

Analisis Pembacaan dan Penulisan Data Buku Menggunakan RFID Mifare RC-522 untuk Perpustakaan

Mochamad Reza Adhitama¹, I Gede Eka Wiantara Putra²

¹ITB STIKOM Bali Kampus Jimbaran, ²Politeknik Nasional Denpasar
e-mail: ¹ac.mra.it@gmail.com, ²videline@yahoo.com

Diajukan: 9 Mei 2019; Direvisi: 6 November 2019; Diterima: 7 November 2019

Abstrak

Perpustakaan modern memerlukan suatu sistem untuk mengidentifikasi buku satu dengan yang lain. Saat ini sistem automasi perpustakaan sudah menerapkan sistem identifikasi menggunakan barcode. Namun teknologi ini memerlukan kontak langsung atau terlihat agar dapat dibaca oleh sistem. Teknologi alternatif yang dapat digunakan adalah RFID. Kelebihan RFID adalah tidak memerlukan kontak langsung (*contactless*) dengan tingkat error yang rendah dan data yang dapat ditulis berulang kali. Metode penelitian yang digunakan adalah *waterfall*. Komponen yang digunakan pada sistem ini adalah RFID Tag/Transponder (Mifare Classic 1K), RFID Interrogator Module (Mifare RC-522) yang dirangkai dengan Arduino Uno R3 yang terhubung dengan komputer. Pada hasil pengujian didapatkan bahwa sistem ini dapat melakukan pembacaan data pada tag dengan rekomendasi jarak baca di bawah 3.5 cm (memiliki tingkat akurasi di atas 80%) dan penulisan data pada tag dengan rekomendasi jarak tulis di bawah 2.5 cm (memiliki tingkat akurasi di atas 80%).

Kata kunci: RFID, Perpustakaan, Identifikasi Objek, Sistem Automasi Perpustakaan.

Abstract

The modern library requires a system to identify books with one and another. Currently, library automation systems have implemented identification systems using barcodes. But this technology requires direct contact or line of sight by the system to able to read it. An alternative technology that can be used is RFID. The advantage of RFID is that it does not require direct contact (*contactless*) with a low reading error rate and data that can be written repeatedly. The research method used is the *waterfall*. The components used in this system are RFID Tag/Transponder (Mifare Classic 1K), RFID Interrogator Module (Mifare RC-522) which is coupled with the Arduino Uno R3 which is connected to a computer. In the test results, it was found that this system can read data on tags with recommendations for reading distance below 3.5 cm (having an accuracy level above 80%) and writing data on tags with recommendations for write distance below 2.5 cm (having an accuracy rate above 80%).

Keywords: RFID, Library, Object Identification, Library Automation System.

1. Pendahuluan

Perpustakaan merupakan salah satu tempat yang memiliki peranan yang penting sebagai wadah informasi dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan banyaknya koleksi yang dikelola perpustakaan, tentu perpustakaan memerlukan tenaga ahli yang diperbantukan dengan penerapan teknologi. Saat ini, banyak perpustakaan telah menerapkan teknologi sistem automasi perpustakaan. Hal ini didukung dengan maraknya sistem automasi perpustakaan yang bersifat *open-source*. Berdasarkan pada [1], [2], sistem automasi perpustakaan mempermudah pelayanan administrasi pada perpustakaan. Namun sistem ini dirasa belum cukup apabila tidak dibantu dengan teknologi yang dapat dengan mudah mengidentifikasi koleksi satu dengan lainnya.

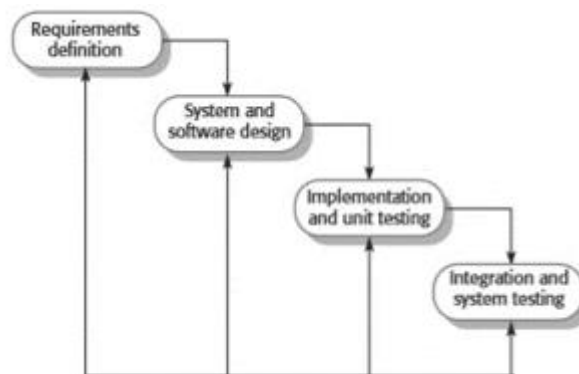
Selama ini, sistem automasi perpustakaan telah menerapkan *barcode* sebagai bentuk identifikasi koleksi satu dengan lainnya [2], [3]. Namun *barcode* memiliki beberapa kelemahan, di antaranya membutuhkan *line of sight* dan kerentanan terhadap daya tahan penyimpanan [4]. Teknologi alternatif yang dapat diterapkan adalah RFID. Berdasarkan komparasi antara RFID dan *barcode*, RFID memiliki banyak keunggulan saat diterapkan pada perpustakaan [4]. Di antaranya *contactless*, tingkat error pembacaan yang sangat rendah [5] dan pembacaan yang sangat cepat (~5 ms) [4]. Dengan kelebihan tersebut, RFID merupakan pengembangan teknologi identifikasi objek yang lebih baik dari pada *barcode* [4]. Untuk

memanajemen penerapan RFID, dibutuhkan alat RFID *interogator* [5]. Alat ini berfungsi untuk menuliskan data detail buku ke dalam *tag* dan membaca data yang ada pada *tag*.

Pada penelitian ini dibuat sebuah analisis terhadap pembacaan dan penulisan data buku dalam sistem RFID. Metode penelitian yang digunakan adalah *waterfall*. [6]. Sistem terdiri dari *transponder (tag)* Mifare Classic 1K [7], modul RFID *interrogator* Mifare RC522 [8] yang dirangkaikan dengan Arduino Uno R3 [9] menggunakan koneksi serial untuk komunikasi dengan *host computer*. *Host computer* berfungsi untuk mengatur tampilan komunikasi *tag* dan *interogator*. Di mana pada mode *writer*, tiap-tiap *tag* akan di tulis data buku sebelum ditempelkan pada buku dan pada mode *reader*, aplikasi dapat menampilkan data yang ada pada *tag* yang sudah dituliskan data sebelumnya.

2. Metode Penelitian

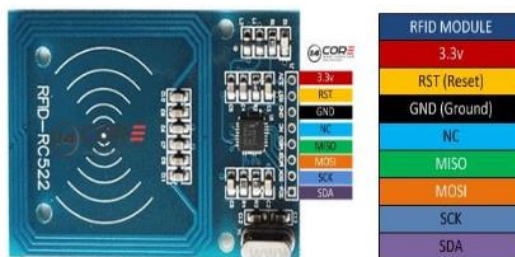
Pada penelitian ini digunakan metode penelitian *waterfall* [6]. Pada bagian *Requirement and analysis*, dilakukan pengumpulan data terkait dengan sistem identifikasi buku berbasis RFID pada perpustakaan dan kebutuhan sistem yang akan dibangun. Pada *System and software design*, dilakukan perancangan sistem pembacaan dan penulisan data dari komputer-*host* ke RFID *Tag* melalui RFID *Interogator*. Pada *Implementation and unit testing*, dilakukan implementasi dari sistem RFID yang dibangun. Terakhir pada *Integration and system testing*, dilakukan pengujian terhadap pembacaan dan penulisan data dari RFID *tag*.



Gambar 1. Model *Waterfall* menurut Sommerville [6].

2.1. Perancangan Sistem RFID

2.1.1. Mifare-RC522



Gambar 2. Mifare-RC522 [10].

Mifare RC-522 (Gambar 2.) merupakan modul RFID *interogator* yang bekerja pada frekuensi 13.56 MHz. RC522 mendukung mode ISO 14443A/MIFARE. Modul ini menggunakan SPI untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler [8], [10].

Spesifikasi RC522 - RFID Interogator:

- *Operating Current* :13-26mA/DC 3.3V.
- *Idle Current* :10-13mA/DC 3.3V.
- *Sleep Current*: < 80uA and *Peak Current*: < 30mA.
- *Operating Frequency*: 13.56MHz.

- *Supported card types: mifare1 S50, mifare1 S70, MIFARE Ultralight, mifare Pro, MIFARE DESFire.*
- *Environmental Operating Temperature: -20 - 80 degrees Celsius.*
- *Environmental Storage Temperature : -40 - 85 degrees Celsius.*
- *Relative humidity: relative humidity 5% -95%..*
- *Reader Distance: ≥ 50mm/1.95" (mifare 1).*
- *Module Size: 40mm × 60mm.*
- *Module interface: SPI.*
- *Data transfer rate: Maximum 10Mbit/s.*

2.1.2. Tag Mifare 1K Classic



Gambar 3. Tag Mifare Classic 1K.

Dikembangkan oleh NXP Semiconductors, Mifare Classic EV1 (Gambar 3.) merupakan *contactless smart card* berbasis ISO/IEC 14443 Type A. Mifare Classic EV1 yang digunakan adalah dengan memori 1K. Fitur dan keunggulan [7] :

- Transmisi data dan suplai energi *contactless*.
- Jarak pengoperasian mencapai 100 mm, tergantung dari geometri antena dan konfigurasi *reader*.
- Bekerja pada frekuensi 13.56 MHz.
- Transfer data 106 kbit/s.
- *Data integrity of 16-bit CRC, parity, bit coding, bit counting.*
- *Anticollision.*
- Tipikal waktu transaksi tiket < 100 ms (termasuk *backup management*).
- 7 Byte UID atau 4 Byte NUID.
- Mendukung *Random ID* (7 Byte UID *version*).

2.1.3. Arduino Uno R3

Arduino Uno merupakan mikrokontroler berbasis ATmega328p. Memiliki 14 *digital pin* (di mana 6 *pin* dengan tanda “~” dapat digunakan sebagai PWM), 6 *analog input*, sebuah 16 MHz *quartz crystal*, koneksi USB, *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan *reset button* [9]. Spesifikasi Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno [9].

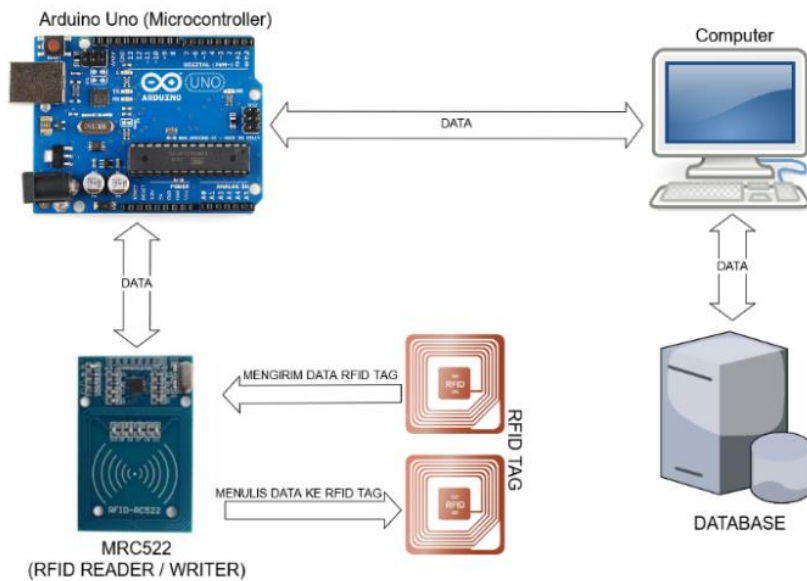
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7 – 12V
Input Voltage (limit)	6 – 20V
Digital I/O Pins	14 (of wich 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pins	20 mA
DC Current for 3.3V pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of wich 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 Mhz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weigth	25 g

2.1.4. Computer Host

Komputer berfungsi sebagai pengatur alur informasi dari *tag* yang terdeteksi oleh sistem RFID dan mengatur komunikasi antara *tag* dan *interogator*. *Host* berupa komputer yang terhubung dengan sistem RFID menggunakan komunikasi serial.

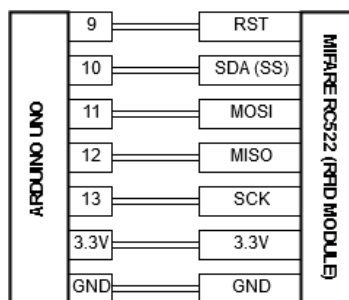
2.2. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Gambar 4 merupakan *block diagram* dari sistem identifikasi buku berbasis RFID untuk perpustakaan. Sistem yang dibangun menggunakan Mifare-RC522 dan Arduino Uno R3 yang terhubung dengan komputer menggunakan komunikasi *serial port*. *Tag* yang terjadi akan diproses sesuai dengan program yang di pilih (menulis data atau membaca data RFID *Tag*).



Gambar 4. *Block diagram*.

Gambar 5 merupakan *wiring diagram* dari RFID *interogator* (Arduino Uno dengan MRC522). Pin 9 sebagai RST , Pin 10 sebagai SDA (SS) (I2C-Bus Serial Data Line *Input/Output*), Pin 11 sebagai MOSI (SPI *master out*), Pin 12 sebagai MISO (SPI *master in*), Pin 13 sebagai SCK (SPI *Serial Clock Input*). Mikrokontroler terhubung dengan komputer *host* melalui koneksi USB (koneksi serial).

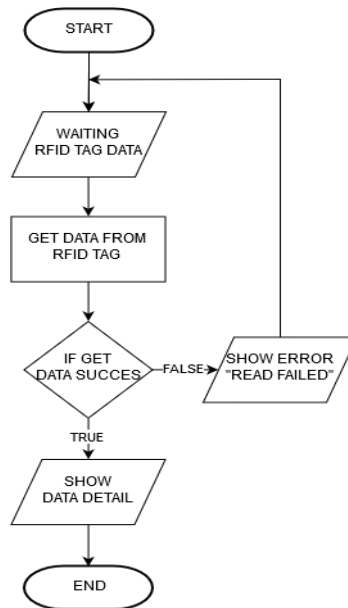


Gambar 5. *Wiring diagram*.

2.3. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

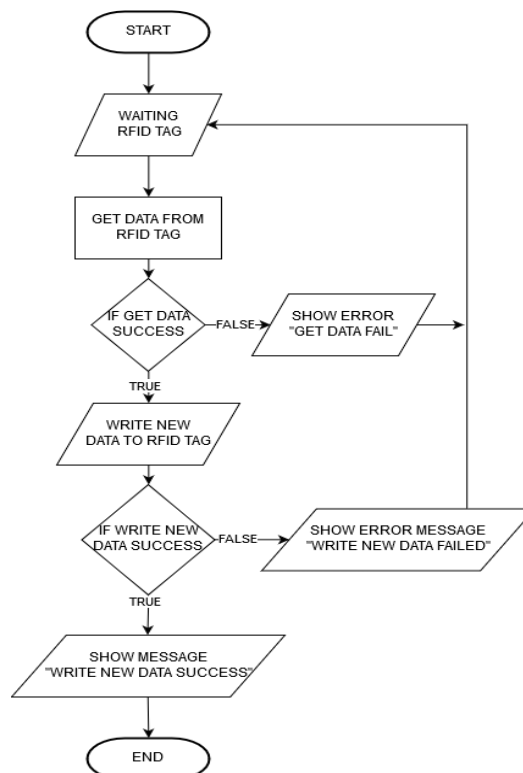
2.3.1. Reader Flowchart

Gambar 6 menjelaskan mengenai *Reader Flowchart*. fungsi dari *reader flowchart* ini adalah bagaimana data dari *tag* dapat dibaca oleh komputer. Apabila terdeteksi *tag* baru, maka sistem RFID akan mengambil data dari *tag*. Jika gagal membaca data pada tag, maka sistem akan menampilkan *error* dan sistem kembali ke keadaan menunggu *tag* baru. Jika berhasil mendapatkan data *tag*, maka sistem akan menampilkan detail data dari *tag* tersebut.



Gambar 6. *Reader Flowchart.*

2.3.2. *Writer Flowchart*



Gambar 7. *Writer Flowchart.*

Gambar 7 menjelaskan mengenai *Writer Flowchart*. Fungsi dari *writer flowchart* ini adalah bagaimana data dari komputer host dapat ditulis kedalam *tag*. Apabila terdeteksi *tag* baru, maka sistem RFID akan mengambil data dari *tag*. Jika gagal membaca data pada *tag*, maka sistem akan menampilkan *error* dan sistem kembali ke keadaan menunggu *tag* baru. Jika berhasil mendapatkan data *tag*, maka sistem akan memerintahkan *user* untuk memasukkan data baru yang akan dituliskan ke dalam *tag*. Jika penulisan data gagal, maka akan menampilkan pesan *error* dan proses akan kembali ke keadaan menunggu *tag* baru. Jika penulisan data berhasil, maka sistem akan menampilkan pesan sukses.

3. Hasil dan Analisis

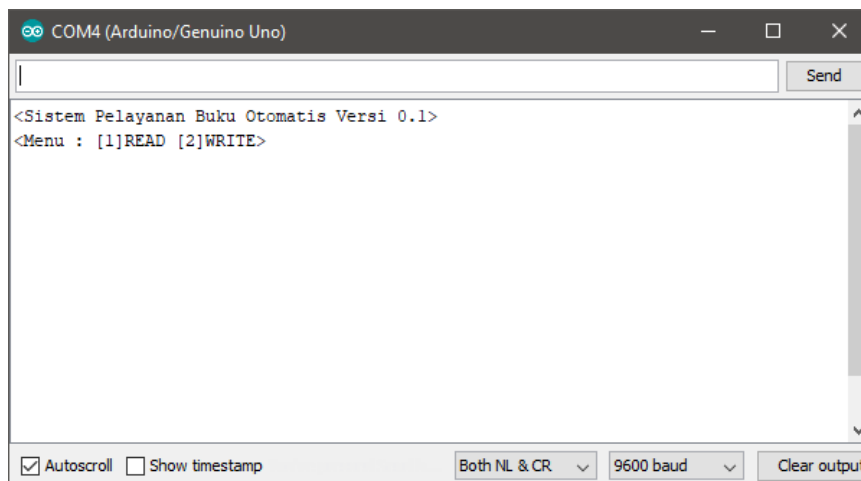
3.1. Implementasi Sistem

Realisasi perancangan dari RFID *Interogator* yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 8. Tampilan *Serial IDE* dari Arduino dapat dilihat pada Gambar 9. Terdapat 2 menu pada sistem RFID yaitu *Read* dan *Write*.



Gambar 8. RFID Interogator.

Penjelasan Gambar 8 : a. Mifare RC522, b. Mifare Classic 1KB, c. Arduino Uno R3.

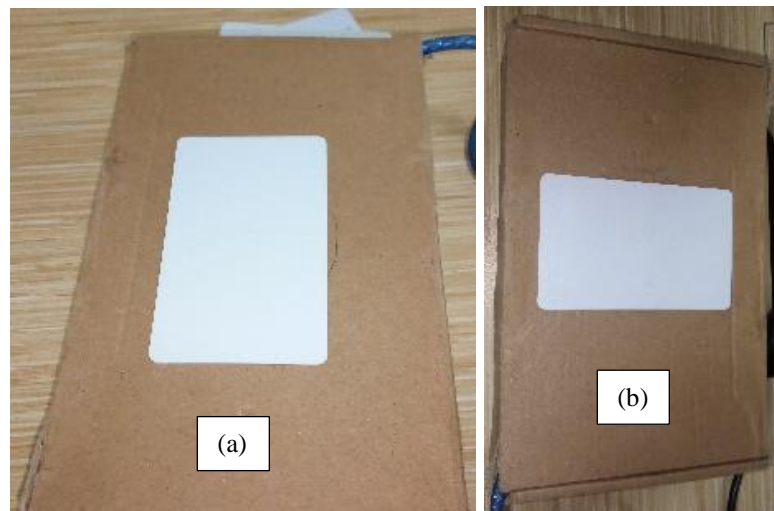


Gambar 9. Tampilan Awal pada *Serial IDE*.

3.2. Pengujian Sistem RFID *Interogator*

3.2.1. Pengujian pada Jarak 0cm

Pengujian pertama dilakukan dengan kondisi *tag* diletakkan di atas RFID *Interogator* dengan jarak 0 cm. Setiap pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk menguji tingkat akurasi dari RFID *Interogator*. Gambar 10 merupakan ilustrasi dari pengujian *tag* dengan posisi vertikal dan horizontal.

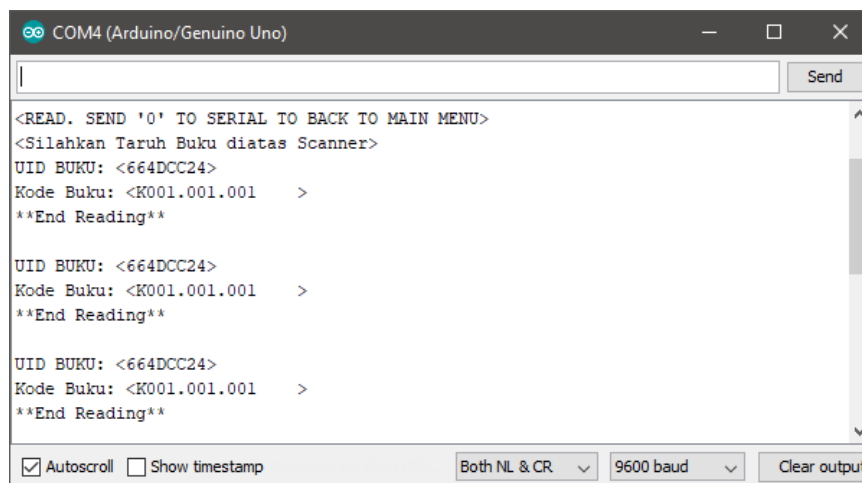


Gambar 10. Pengujian Posisi Tag. a: Pengujian Vertikal, b: Pengujian Horizontal.

Tabel 2. Pengujian jarak 0 cm.

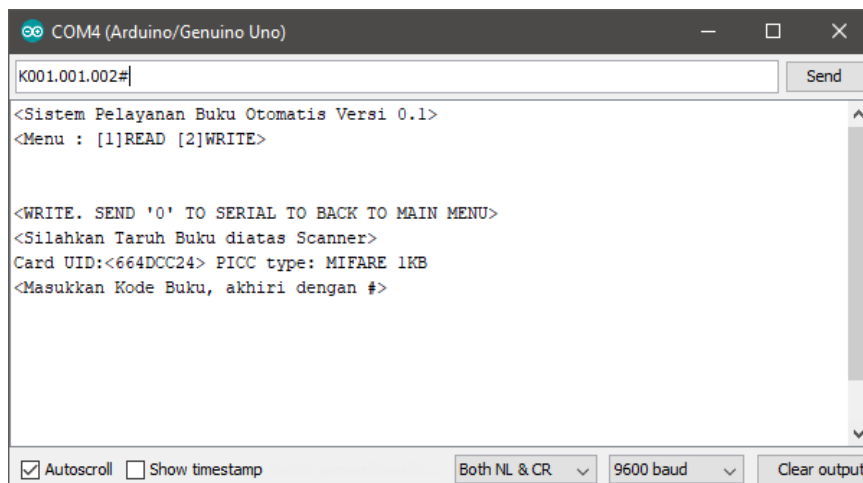
Pengujian	Posisi	Akurasi
Baca	Vertikal	100%
Baca	Horizontal	100%
Tulis	Vertikal	90%
Tulis	Horizontal	90%

Dapat dilihat pada Tabel 2, bahwa pada pengujian pembacaan didapatkan baik tag dengan posisi vertikal atau horizontal memiliki akurasi mencapai 100%. Proses pembacaan data dapat dilihat seperti pada Gambar 11.

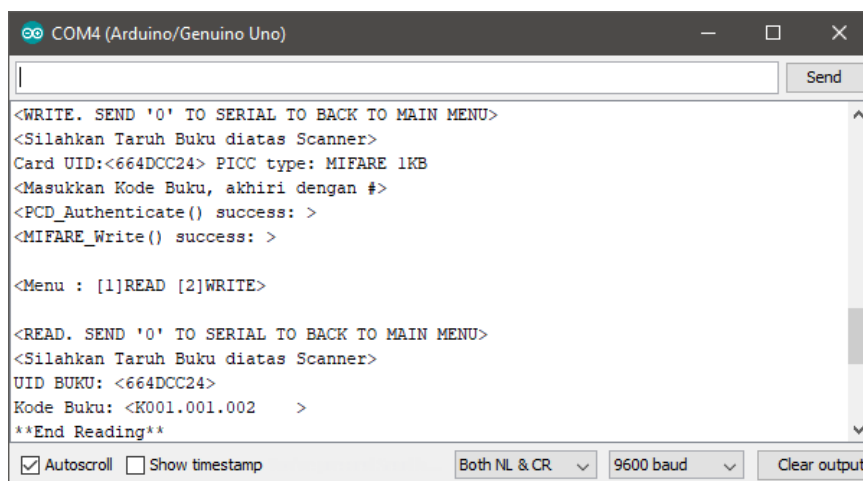


Gambar 11. Pengujian pembacaan data.

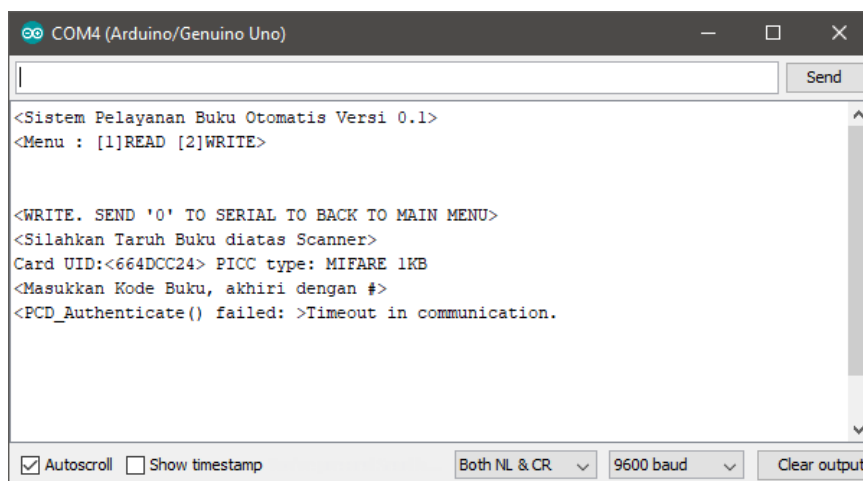
Pada pengujian penulisan data, didapatkan bahwa baik tag dengan orientasi vertikal maupun horizontal memiliki tingkat akurasi mencapai 90% (Tabel 2). Error yang terjadi (lihat Gambar 14) pada proses penulisan data diakibatkan oleh tergesernya tag, sehingga dianggap *lost contact*. Sehingga perlu mengulang proses penulisan data hingga sukses. Proses penulisan data dapat dilihat seperti pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12. Proses penulisan data.



Gambar 13. Penulisan data saat sukses.



Gambar 14. Error penulisan data.

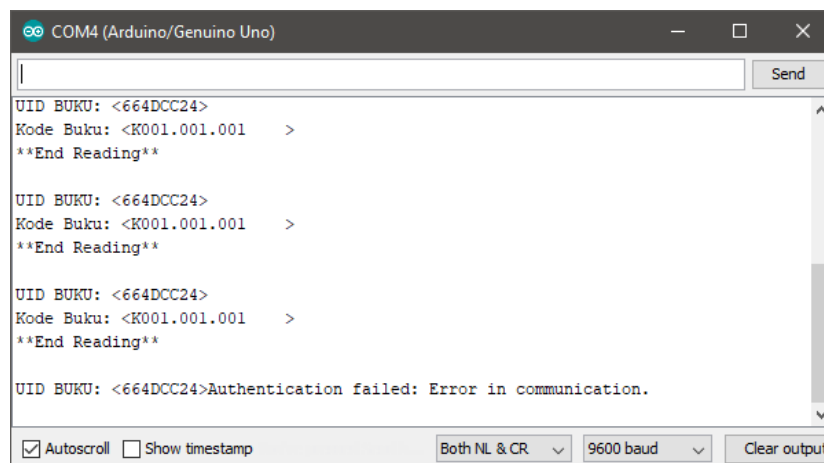
Pada pengujian pertama didapatkan bahwa posisi *tag* tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap deteksi. Sehingga pada pengujian selanjutnya posisi *tag* yang digunakan adalah vertikal.

3.2.2. Pengujian *Error* Pembacaan dengan *Tag* yang Bergerak

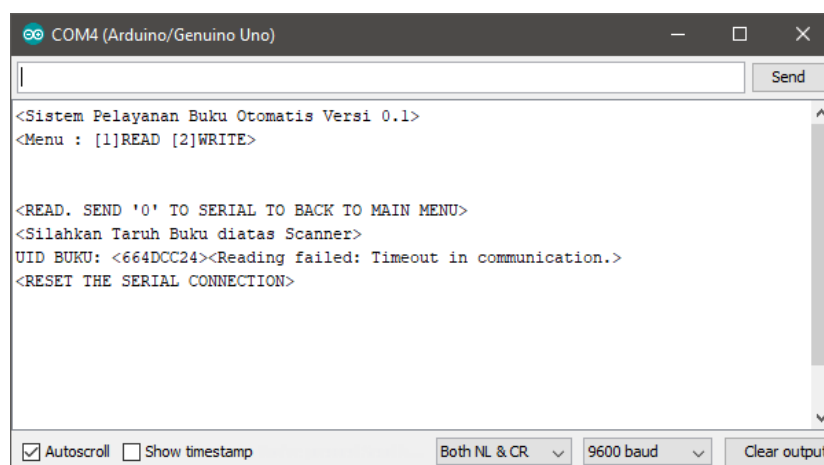


Gambar 15. *Tag* bergerak.

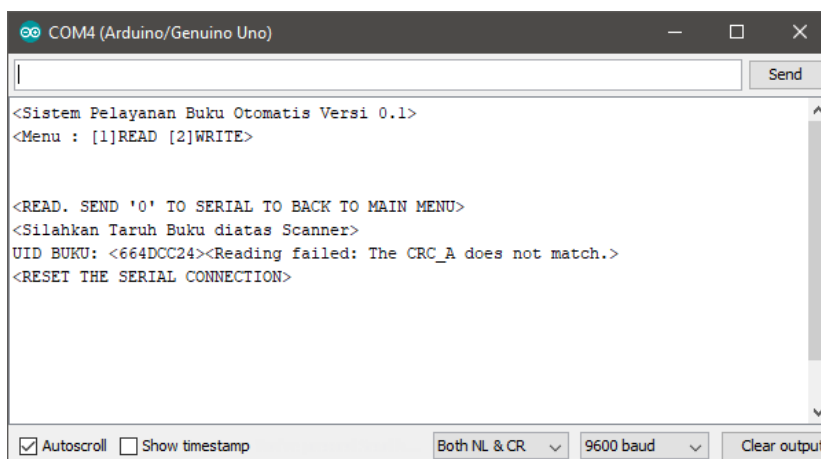
Pengujian ini dilakukan untuk mencari pesan *error* yang terjadi saat pembacaan data pada *tag* (Gambar 15). Didapatkan bahwa *error* terjadi apabila *tag* bergerak sangat cepat. *Error* diakibatkan oleh kegagalan komunikasi antara *tag* dan RFID *Interogator*. *Error* yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 16, Gambar 17 dan Gambar 18. Pada *error* “*Reading Failed*”, membutuhkan *Reset* RFID *Interogator* atau *Reset Serial Connection* agar program dapat berjalan kembali.



Gambar 16. *Authentication failed: Error in communication.*



Gambar 17. *Reading failed: Timeout in communication.*



Gambar 18. Reading failed: The CRC A does not match.

3.2.3. Pengujian dengan Variasi Jarak

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan akurasi pembacaan dan penulisan data pada tag dengan variasi jarak dimulai dari 1.5 cm sampai jarak maksimum pembacaan (dengan kenaikan per 1 cm). Didapatkan bahwa jarak maksimum dari deteksi tag adalah ±3.5 cm (Gambar 19). Kemudian dilakukan pengujian sebanyak 10 kali untuk melihat tingkat akurasi, baik pembacaan tag dan penulisan data pada tag.



Gambar 19. Jarak maksimum deteksi tag.

Tabel 3. Pengujian jarak 3.5 cm.

Pengujian	Jarak	Akurasi
Baca	3.5 cm	80%
Baca	2.5 cm	80%
Baca	1.5 cm	100%
Tulis	3.5 cm	0%
Tulis	2.5 cm	100%
Tulis	1.5 cm	80%

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa tingkat keberhasilan pembacaan pada jarak 3.5 cm mencapai 80%. Sedangkan pada pengujian penulisan data dengan jarak 3.5 cm, akurasinya 0%. Sehingga disarankan

untuk melakukan pembacaan atau penulisan data dengan jarak *tag* dengan RFID *interrogator* kurang atau sama dengan 2.5 cm.

3.2.4. Pengujian RFID Tag dengan Buku

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan akurasi pembacaan dan penulisan data pada *tag* saat ditempelkan dengan buku (Gambar 20 dan Gambar 21). Pengujian dilakukan sebanyak masing-masing 10 kali per jarak baca. Didapatkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara sebelum atau sesudah *tag* ditempelkan dengan buku, dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 20. Tag dengan buku.



Gambar 21. Pengujian pembacaan dan penulisan data pada Tag dengan buku.

Tabel 4. Perbandingan pengujian *tag* tanpa buku dan *tag* di belakang buku.

Pengujian Tag tanpa Buku			PERBANDINGAN	Pengujian Tag di Belakang Buku		
Pengujian	Jarak	Akurasi		Pengujian	Jarak	Akurasi
Baca	3.5 cm	80%		Baca	3.5 cm	80%
Baca	2.5 cm	80%		Baca	2.5 cm	90%
Baca	1.5 cm	100%		Baca	1.5 cm	100%
Tulis	3.5 cm	0%		Tulis	3.5 cm	0%
Tulis	2.5 cm	100%		Tulis	2.5 cm	90%
Tulis	1.5 cm	80%		Tulis	1.5 cm	90%

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Jumlah memori yang dapat digunakan untuk menyimpan data sebanyak 752 bytes.
2. Data dapat ditulis berulang kali ke dalam RFID *Tag*.
3. Pada pengujian posisi kartu, didapatkan bahwa posisi tidak memiliki pengaruh terhadap proses pembacaan dan penulisan.

4. Jarak yang direkomendasikan untuk pembacaan *tag* adalah ≤ 3.5 cm dengan tingkat akurasi mencapai 80% sedangkan untuk rekomendasi jarak penulisan data pada *tag* adalah ≤ 2.5 cm dengan tingkat akurasi 90%.
5. Kegagalan pembacaan atau penulisan data pada *tag* diakibatkan oleh sistem yang kehilangan kontak dengan *tag*, dan
6. Pengujian saat *tag* tertempel pada buku tidak memiliki pengaruh signifikan baik dari segi pembacaan maupun penulisan data.

Untuk penelitian selanjutnya, sistem ini akan diterapkan dengan sistem automasi perpustakaan yang sudah ada (misalkan SLiMS [1], [2]).

Daftar Pustaka

- [1] M. Azwar, "Membangun Sistem Otomasi Perpustakaan Dengan Senayan Library Management System (SLiMS)," *Khazanah Al-Hikmah*, vol. 1, no. 1, pp. 19-33, 2013.
- [2] J. K. Cahyono and H. Heriyanto, "Analisis Pemanfaatan Senayan Library Management System (SLiMS) Di Kantor Perpustakaan Dan Arsip Daerah Kota Salatiga," *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, vol. 2, no. 3, pp. 1-10, 2013.
- [3] R. Singh, "Use and Importance of Barcode System in Libraries," *UNIVERSITY NEWS*, vol. 41, no. 08, pp. 5-9, 2003.
- [4] K. Finkenzeller, *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication. Third Edition.*, Chichester, West Sussex: Wiley, 2010.
- [5] M. Adhitama, A. Triwiyatno and B. Setiyono, "Implementasi RFID Untuk Identifikasi Buku Pada Perpustakaan," *Transient*, vol. 2, no. 1, pp. 24-31, 2013.
- [6] I. Sommerville, *Software Engineering 10th Edition*, Harlow: Pearson Education Limited, 2016.
- [7] NXP Semiconductors N.V., "MF1S50YYX_V1MIFARE Classic EV1 1K - Mainstream contactless smart card IC for fast and easy solution development Rev. 3.2," 23 Mei 2018. [Online]. Available: https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MF1S50YYX_V1.pdf . [Accessed 16 April 2019].
- [8] NXP Semiconductors N.V., "MFRC522 Standard performance MIFARE and NTAG frontend Rev. 3.9," 27 April 2019. [Online]. Available: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>. [Accessed 21 March 2019].
- [9] Arduino, "Arduino Uno R3," Arduino, 2019. [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> . [Accessed 7 May 2019].
- [10] S. J. Sugumar, K. Pachori and T. Chowhan, "Assets Management Device using Embedded Based IoT and RF-ID System for Remote Monitoring," in *7th International Conference, ICIECE.*, Hyderabad, 2019.