

3.2.2. Pengujian Identifikasi Buku

Pengujian identifikasi buku ini dilakukan dengan cara mengaktifkan tampilan *visual studio* 2010 pada sub-menu “identifikasi buku”. Kemudian men-*scan* buku tersebut yang telah di beri tag RFID ke *reader* RFID ID-40. Respon pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 4.8.

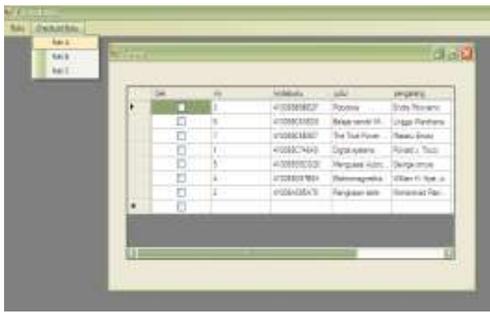
Pada Gambar 20 dapat dilihat tampilan identifikasi buku kosong tanpa ada data apapun sebelum buku di-*scan* oleh *reader* RFID ID-40. Setelah buku di-*scan* maka kode tag akan terbaca dan perintah dalam program identifikasi buku akan mengkoneksikan program dengan *database* pada MySQL untuk mengidentifikasi kodetag tersebut dengan data yang ada pada *database*. Kemudian akan muncul judul, pengarang, tahun dan rak dimana buku tersebut ditempatkan seperti pada tampilan Gambar20 .



Gambar 20 Tampilan respon pengujian identifikasi buku setelah tag di-scan

3.2.3. Pengujian CheckList Buku

Pada saat proses pengambilan buku ketempatnya pada sebuah rak tertentu, petugas melakukan pengecekan kelengkapan buku yang ada pada rak tersebut. Pengecekan kelengkapan buku ini berfungsi untuk merapikan apakah buku pada rak tersebut sudah lengkap atau belum.



Gambar 21 Tampilan menu CheckList Buku

Pada Gambar 21 adalah tampilan *running* program pada menu *checklist* buku sebelum buku-buku pada Rak A di-*scan* untuk pengecekan. Data pada table tersebut diambil dari database yang telah dibuat sebelumnya menggunakan MySQL. Terlihat kolom *checklist* pada table tersebut masih kosong atau belum aktif.



Gambar22 bukupasadaat data tidaklengkap

Pada saat petugas mengembalikan buku dan mengecek Rak tertentu adakalanya terdapat buku yang tidak lengkap dan tidak terdapat pada rak tersebut. Setelah buku-buku yang ada di rak tersebut di-*scan* maka dapat diketahui buku apa yang tidak ada pada tempatnya tersebut seperti terlihat pada tampilan gambar Gambar 22.



Gambar 23 Checklist buku pada saat data buku lengkap

Pada gambar 23 terlihat bahwa buku-buku yang ada pada Rak A lengkap. Haliini di tunjukan dengan tanda checklist pada kolom cek aktif semua, sehingga

mengaktifkan message box untuk menampilkan pesan “Buku Komplit”.

4. Kesimpulan

Penggunaan radio frekuensi YS-1020UA mempunyai nilai kepercayaan yang tinggi yaitu data yang dikirimkan telah sesuai dengan data terima dengan *error* 0%. *Reader core* ID-40 kompatibel dengan *tag* GK4001 karena dapat membaca kode yang ada pada *tag* dengan keluaran berupa kode *ASCII* (*American Standard Code for Information Interchange*). Penggunaan mikrokontroler ATmega128 yang memiliki 2 *USART* dapat membantu *interface* antara *reader* dengan RF YS-1020A untuk berkomunikasi. Sistem RFID ini dapat membaca kode yang terhubung dengan *database* dan sekaligus dapat menampilkannya dalam sebuah tampilan *software*. Sistem RFID ini cocok diterapkan dalam bidang perpustakaan sebagai alat pelacak buku.

Saran untuk tahap pengembangan dimasa mendatang, Penggunaan *tag* jenis *mifare 1K smart label* yang berbentuk label sehingga bisa di tempel pada buku-buku perpustakaan. Penggunaan komunikasi dua arah sehingga lebih bagus dalam pengolahan *database*.

Referensi

- [1]. Ahson, Syed A., and Ilyas, Mohammad. 2008. *RFID Handbook: Applications, Technology, Security, and Privacy*, Taylor & Group, France.
- [2]. Aiyub, Muhammad. 2011. *Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pengendalian Kinerja Pegawai Berbasis Radio Frekuensi Identification (RFID)*, Tugas Akhir, Universitas Syiah Kuala Darussalam, Aceh.
- [3]. Erwin. 2004. *Radio Frequency Identification*, Institut Teknologi Bandung.
- [4]. Gustawan, Ivan, Rachman. 2004. *Rancang bangun kendali pintu gerbang dengan aplikasi RFID berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535*, penelitian, Jakarta.
- [5]. Lentsch, Allen. 2005. *Triple RFID Protection for Cars*.
- [6]. Milella, Annalisa., Di Paola, Donato. 2005. *RFID Technology for Mobile Robot Surveillance*, National Research Council, Institute of Intelligent Systems for Automation, Italy.
- [7]. Wiharta, Dewa, Made., Ardana, Putu., Nixon, Frederik. 2008. *Kuncipintu otomatis Menggunakan aplikasi RFID card*, penelitian, Teknik Elektro Universitas Udayana, Bali.
- [8]. Wang, Shang-Wei., Chen, Wun-Hwa. 2006. *RFID applications in hospitals: a case study on a demonstration RFID project in a Taiwan hospital*, Master Thesis, National Taiwan University, Taiwan.