

PEMANFAATAN RFID SEBAGAI PEMERIKSA JUMLAH BAN DI GUDANG PENYIMPANAN BERBASIS ARDUINO DENGAN SMS SEBAGAI MEDIA TRANSMISI DATA

Fredy Christiawan, Raden Arief Setyawan, ST., MT. dan Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.

RFID (Radio Frequency Identification), saat ini mulai jamak digunakan dalam berbagai pengaplikasian. Dalam skripsi ini RFID, diaplikasikan sebagai pemeriksa jumlah ban yang ada di gudang penyimpanan. Setiap ban yang masuk ke gudang, akan ditemplei sebuah tag, dan sebelum disimpan harus didekatkan ke sistem terlebih dahulu. Sistem akan menyimpan data tag tersebut ke dalam sebuah database. Saat ban tersebut keluar dari gudang, maka harus didekatkan sekali lagi agar terjadi perubahan pada database dan jumlah yang ada di gudang adalah valid. Jumlah yang ada ini nantinya dapat diakses oleh user secara jarak jauh melalui penggunaan sebuah ekstensi pada Arduino, yaitu GPRS Shield.

Hasil pengujian seluruh sistem menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi adanya tag masuk maupun tag keluar, dan informasi tersebut disimpan dalam sebuah database. Selain itu, sistem juga dapat mengirimkan data mengenai jumlah ban yang masih terdapat di gudang melalui pesan SMS kepada user dengan diawali SMS dari user terlebih dahulu dengan isi pesan SMS yang sesuai dengan format permintaan data yang telah ditentukan. .

Kata kunci : RFID, Pemeriksa, GPRS, Arduino,, dan SMS.

I. PENDAHULUAN

Radio Frequency Identification (RFID) adalah teknologi *wireless* yang berpotensi sangat besar untuk kemajuan dunia perniagaan (*commerce*). RFID menggunakan chip yang dapat dideteksi pada *range* beberapa meter oleh RFID reader. Tag RFID yang telah diperbaharui mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknologi identifikasi lainnya dan dapat juga digunakan sebagai sistem keamanan. Tag RFID menawarkan solusi identifikasi dengan berbagai macam tingkat keamanan.

Dalam beberapa tahun terakhir ini teknologi identifikasi berbasis frekuensi radio berkembang dengan pesat. Hal ini diakibatkan oleh beberapa hal, salah satunya adalah kebutuhan akan sebuah pengaplikasian pada sebuah alat yang sederhana dan praktis.

Berangkat dari ketertarikan pada teknologi tersebut, penulis mencoba membuat sebuah alat guna memeriksa jumlah ban berbasis Arduino dengan memanfaatkan *Radio Frequency Identification* (RFID). Alat ini sendiri diharapkan membantu importir ban untuk mengawasi jumlah ban yang ada dalam gudang penyimpanan. Dengan alat ini, apabila pemilik ingin mengetahui jumlah suatu barang yang ada di gudangnya, pemilik cukup mengirimkan sebuah *Short Message Service* (SMS) pada alat ini.

Dengan menggunakan alat ini, pemilik usaha akan mendapatkan alat yang praktis dan mudah digunakan dalam memantau jumlah ban yang ada di gudangnya walaupun mereka sedang tidak berada di tempat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. RFID Reader

RFID reader merupakan penghubung antara *software* aplikasi dengan antena yang akan meradiasikan gelombang radio ke RFID tag. Gelombang radio yang ditransmisikan oleh antena berpropagasi pada ruangan di sekitarnya. Akibatnya data dapat berpindah secara *wireless* ke tag RFID

Pembaca yang digunakan adalah ID-12, yang merupakan reader dengan frekuensi 125kHz. Gambar 1 menunjukkan RFID Reader ID-12.



Gambar 1. RFID Reader ID-12
Sumber: rfid-handbook.de

B. Tag RFID

RFID *transponder* atau RFID tag terdiri dari sebuah chip rangkaian yang terintegrasi dan sebuah antena. Perancangan alat ini menggunakan tag GK4001, yang merupakan tag pasif dengan frekuensi rendah. Gambar 2 menunjukkan bentuk fisik tag GK4001.



Gambar 2. Tag GK4001
Sumber: rfid-handbook.de

C. GPRS Shield

GPRS Shield digunakan sebagai piranti untuk melakukan komunikasi melalui SMS antara Arduino dengan HP User, maupun sebaliknya. Gambar 3 menunjukkan bentuk fisik GPRS Shield.



Gambar 3. Bentuk fisik GPRS Shield
Sumber: seeedstudio.com/wiki/GPRS_Shield_V2.0

D. Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO

mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, sehingga mudah dihubungkan ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Gambar 4 menunjukkan konstruksi dari *board* Arduino Uno.

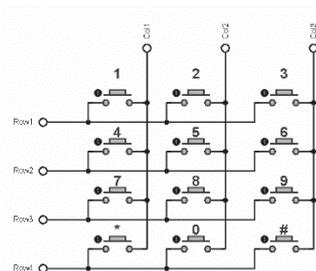


Gambar 4. Arduino UNO

Sumber: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

E. Keypad

Tombol masukan merupakan rangkaian yang digunakan untuk memberikan data masukan, yang mana data tersebut diberikan melalui penekanan tombol yang terdapat pada papan masukan itu sendiri. Ketika tombol masukan ditekan dari sisi *rows* akan terhubung dengan sisi *columns* kemudian data dikirim ke unit pengolah untuk diterjemahkan sesuai urutan atau nama yang telah ditentukan. Gambar 5 menunjukkan konstruksi *keypad* 3 x 4.



Gambar 5. Konstruksi Keypad 3 x 4

Sumber: Pengamaan Hardware

F. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan modul elektronika digunakan untuk menampilkan karakter angka, huruf, atau simbol-simbol lainnya sehingga dapat dilihat secara visual pada suatu panel. Bentuk fisik LCD modul ditunjukkan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk modul LCD 2x16 karakter

Sumber: Steven, 2011

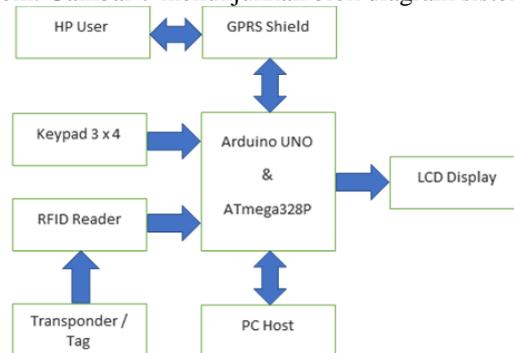
G. Microsoft Visual C#

C# adalah bahasa pemrograman yang dirancang untuk membangun berbagai macam aplikasi yang berjalan pada *.NET Framework*. Visual C# sendiri adalah implementasi dari bahasa pemrograman C# yang dibuat oleh Microsoft. Program ini adalah bagian dari

produk Microsoft Visual Studio, bersama dengan Visual C++, Visual Basic, Visual FoxPro, serta Visual J#.

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan dimulai dengan membuat blok diagram sistem. Gambar 7 menunjukkan blok diagram sistem.



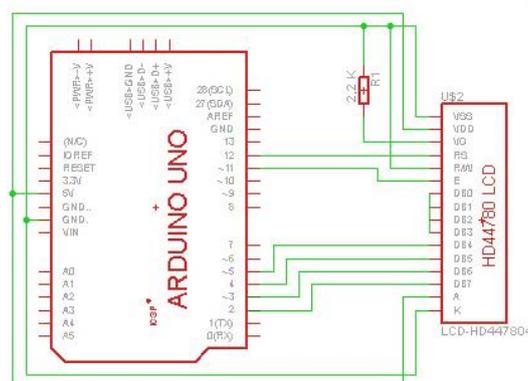
Gambar 7. Blok Diagram Sistem

Sistem yang akan dirancang terdiri atas beberapa perancangan yang meliputi:

A. Perancangan Perangkat Keras

1) Perancangan Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*) 2 x 16 Karakter

Pada perancangan sistem ini digunakan LCD modul HD44780 yang merupakan sebuah modul LCD *dot matrix* yang membutuhkan daya kecil. Rangkaian koneksi LCD karakter 2 x 16 ke Arduino ditunjukkan dalam Gambar 8.

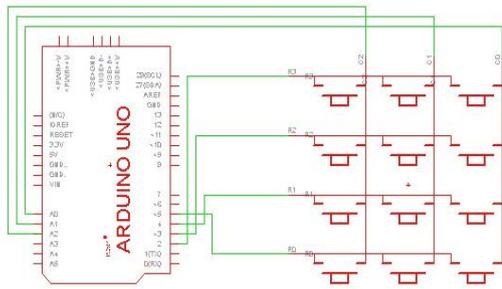


Gambar 8. Rangkaian Koneksi LCD 2 x 16 Karakter ke Arduino

Dalam perancangan ini agar didapat kontras dan *backlight* dari LCD yang sesuai, maka dipasang sebuah resistor dengan nilai 2,2 k Ω pada PIN *contrast*.

2) Perancangan Rangkaian Keypad

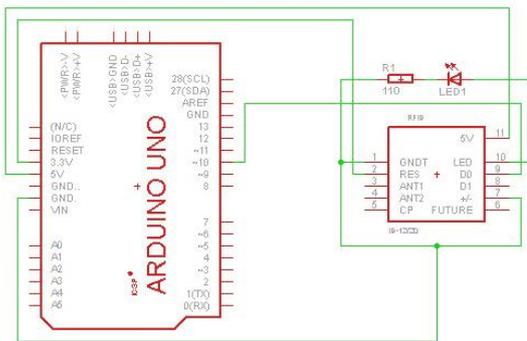
Pada perancangan sistem ini, digunakan keypad dengan dimensi 3 x 4. Port untuk baris dihubungkan pada pin 2, 3, 4, 5 Arduino. Sedangkan untuk port kolom dihubungkan pada pin analog Arduino, yaitu pin A0, A1, dan A2, seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian Koneksi Keypad 3 x 4 ke Arduino

3) Rangkaian RFID Reader

Rangkaian koneksi antara Arduino dengan RFID Reader ditunjukkan pada Gambar 10. Dalam perancangan ini, pin-pin yang harus dihubungkan dengan pin Arduino antara lain :



Gambar 10. Rangkaian Koneksi RFID Reader dengan Arduino

- Pin 1 dan 7 dihubungkan ke pin GND Arduino
- Pin 2 dapat dihubungkan pada salah satu pin digital I/O ataupun pin 3,3V pada Arduino. Namun untuk perancangan ini, dihubungkan dengan pin 3,3V.
- Pin 9 dihubungkan pada pin 10 digital I/O Arduino.
- Pin 11 dihubungkan dengan Vcc Arduino, 5V.

4) Rangkaian GPRS Shield

GPRS Shield digunakan sebagai sebuah ekspansi fitur dari Arduino untuk dapat menerima serta mengirimkan SMS dari/kembali ke *user*. Jenis *GPRS Shield* yang digunakan dalam perancangan ini sendiri adalah *GPRS Shield* dari *SeeedStudio*, yang didalamnya menggunakan modul *SIM900* yang memiliki konsumsi daya yang cukup rendah. Pin yang digunakan dalam mengkomunikasikan *GPRS Shield* ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Koneksi pin GPRS Shield dengan Arduino

- Pin Digital 7 sebagai Software Serial Penerima (Rx).
- Pin Digital 8 sebagai Software Serial Pengirim (Tx).

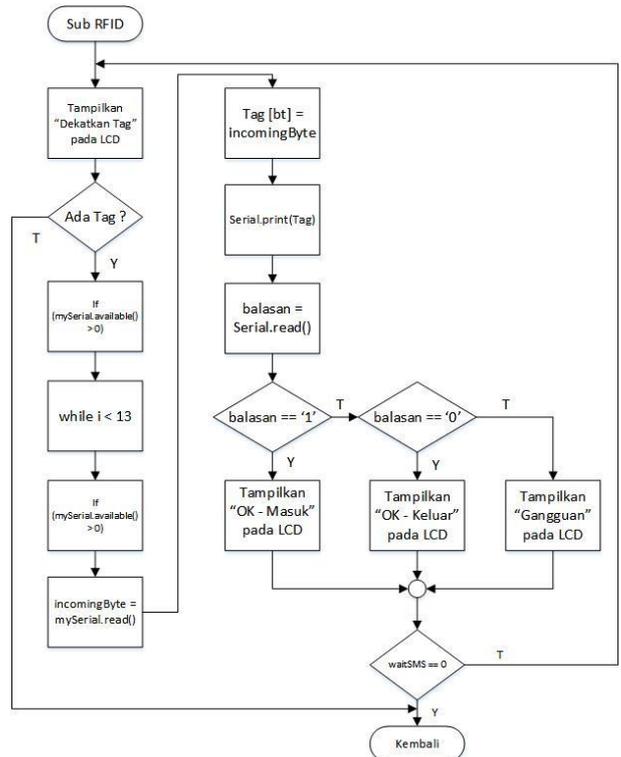
- Pin Digital 9 sebagai GSM ON atau OFF.

B. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak, digunakan *software* Arduino IDE dengan versi 1.0.4 untuk pemrograman Arduino Uno dan Microsoft Visual Studio C# 2010 untuk pemrograman antarmuka pada PC.

1) Perancangan Algoritma Pembacaan RFID

Algoritma pembacaan tag RFID dirancang dengan tujuan mendeteksi adanya tag yang didekatkan pada sistem, dan disimpan dalam sebuah database. Algoritma perancangan pembacaan RFID ini ditunjukkan pada Gambar 12.

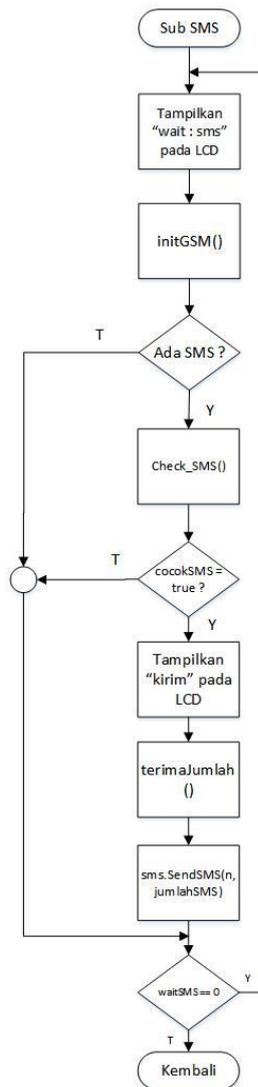


Gambar 12. Flowchart Pembacaan RFID

Komunikasi antara RFID Reader ID-12 dengan Arduino menggunakan komunikasi Serial dengan *baudrate* sebesar 9600 bps (*bit per second*). RFID reader ini dikontrol menggunakan *Software Serial*. Untuk inisialisasi Reader ini, menggunakan perintah “*mySerial.begin(9600)*”. Proses pendeteksian tag pada proses *loop* Arduino akan bergantian dengan proses menunggu SMS. Proses pendeteksian akan diberikan waktu selama 20 hitungan. Setelah proses hitungan selesai, maka untuk sementara proses pendeteksian akan di-*postpone*.

2) Perancangan Algoritma SMS

Flowchart pengiriman dan penerimaan SMS dirancang agar sistem mampu mentransmisikan data dengan jangkauan yang jauh. *Flowchart* pengiriman data melalui SMS ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Flowchart Penerimaan dan Pengiriman SMS

Komunikasi antara GPRS Shield dan Arduino menggunakan komunikasi serial UART dengan *baud rate* 19200 bps (*bit per second*), 8 data, 1 stop, *no parity*. Inisialisasi modem menggunakan perintah 'gsm.begin(19200)'. Apabila shield berhasil terinisialisasi, maka LCD akan menampilkan pesan "GSM OK" pada LCD. Namun jika tidak berhasil, maka akan tampil "GSM OFF". Kemudian, proses memeriksa SMS akan bergantian dengan proses pendeteksian tag, seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

Ketika tiba giliran pemeriksaan SMS, akan muncul notifikasi pada LCD berupa "wait : SMS". Pada tahapan ini, GPRS shield akan melakukan inisialisasi. Jika ada SMS yang masuk ke sistem, maka sistem akan mencatat nomor SMS yang masuk tersebut terlebih dahulu, Kemudian sistem akan melihat format SMS yang masuk sesuai dengan format yang ada pada sistem atau tidak. Apabila SMS yang dikirimkan *user* memiliki format 'CHECK', maka sistem akan memproses permintaan *user* lebih lanjut. Kemudian akan ada notifikasi "kirim" pada LCD ketika sistem memproses pengiriman SMS balasan. Kemudian SMS berisi jumlah ban akan dikirim melalui perintah "sms.SendSMS(n, JumlahSMS)..

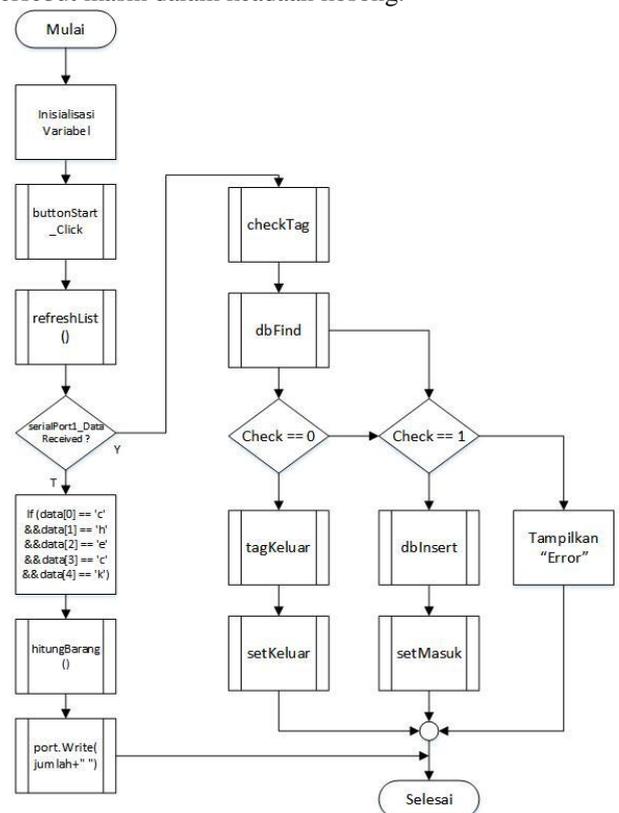
3) Perancangan Algoritma Antarmuka PC

Program antarmuka pada PC ini bertujuan untuk mensinergikan komunikasi antara komputer dengan Arduino. *Flowchart* keseluruhan dari program ini dapat dilihat pada Gambar 14.

Sebelum menggunakan program ini, *user* harus memilih com port terlebih dahulu, sesuai dengan letak com port Arduino yang telah ter-*install* pada PC. Di sini telah ditentukan *baudrate* secara otomatis pada 9600 bps (*bit per second*). Untuk memulai menggunakan program, tekan tombol 'Start'.

Apabila terdeteksi sebuah tag, program akan menerima data tag dari Arduino dan memproses data tag tersebut terlebih dahulu (*checkTag*). Program akan mencari dan mencocokkan tag dengan *database*. Dengan menggunakan pemisalan yang hampir sama, yaitu untuk tag ada tapi belum keluar = 0 dan tag ada sudah keluar = 1, maka pendeteksian tag ini dapat dikelompokkan sesuai dengan kolomnya masing-masing.

Apabila ada SMS yang masuk ke alat, maka Arduino akan mengirim permintaan pada program untuk melihat *database*. Program akan melihat parameter *TglKeluar*, apakah kosong atau tidak. Jumlah ban yang masih tersimpan dihitung berdasarkan parameter tersebut masih dalam keadaan kosong.



Gambar 14. Flowchart Program PC

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pengujian yang akan dilakukan antara lain :

1. Pengujian RFID Reader
2. Pengujian Transmisi Data melalui SMS
3. Pengujian Perangkat Lunak
4. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

A. Pengujian RFID Reader

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah RFID Reader dapat membaca informasi yang ada pada tag, sejauh mana tag masih dapat dideteksi oleh sistem, serta dapat mengirimkan data tersebut secara serial ke Arduino.

Dari hasil pengujian dalam Tabel 1, dapat diamati bahwa kode tag yang berhasil terdeteksi oleh reader.

Tabel 1. Hasil pengujian pembacaan kode tag

No.	Kode Tag
1	2C006DB7FA0C
2	2C006D5F7967

Tabel 2. Hasil pengujian pembacaan (lurus tanpa penghalang)

Jarak (cm)	Kode Tag	
	2C006DB7FA0C	2C006D5F7967
1	Terdeteksi	Terdeteksi
2	Terdeteksi	Terdeteksi
3	Terdeteksi	Terdeteksi
4	Terdeteksi	Terdeteksi
6	Terdeteksi	Terdeteksi
8	Terdeteksi	Terdeteksi
9	Terdeteksi	Terdeteksi
9.5	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi

Tabel 3 Hasil pengujian pembacaan (miring tanpa penghalang)

Jarak (cm)	Kode Tag	
	2C006DB7FA0C	2C006D5F7967
1	Terdeteksi	Terdeteksi
2	Terdeteksi	Terdeteksi
3	Terdeteksi	Terdeteksi
4	Terdeteksi	Terdeteksi
5	Terdeteksi	Terdeteksi
6	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi

Tabel 4 Hasil Pengujian Pembacaan (lurus dengan penghalang)

No	Penghalang	Jarak Maksimum (cm)	
		2C006D5F7967	2C006DB7FA0C
1	Karet	5 cm	5 cm
2	Logam	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi

Tabel 5 Hasil Pengujian Pembacaan (miring dengan penghalang)

No	Penghalang	Jarak Maksimum (cm)	
		2C006D5F7967	2C006DB7FA0C
1	Karet	5 cm	4 cm
2	Logam	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi

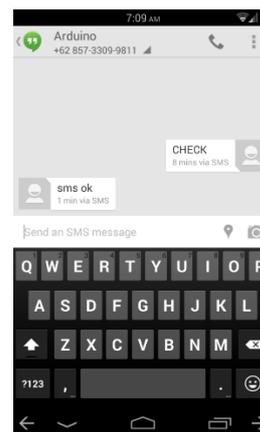
Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan jarak pembacaan tag maksimal adalah $\leq 9,5$ cm. sedangkan Tabel 4 dan Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa pendeteksi dengan

diberi penghalang hanya dapat dilakukan dengan jarak maksimal ≤ 5 cm.

B. Pengujian Transmisi Data melalui SMS

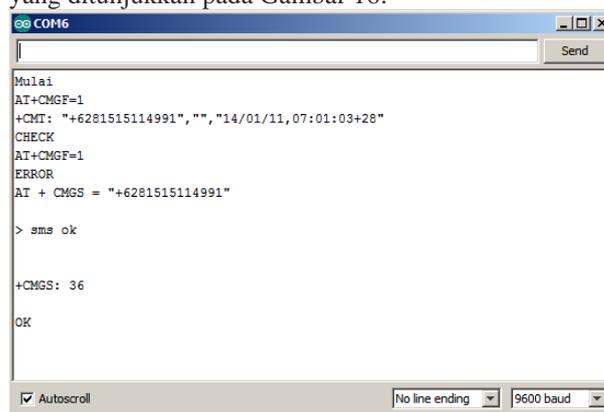
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah SMS yang dikirimkan oleh *user* dapat terbaca oleh sistem dan sistem dapat mengirimkan SMS kepada *user*.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa SMS yang dikirimkan oleh *user* dapat dideteksi oleh sistem. Gambar 15 menunjukkan sebuah SMS yang dikirim dari HP *user*. SMS tersebut dikirim dengan menggunakan format perintah "CHECK", dan SMS balasan yang akan diterima oleh *user*.



Gambar 15. SMS dikirim dan diterima oleh *user*

Pada pengujian kali ini, guna melihat apakah ada SMS yang masuk atau tidak, digunakan terminal pada Arduino. Apabila ada SMS yang masuk, Arduino akan membaca data dari GPRS *shield*, dan akan menampilkan nomor pengirim beserta pesan-nya. Untuk mengirimkan SMS balasan, penulis menggunakan kolom di sebelah tombol send untuk menuliskan isi pesan. Setelah itu, terminal akan menampilkan isi pesan beserta +CMGS apabila SMS berhasil dikirim, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengujian melalui terminal Arduino

C. Pengujian Program Antarmuka

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah program antarmuka yang telah dirancang sebelumnya, dapat memberikan akses bagi Arduino untuk dapat mengakses database, melakukan perubahan pada database, serta melakukan pembaruan pada database.

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Arduino dapat melakukan pengaksesan pada database, dan melakukan perubahan pada database.

No	Tag	tglMasuk	TglKeluar
(New)			

Gambar 17. Database Sebelum ada Tag

Gambar 17 menunjukkan database masih kosong dan belum ada tag yang didekatkan ke sistem. Apabila sebuah tag didekatkan ke sistem, Arduino akan mengirimkan sebuah permintaan kepada program antarmuka untuk mengakses database melalui komunikasi serial.

Saat diketahui bahwa tag tersebut adalah baru, maka program akan memasukkan baris yang baru ke dalam database (*insert*), seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 18.

No	Tag	tglMasuk	TglKeluar
128	2C006DB7FA0C	11-12-2013	14-12-2013
129	2C006DB7FA0C	11-12-2013	14-12-2013
130	2C006DB7FA0C	14-12-2013	14-12-2013
131	2C006D5F7967	14-12-2013	14-12-2013
132	2C006D5F7967	14-12-2013	
(New)			

Gambar 18. Database setelah ada Tag Masuk

Jika tag yang didekatkan tersebut sudah pernah didekatkan sebelumnya, dimana parameter tag dan tglMasuk telah terisi, maka program akan melakukan *update* pada baris tersebut, dengan menambahkan isi parameter tglKeluar, seperti ditunjukkan pada Gambar 19.

No	Tag	tglMasuk	TglKeluar
128	2C006DB7FA0C	11-12-2013	14-12-2013
129	2C006DB7FA0C	11-12-2013	14-12-2013
130	2C006DB7FA0C	14-12-2013	14-12-2013
131	2C006D5F7967	14-12-2013	14-12-2013
132	2C006D5F7967	14-12-2013	14-12-2013
(New)			

Gambar 19. Database Tag Keluar

Gambar 20 menunjukkan daftar mengenai jumlah tag yang masuk ke gudang. Melalui gambar ini, dapat diketahui informasi berupa tglMasuk, Tag, dan Jumlah. Pada tanggal tertentu, misalkan saja 'A', akan ditampilkan tag apa saja yang berhasil terdeteksi dan dianggap sebagai "masuk", beserta jumlah pendeteksian tag tersebut selama tanggal 'A'. Sedangkan Gambar 21 menunjukkan daftar jumlah tag yang keluar dari gudang.

tglMasuk	Tag	Jumlah
11-12-2013	2C006DB7FA0C	2
14-12-2013	2C006D5F7967	2
14-12-2013	2C006DB7FA0C	1

Gambar 20. Jumlah tag masuk

TglKeluar	Tag	Jumlah
14-12-2013	2C006D5F7967	2
14-12-2013	2C006DB7FA0C	3

Gambar 21. Jumlah tag keluar

D. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa sub-sub sistem yang telah teruji sebelumnya dapat dirangkai menjadi satu sistem yang utuh dan dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan.

Pemeriksaan jumlah ban dimulai dengan pendeteksian tag ke sistem, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 22.



Gambar 22. Pendeteksian Tag

Apabila tag telah terdeteksi, informasi yang ada akan dikirimkan secara serial ke Arduino, kemudian dibandingkan dengan data yang ada pada database. Apabila parameter tersebut masih kosong, maka LCD akan menampilkan "OK Keluar" dan program antarmuka akan mengisi parameter-parameter yang ada. Sedangkan apabila parameter tglKeluar telah terisi, maka LCD akan menampilkan "OK Masuk" dan program antarmuka akan mengisi kolom parameter tag dan tglMasuk. Gambar 23 dan 24 menunjukkan perbedaan tampilan antarmuka antara "masuk" dan "keluar".

Gambar 23. Tampilan antarmuka tag masuk

Gambar 24. Tampilan antarmuka tag keluar

Setelah proses pendeteksian menyelesaikan 20 hitungan, maka LCD akan menampilkan "Wait SMS", sesuai dengan yang ditunjukkan Gambar 25.



Gambar 25. Notifikasi menunggu ada SMS masuk

Di sini sistem akan menunggu datangnya sebuah SMS. Apabila terdapat SMS masuk dengan format "CHECK", Arduino akan kembali mengirim permintaan pada program antarmuka untuk memeriksa database dengan menggunakan parameter `tglKeluar`. Program antarmuka akan menghitung jumlah tag yang parameter `tglKeluar` nya adalah kosong. Program antarmuka akan menghitung dan kembali mengirimkan jumlah tersebut ke Arduino. Arduino akan menerima informasi tersebut, dan akan mengirimkan data tersebut ke *user*, sesuai dengan tampilan "kirim" pada LCD. Gambar 26 menunjukkan proses mengirim. *User* akan menerima SMS berisi jumlah tag yang masih ada di gudang.



Gambar 26. Proses mengirim ke *user*

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

1. RFID *reader* yang diprogram melalui Arduino dapat membaca tag yang didekatkan ke alat. Jarak maksimal tag masih dapat terdeteksi oleh RFID Reader adalah 9,5 cm. Sedangkan apabila diberi halangan berupa karet di antara tag dan RFID Reader, maka jarak maksimal akan berkurang menjadi hampir separuhnya.
2. Komunikasi Arduino dan GPRS *shield* dapat berjalan dengan baik, yang ditunjukkan dengan alat dapat menerima SMS dari *user* dan menghitung jumlah ban yang masih ada di gudang, dan mengirimkan informasi tersebut kembali ke *user*.
3. Program antarmuka yang telah dirancang, dapat berjalan dengan baik, dimana saat pendeteksian tag maupun terdapat SMS masuk, Arduino dapat mengakses database, dan parameter yang ada pada program antarmuka dapat terisi dengan benar.

B. Saran

Dari pembuatan alat dan pengujian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa hal yang mungkin dapat dilakukan untuk meningkatkan efektifitas alat :

- 1) Penggunaan RFID Reader dengan frekuensi yang tinggi, agar didapat jarak pembacaan yang lebih jauh, disertai dengan penggunaan tag dengan jenis aktif.
- 2) Penambahan antenna pada GPRS *shield*, agar didapat kemampuan untuk menangkap sinyal menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel. 2010. *ATmega328 Datasheet*. San Jose: Atmel Corporation.
- McRoberts, Mike. 2010. *Arduino Starter Kit Manual*. New York: Earthshine Electronics.
- Suseno, Demos Triastro. 2005. *Pemanfaatan RFID sebagai Pencatat Serta Pendeteksi Barang Inventaris*. Program Sarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Banzi, Massimo. 2009. *Getting Started With Arduino*. USA: Maker Media.
- Darmawan, Erico, Laurentius Risal. 2011. *Pemrograman Berorientasi Obyek C#*. Bandung : Penerbit Informatika.
- Pettersson, Lars. *SMS and the PDU format*. <http://dreamfabric.com/sms>, diakses tanggal 10 April 2012
- Sutrisno. 1987. *Elektronika, Teori dan Penerapannya*. Bandung:ITB
- Sudjadi. 2005. *Teori dan Aplikasi Microcontroller*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Finkenzeller, Klaus. 1999. *RFID handbook: Radio-frequency identification fundamentals and applications*. New York: Wiley.
- Seed Technology. 2013. http://www.seedstudio.com/wiki/GPRS_Shield_V2.0. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2013.
- Hitachi Group. 2013. http://www.electronicshub.org/wp-content/uploads/2013/09/HD44780_16x2_Character_LCD_Display.pdf. Diakses pada tanggal 10 Oktober 2013.