

SISTEM PENJADWALAN LABORATORIUM DAN *MONITORING* PENGGUNAAN KOMPUTER MENGGUNAKAN RFID BERBASIS TCP/IP

^[1]M. Adi Akbar, ^[2]Ilhamsyah, ^[3]Ikhwan Ruslianto

^[1]^[3]Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

^[2]Jurusan Sistem Informasi, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail:

^[1]adiakbar@student.untan.ac.id, ^[2]ilhamsm99@gmail.com,

^[3]ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id

Abstrak

Laboratorium komputer selama ini digunakan sebagai tempat pelaksanaan praktikum maupun melakukan riset tetapi kondisi penjadwalan pada laboratorium yang belum optimal membuat laboratorium sering ditutup dan hanya digunakan ketika diperlukan saja. Penelitian ini ditujukan untuk membangun sebuah sistem penjadwalan laboratorium dan monitoring penggunaan komputer. Sistem dibuat menggunakan teknologi identifikasi RFID yang terhubung pada server menggunakan metode RESTful web service untuk memverifikasi data pengguna laboratorium. Perangkat identifikasi RFID dibangun menggunakan Raspberry Pi B+ dan modul RFID reader RC522. Pemindaian RFID dilakukan dengan mendekatkan RFID tag berupa kartu pada RFID reader untuk menghasilkan suatu ID unik yang akan dikirim ke server. Data jadwal laboratorium terbagi menjadi jadwal reguler, jadwal tambahan dan jadwal kosong untuk memasukkan data mahasiswa yang terdaftar pada jadwal tersebut di aplikasi penjadwalan. Proses verifikasi data melalui ID RFID untuk dilakukan pengecekan terhadap data jadwal laboratorium yang akan menghasilkan keluaran untuk mengaktifkan relay dan menyalakan komputer serta menampilkan status komputer aktif pada aplikasi monitoring secara realtime. Pengujian dilakukan pada 5 kondisi jadwal dengan persentase keberhasilan masing-masing sebesar 100% kecuali pada kondisi mahasiswa melakukan shutdown PC sebesar 87.5%. Waktu respon rata-rata pada perangkat sebesar 767.8 ms dan waktu respon rata-rata pada aplikasi sebesar 861.35 ms.

Kata kunci: *RFID, Penjadwalan Laboratorium, Raspberry Pi, RESTful web service, Monitoring Realtime.*

1. PENDAHULUAN

Keberadaan laboratorium komputer merupakan salah satu penunjang pembelajaran serta wadah peningkatan produktivitas. Pengelolaan laboratorium yang kurang tepat menyebabkan laboratorium selalu ditutup sehingga laboratorium jarang dikunjungi, dan hanya digunakan ketika diperlukan saja. Sebaliknya ketika laboratorium bebas digunakan maka siapapun bisa masuk dan mengakses komputer didalamnya tetapi apabila terjadi kerusakan pada komputer atau perangkat lain maka tidak ada yang mau bertanggung jawab. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pemberian jadwal penggunaan laboratorium, tetapi tidak bisa mengetahui identitas mahasiswa dan komputer yang digunakan. Jadwal yang

masih bersifat tetap menimbulkan permasalahan lain apabila dikemudian hari terjadi perubahan jadwal sehingga laboratorium tidak dapat digunakan diluar jadwal yang sudah ditentukan.

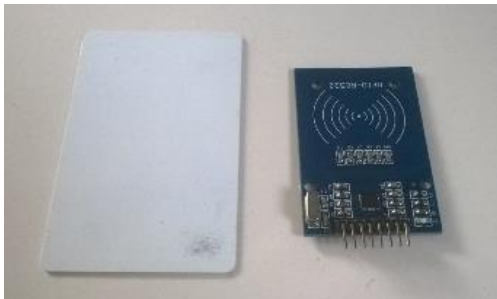
Teknologi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini salah satunya adalah sistem menggunakan RFID (Radio Frequency Identification) yang terhubung melalui TCP/IP. RFID merupakan suatu sistem identifikasi berbasis gelombang radio untuk memproses identifikasi data. Effendi pada tahun 2012 membuat prototipe sistem monitoring penjadwalan kelas berbasis RFID [1]. Sistem menggunakan simulasi CD room sebagai indikator buka tutup pintu kelas dan hanya berfokus pada pembuatan sistem informasi manajemen.

Berdasarkan permasalahan tentang jadwal penggunaan laboratorium dan identifikasi pengguna komputer dilakukan penelitian untuk membuat sistem penjadwalan laboratorium yang mampu mengenali identitas pengguna menggunakan RFID untuk melakukan verifikasi data dan menghasilkan keluaran komputer dapat menyala serta *monitoring* penggunaan komputer pada laboratorium secara *realtime*.

2. DASAR TEORI

2.1 RFID

RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah suatu metode identifikasi yang dapat digunakan untuk menyimpan dan menerima data melalui kontak tidak langsung. RFID menggunakan frekuensi radio untuk membaca informasi dari sebuah perangkat kecil yang disebut *tag* atau *transponder* (*Transmitter + Responder*). RFID *tag* akan mengenali diri sendiri ketika mendeteksi sinyal dari perangkat yang kompatibel, yaitu pembaca RFID (*RFID reader*)[2]. Perangkat RFID dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Perangkat RFID

2.1.1 Komponen RFID

RFID *tag* adalah *microchip* kecil dengan memori dan antena. Ketika RFID *tag* berada dalam medan frekuensi yang dihasilkan oleh reader yang kompatibel, maka *tag* akan mentransmisikan ID unik kepada RFID *reader*. RFID *tag* dapat digolongkan menjadi[3]:

1. Tag Aktif

Tag ini memerlukan catu daya yang diperoleh dari baterai, sehingga akan mengurangi daya yang di perlukan oleh RFID reader dan tag dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang lebih jauh.

2. Tag Pasif

Tag ini memperoleh catu daya dari medan yang dihasilkan oleh RFID *reader*. Kelemahan dari tag ini adalah jarak pembacaan yang dekat dan RFID *reader* harus menyediakan daya tambahan.

RFID *reader* pada dasarnya adalah komponen pemancar dan penerima sinyal radio, dikendalikan mikroprosesor untuk pengolahan sinyal digital. RFID *reader* mengirim gelombang elektromagnet, yang kemudian diterima oleh antena pada RFID *tag*.

Frekuensi adalah komponen yang sangat menentukan hubungan antara RFID *tag* dan RFID *reader* untuk dapat saling berkomunikasi. Proses komunikasi terjadi apabila pada frekuensi yang sama. Pemilihan suatu frekuensi di tentukan oleh kebutuhan aplikasi seperti kecepatan, akurasi dan kondisi lingkungan.

2.1.2 Cara Kerja RFID

Cara kerja sistem RFID terbagi menjadi dua bagian utama yaitu mentransmisi sinyal dari *reader* ke *tag* sekaligus menyuplai daya ke *tag* dan mentransmisi sinyal dari *tag* ke *reader* atau proses transfer data. Sebuah tag mempunyai memori yang mengandung ID unik yang telah dipasangkan pada suatu objek. Pada RFID *reader* terdapat antena dengan sebuah *transceiver* dan *decoder* yang berfungsi membangkitkan sinyal untuk mengaktifkan RFID *tag*. Ketika sebuah *tag* melewati medan elektromagnetik dari RFID *reader*, maka RFID *tag* akan mendeteksi sinyal dan mengirimkan sinyal balik sesuai dengan yang tersimpan dalam memori *tag* sebagai *respon*. RFID *reader* tersebut kemudian menterjemahkan data yang dikirim oleh RFID *tag* dan mengolahnya sesuai dengan kebutuhan [4].

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan komputer mini atau *Single Board Computer (SBC)* yang mempunyai masukan dan keluaran berupa USB, HDMI, RJ45 (TCP/IP) dan GPIO. Raspberry Pi mempunyai beberapa tipe salah satunya tipe Raspberry Pi B+. Tipe Raspberry Pi B+ dilengkapi dengan prosesor Broadcom BCM2835 soc 700

MHz, Ram 512 MB SDRAM serta dilengkapi GPU DualCore VideoCore IV. Raspberry Pi B+ menggunakan *micro SD* untuk penyimpanan data, baik berupa sistem operasi maupun penyimpanan data jangka panjang. Raspberry Pi menggunakan sistem operasi *open-source* seperti *Raspbian* atau *ArcLinux*.

Konfigurasi pin pada Raspberry Pi B+ dapat dilihat pada gambar 2.

Pin#	NAME	NAME	Pin#
01	3.3v DC Power	DC Power 5v	02
03	GPIO2 (SDA1, I2C)	DC Power 5v	04
05	GPIO3 (SCL1, I2C)	Ground	06
07	GPIO4 (GPIO_GCLK)	(TXD0) GPIO14	08
09	Ground	(RXD0) GPIO15	10
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)	(GPIO_GEN1) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)	Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)	(GPIO_GEN4) GPIO23	16
17	3.3v DC Power	(GPIO_GEN5) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)	Ground	20
21	GPIO9 (SPI_MISO)	(GPIO_GEN6) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)	(SPI_CE1_N) GPIO8	24
25	Ground	(SPI_CE1_N) GPIO7	26
27	ID_SD (I2C ID EEPROM)	(I2C ID EEPROM) ID_SC	28
29	GPIO5	Ground	30
31	GPIO6	GPIO12	32
33	GPIO13	Ground	34
35	GPIO19	GPIO16	36
37	GPIO26	GPIO20	38
39	Ground	GPIO21	40

Gambar 2. Pin Raspberry Pi B+
(sumber: element14.com)

Raspberry Pi B+ merupakan pengembangan dari tipe Raspberry Pi sebelumnya. Beberapa hal yang baru terdapat di Raspberry Pi B+ diantaranya penambahan *GPIO port* menjadi 40 pin, *USB port* menjadi 4 buah dan penggunaan slot *micro SD* untuk penyimpanan data. Pengolahan data pada Raspberry Pi umumnya menggunakan bahasa pemrograman python.

Raspberry Pi lebih mirip komputer berukuran kecil pada umumnya yang dapat digunakan untuk menjalankan proses komputasi umum maupun kompleks sampai digunakan sebagai *media centre* maupun sebagai server pada jaringan dibandingkan dengan mikrokontroler seperti *board Arduino* yang dikhususkan sebagai sistem kontrol dengan keterbatasan memori untuk proses komputasi yang rumit.

2.3 Python

Python merupakan bahasa pemrograman bersifat interpreter yang mendukung paradigma pemrograman prosedural, fungsional maupun *object oriented programming (OOP)* dan berjalan di hampir semua *platform* sistem operasi.

Python merupakan bahasa untuk pemrograman *scripting* dan *rapid application development* karena telah disediakan penggunaan *module-module* yang siap pakai dan struktur data tingkat tinggi yang efisien.

Python bersifat dinamis sehingga dapat digunakan untuk membangun aplikasi pada berbagai kebutuhan seperti pengembangan web dan internet, akses terhadap *database* maupun membuat API (*Application Programming Interface*), pengembangan GUI (*Graphical User Interface*) pada desktop, keperluan perhitungan *scientific* dan *numeric*, pemrograman jaringan komputer seperti pembuatan antarmuka *socket* jaringan sampai pembuatan game.

2.4 TCP/IP

TCP/IP (*Transmission Control Protocol of Internet Protocol*) adalah protokol komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan host-host pada jaringan internet. TCP/IP merupakan salah satu bahasa komunikasi antar komputer, hal ini dikarenakan untuk mampu berkomunikasi komputer harus mempunyai bahasa yang sama dalam hal ini menggunakan protokol yang sama, walaupun jenis komputer dan sistem operasi yang berbeda [5].

Model TCP/IP mengikuti model konsep empat layer yang dikenal sebagai Department of Defense/DoD, dengan tujuan membangun jaringan yang dapat bertahan pada segala kondisi. Kemudian TCP/IP dijadikan model dasar yang terus digunakan dan menjadi sebuah standar. Protokol TCP/IP memiliki model referensi yang terdiri dari empat layer yaitu:

1. *Application Layer*
2. *Transport Layer*
3. *Internet Layer*
4. *Network Access Layer*

2.5 Node Js

Node Js merupakan sebuah *platform* baru dalam perkembangan teknologi *web server*. Node Js dibangun di *Crome Javascript Runtime* dengan menggunakan konsep *event-driven* dan *non-blocking I/O* yang membuatnya ringan dan efisien, cocok untuk data masif dan aplikasi *real-time* yang berjalan di perangkat terdistribusi.

Node Js dapat digunakan untuk membuat *scalable network applications* dengan menggunakan model *event-driven*. Platform ini memungkinkan bekerja dengan kehandalan tinggi dan dengan *input-output (I/O) non-blocking* yang bertujuan untuk menghindari proses tunda yang lama dan mengurangi beban CPU (*Central Processing Unit*). Cara kerja Node Js sama seperti web server pada umumnya yaitu menerima data *request client* yang disebut *HTTP-request* dan mengembalikan data yang diminta oleh *client* yang disebut *HTTP-response*. Node Js dapat menangani *event* pada server secara *non-blocking* yang berarti data yang sampai diserver secara langsung dapat dimanipulasi atau terdistribusi ke *client* tanpa tersimpan terlebih dahulu.

2.6 RESTful Web service

Hubungan antara *platform* yang berbeda antara *client* dan *server* membutuhkan sebuah standar aplikasi yang disebut *web service*. *Web service* adalah komponen aplikasi yang menyediakan akses data dan operasi tanpa harus berhubungan secara langsung dengan *database* pada sistem. Dalam dunia internet, *web service* merupakan *interface* yang dapat diakses melalui jaringan untuk memanggil fungsi aplikasi yang dibangun menggunakan standar teknologi internet [6].

Web service digunakan sebagai suatu fasilitas yang menyediakan layanan (dalam bentuk informasi atau data) kepada sistem lain, sehingga dapat berinteraksi dengan sistem tersebut melalui layanan-layanan yang disediakan. *Web service* dikelompokan berdasarkan arsitektur yang digunakan dalam implementasinya yaitu REST dan SOAP.

REST (*Representation State Transfer*) atau yang biasa disebut RESTful API merupakan gaya arsitektur antara hubungan *client* dan *server* menggunakan protokol komunikasi *stateless* seperti HTTP dalam pembangunan *web service*. Selain REST terdapat juga tipe SOAP (*Simple Object Access Protocol*) dalam *web service*. [7]. Prinsip dalam pengembangan REST antara lain:

1. *Resource Identification*
2. *Uniform Interface*

3. *Self-descriptive*

4. *Stateless Interaction*

2.7 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah pengiriman data secara serial (data dikirim satu persatu secara berurutan). Komunikasi data serial mengenal dua buah metode, yaitu *synchronous* dan *asynchronous*. Metode *synchronous* mengirimkan datanya beberapa byte atau karakter (blok data) sebelum meminta konfirmasi apakah data sudah diterima dengan baik atau tidak. Sementara metode *asynchronous* mengirimkan data setiap satu byte pengiriman dan tidak membutuhkan konfirmasi pengiriman data.

Pembangunan *interface* komunikasi serial antar peripheral atau perangkat terdapat mode komunikasi salah satunya SPI (Serial Peripheral Interface). SPI adalah komunikasi data serial secara sinkron yang beroperasi secara mode *full-duplex* Komunikasi SPI membutuhkan 3 jalur utama yaitu:

1. MOSI (*Master Output Slave Input*)
2. MISO (*Master Input Slave Output*)
3. CLK (*Clock*)

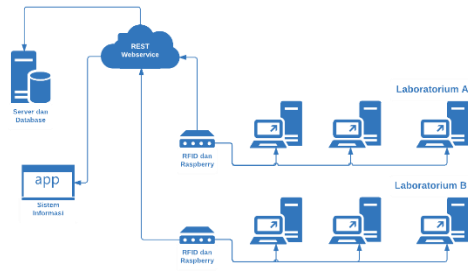
3. METODOLOGI PENELITIAN

Proses penelitian dimulai dengan melakukan studi pustaka terkait dengan teori-teori RFID, Raspberry Pi, REST *web service*, dan teori-teori penunjang lainnya. Selanjutnya dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang kemudian diintegrasikan menjadi suatu sistem sehingga berfungsi sebagaimana mestinya. Selanjutnya melakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem. Pengujian dilakukan berupa parameter sistem mulai dari pembacaan RFID, pengecekan REST *web service*, validasi keluaran data dan pengujian waktu respon sistem. Setelah dilakukan pengujian dilakukan analisa untuk mendapatkan kesimpulan akhir dari proses penelitian.

4. PERANCANGAN SISTEM

4.1 Topologi Sistem

Topologi sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.

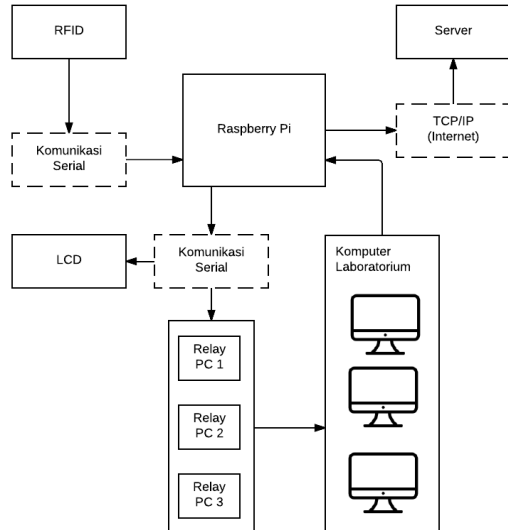


Gambar 3. Topologi Sistem Keseluhan

Perangkat identifikasi RFID dan Raspberry Pi akan mengontrol tiga buah PC yang terhubung dengan relay pada masing-masing ruangan laboratorium. Raspberry Pi sebagai pusat kontrol akan berkomunikasi dengan server dan database melalui protokol TCP/IP dengan REST web service yang dibangun menggunakan Node Js. Selanjutnya semua informasi mengenai penjadwalan laboratorium dan monitoring penggunaan komputer dapat di akses melalui aplikasi sistem berbasis website.

4.2 Perancangan Perangkat Keras

Diagram Blok pada gambar 4 menunjukkan prinsip kerja perangkat keras sistem secara umum.



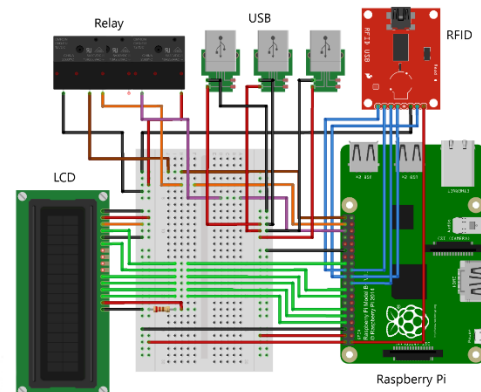
Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Sistem menggunakan RFID tag berupa sebuah kartu yang sudah mempunyai ID unik didalamnya. Apabila RFID tag berada dalam jangkauan pembacaan RFID reader maka terjadi proses pemindaian. RFID reader akan mengirim masukan ke Raspberry Pi ketika berhasil melakukan identifikasi pada data RFID tag. Kemudian

Raspberry Pi membaca data tersebut dan meneruskannya ke server untuk proses verifikasi. Server akan mengirim response ke Raspberry Pi berupa data json hasil keluaran dari verifikasi sistem untuk selanjutnya memberikan sinyal ke relay berupa logika false.

Relay yang digunakan pada rangkaian ini berada pada kondisi normally open dengan keadaan active low. Logika false yang diterima relay akan membuat arus dapat mengalir pada komponen terminal listrik. Selanjutnya LCD akan menampilkan pesan selamat datang kepada mahasiswa dan memberikan informasi PC yang dapat digunakan. Apabila ada syarat yang tidak terpenuhi pada proses verifikasi maka server akan memberikan response ke Raspberry Pi hanya untuk menampilkan pesan error.

Rangkaian komponen pada sistem ini merupakan rangkaian digital dimana Raspberry Pi sebagai pusat kontrol terhubung melalui pin GPIO dengan pin modul komponen yaitu RFID reader, LCD, relay dan USB. Rangkaian Elektronika pada sistem identifikasi RFID dapat dilihat pada gambar 5.



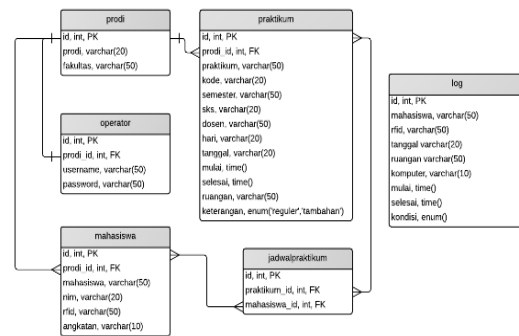
Gambar 5. Rangkaian Elektronika Sistem Identifikasi RFID

Rangkaian RFID adalah rangkaian sensor masukan untuk mendapatkan data yang akan diidentifikasi oleh Raspberry Pi. Rangkaian relay dan LCD sebagai rangkaian keluaran untuk menyalakan PC dan menampilkan pesan. Selanjutnya, rangkaian USB merupakan rangkaian untuk memberikan informasi kepada Raspberry Pi bahwa PC telah dimatikan serta untuk memutuskan arus oleh relay.

4.3 Perancangan REST Web Service

REST *web service* pada sistem ini menyediakan sumber data (*resource*) yang dapat diakses oleh pengguna melalui URI (*Uniform Resource Identifier*) mengacu pada *method* yang dimiliki oleh protokol HTTP. Setiap *resource* dapat diambil melalui identitas data yang tersedia khusus dengan aturan masing-masing untuk memproses data pada *server*.

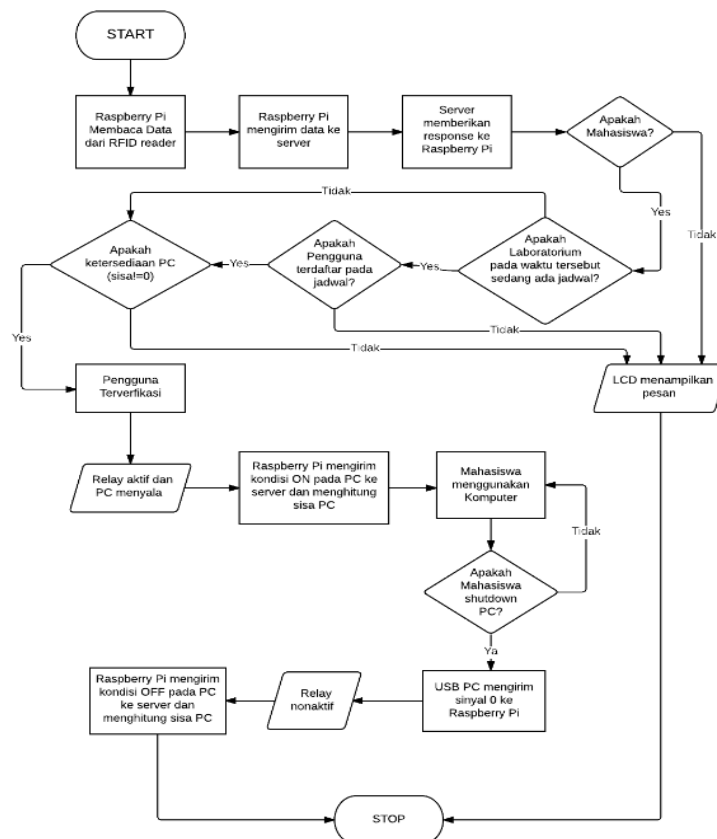
Web service ini nantinya akan berjalan menggunakan port 3000. Sebagai standar keamanan untuk mengakses REST *web service* diperlukan autentikasi dan kode unik (*token*) pada identitas data. Autentikasi merupakan metode untuk membolehkan pengguna mengakses *web service* dengan memasukkan username dan password yang didaftarkan pada tabel "operator". REST *web service* mempunyai 4 *method* utama yaitu GET, POST, PUT dan DELETE dimana masing-masing *method* tersebut menjalankan fungsi tertentu. Relasi database pada web service seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Rancangan Relasi Tabel pada Basis Data Sistem

4.4 Perancangan Sistem Informasi Penjadwalan Laboratorium dan Monitoring Penggunaan Komputer

Aplikasi berupa sistem informasi berfungsi sebagai penyedia informasi sekaligus untuk manajemen aktivitas dalam pengelolaan laboratorium komputer. Sistem ini merupakan penerapan teknologi identifikasi RFID dalam mengenali identitas pengguna dan mengolah data tersebut di Raspberry Pi. Diagram alir sistem dapat dilihat pada gambar 7.

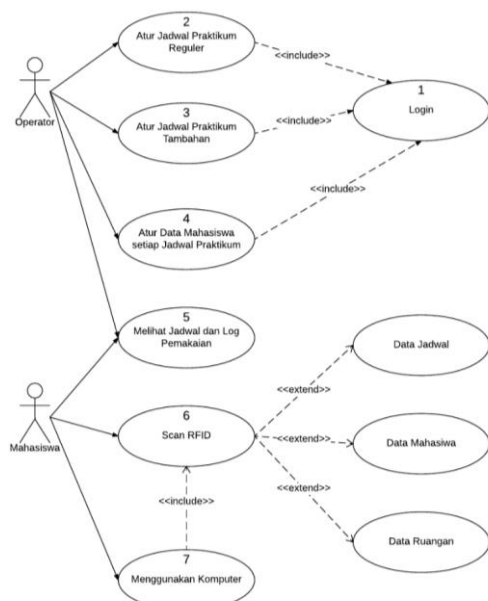


Gambar 7. Diagram Alir Sistem Identifikasi RFID

Proses dari sistem identifikasi dimulai ketika RFID reader berhasil membaca data yang ada pada RFID tag. Selanjutnya Raspberry Pi mengirim data yang diterima dari RFID reader sebagai parameter ke server dalam bentuk HTTP request dengan method GET. Selanjutnya server akan mengirim HTTP response ke Raspberry Pi. Pada alur sistem terdapat beberapa pengecekan terhadap data yang diterima oleh Raspberry Pi hingga menghasilkan keluaran untuk mengaktifkan salah satu relay secara random dan menyalakan PC. Apabila ada kondisi yang tidak terpenuhi maka sistem akan menghasilkan keluaran berupa pesan pada LCD.

4.3.1 Use Case Diagram Sistem

Use case diagram ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Use case diagram sistem

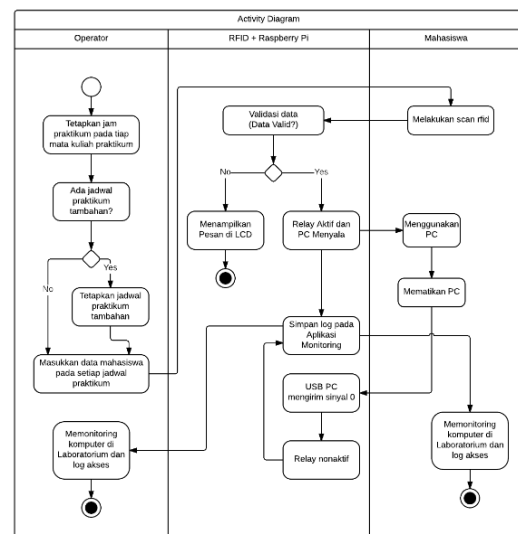
Dalam tahap perancangan sistem digunakan use case diagram untuk menggambarkan fungsionalitas sistem yang dilakukan aktor. Terdapat dua aktor pada sistem ini yaitu operator dan mahasiswa. Aplikasi penjadwalan hanya bisa di akses oleh operator yang terdaftar dengan syarat telah melakukan login.

Operator melakukan fungsi yang berkaitan dengan sistem seperti melakukan pengaturan jadwal praktikum reguler maupun tambahan serta menambahkan

mahasiswa yang terdaftar pada praktikum yang diikuti. Selain itu fungsi dari sistem yang dapat dilakukan oleh kedua aktor adalah melihat jadwal dan log pemakaian oleh mahasiswa. Mahasiswa dapat menggunakan komputer apabila sudah melakukan pemindaian pada RFID dan terverifikasi sebagai pengguna.

4.3.2 Activity Diagram Sistem

Activity Diagram ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Activity Diagram sistem

Alir dari aktifitas yang dilakukan pada activity diagram adalah:

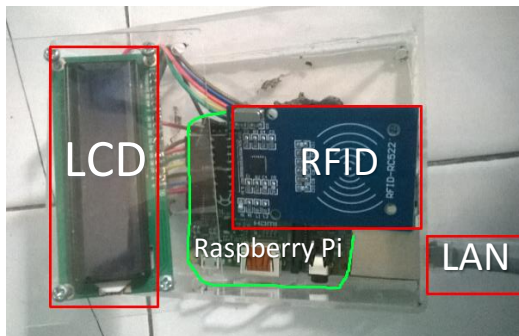
1. Operator memasukkan data jadwal mata kuliah praktikum.
2. Operator menambahkan jadwal praktikum tambahan jika terdapat permintaan menggunakan laboratorium diluar jadwal.
3. Operator memasukkan data mahasiswa pada setiap jadwal praktikum yang diikuti oleh mahasiswa tersebut.
4. Selanjutnya mahasiswa melakukan proses pemindaian RFID sesuai dengan jadwal dan ruangan tempat dilaksanakannya mata kuliah praktikum.
5. Proses validasi data dilakukan oleh Raspberry pi dengan berkomunikasi ke server. Apabila data tidak valid maka LCD akan menampilkan pesan sesuai dengan kondisi error. Data dinyatakan valid apabila semua kondisi terpenuhi, sehingga relay aktif dan PC dapat menyala.

6. Ketika PC telah selesai digunakan, maka mahasiswa melakukan proses *shutdown* untuk mematikan PC. Rangkaian USB akan menonaktifkan relay.

5. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

5.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dapat dilihat pada gambar 10. Perangkat tersebut menggunakan Raspberry Pi, modul RFID dan LCD.



Gambar 10. Perangkat RFID

Perangkat identifikasi RFID terhubung pada masing-masing PC di ruangan laboratorium yang terhubung dengan 3 buah terminal listrik sebagai jalur rangkaian listrik terhadap PC dan relay.

5.2 Implementasi RESTful Web Service

Hasil dari RESTful *web service* berjalan pada server dengan alamat IP 203.24.50.76 pada port 3000. Setiap *web service* mempunyai parameter dan *method* untuk menjalankan fungsi sebagai penghubung antara perangkat keras, *database* dan sistem informasi. Gambar 11 menunjukkan keluaran data jadwal menggunakan *method GET*.

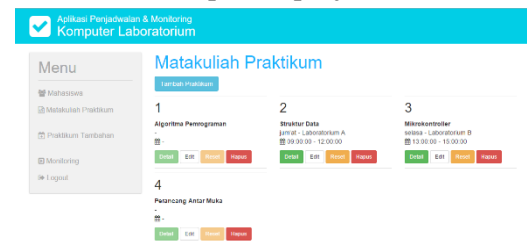
```
{
  "id_praktikum": 6,
  "prodi_id": 1,
  "praktikum": "Struktur Data",
  "kode": "2",
  "semester": "Semester 1",
  "dosen": "Pak Beni",
  "hari": "jum'at",
  "tanggal": null,
  "mulai": "09:00:00",
  "mulai_scan": "08:45:00",
  "selesai": "12:00:00",
  "ruangan": "Laboratorium A",
  "keterangan": "reguler"
}
```

Gambar 11. Data jadwal *Method GET*

Web service dapat di akses dengan berbagai cara seperti menggunakan *web browser*, *command prompt* maupun fungsi dari bahasa pemrograman.

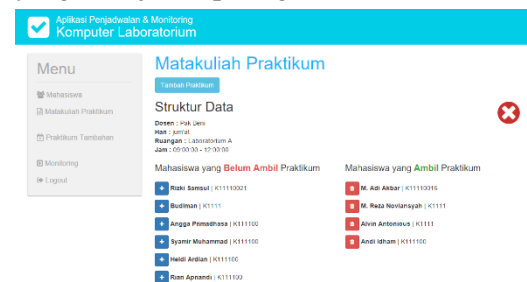
5.3 Implementasi Aplikasi Penjadwalan Laboratorium

Hasil dari perancangan aplikasi penjadwalan laboratorium dapat diakses pada alamat 192.168.66.30/penjadwalan yang hanya bisa di akses apabila pengguna yaitu operator sistem telah melakukan proses login. Gambar 12 menunjukkan halaman menu aplikasi penjadwalan.



Gambar 12. Halaman aplikasi penjadwalan

Apabila *form* mata kuliah praktikum dan waktu pelaksanaannya telah dimasukkan data jadwal maka tombol "detail" dapat diklik, sehingga akan menampilkan data detail mata kuliah praktikum beserta semua data mahasiswa yang ditunjukkan pada gambar 13.

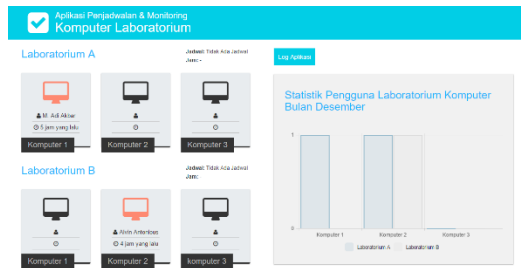


Gambar 13. Detail Jadwal

5.4 Implementasi Aplikasi Monitoring Laboratorium

Hasil dari perancangan aplikasi monitoring komputer dapat diakses pada alamat 192.168.66.30. Aplikasi monitoring menampilkan informasi kondisi komputer pada masing-masing ruangan laboratorium serta informasi grafik pengunjung laboratorium. Apabila terdapat mahasiswa yang sedang menggunakan komputer, maka warna icon komputer akan berubah menjadi warna merah dan informasi mengenai mahasiswa yang menggunakan komputer

tersebut akan terlihat. Halaman depan aplikasi berbasis website dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Aplikasi Monitoring

5.5 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras bertujuan untuk mengetahui fungsi dari blok bagian komponen rangkaian dapat digunakan dengan baik.

5.5.1 Pengujian Pembacaan RFID

Pengujian pembacaan kartu RFID dilakukan untuk mengetahui bahwa rangkaian modul RFID, Raspberry Pi, LCD dan buzzer berfungsi dengan baik sehingga dapat digunakan sebagai data awal ID RFID mahasiswa. Pengujian pembacaan RFID menggunakan 10 buah RFID tag berupa kartu yang menghasilkan suatu kode unik. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pembacaan RFID

ID.	Hasil Pembacaan	Data Mahasiswa
1	69226siskom7487	Adi Akbar
2	212111siskom81109	Riski Samsul
3	212111siskom57140	Budiman
4	212111siskom5334	Alvin. A
5	133166siskom2598	Reza. N
6	212111siskom93211	Angga. P
7	212111siskom124110	Syamir. M
8	212111siskom66147	Andi Idham
9	212111siskom101137	Heldi Ardian
10	212111siskom11119	Rian Apriandi

Dari hasil pengujian didapat kesimpulan bahwa pembacaan RFID dapat dibaca oleh perangkat dan data ID RFID akan menjadi data mahasiswa di *database*.

5.5.2 Pengujian Rangkaian Relay

Pengujian terhadap relay dilakukan untuk mengetahui apakah relay dapat merespon sinyal keluaran dari Raspberry Pi. Relay yang digunakan berada pada kondisi *Normally Open* (NO) dan *active low*. Indikator yang menandakan relay telah aktif adalah lampu led berwarna merah yang

terdapat pada rangkaian relay. Relay aktif dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Pengujian Relay

Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa modul relay bekerja dengan baik. Kondisi *Normally Open* dan *Active Low* pada relay akan hidup ketika diberi tegangan dengan logika *false* dan akan mati ketika diberi logika *true*.

5.5.2 Pengujian Rangkaian USB

Rangkaian USB adalah rangkaian untuk memberitahu sistem bahwa PC telah dimatikan. Pengujian rangkaian USB dilakukan dengan menghubungkan kepala USB pada port USB PC sehingga ketika PC sedang menyala maka arus yang berasal dari PC dianggap tidak ada yang mengalir.



Gambar 16. Pengujian Relay

Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa rangkaian USB telah bekerja dengan baik dimana ketika dihubungkan pada PC dalam keadaan menyala, maka relay tetap aktif tetapi ketika PC dalam keadaan mati maka relay berubah kondisi menjadi nonaktif.

5.6 Pengujian Integrasi Sistem Penjadwalan Laboratorium dan Monitoring Penggunaan Komputer

Pengujian integrasi sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem penjadwalan laboratorium dan monitoring penggunaan komputer yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kondisi asli pada jadwal laboratorium dengan kondisi yang ditunjukkan oleh sistem ketika proses pemindaian. Keseluruhan rangkaian perangkat keras dihubungkan ke server melalui *port ethernet* Raspberry Pi untuk selanjutnya dapat

menampilkan informasi mengenai kondisi laboratorium melalui aplikasi website secara *realtime*.

5.6.1 Kondisi jika RFID Mahasiswa Terdaftar pada Jadwal Praktikum

Pengujian dianggap berhasil jika sistem dapat mengenali RFID mahasiswa yang terdaftar pada jadwal dengan indikator sebagai berikut :

1. LCD menampilkan data nama mahasiswa (sukses).
2. PC pada laboratorium dapat menyala ketika relay aktif
3. Aplikasi monitoring menampilkan status aktif PC yang digunakan.

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 dengan mengambil contoh data pengujian 1 jadwal pada tiap laboratorium.

Tabel 2. ID RFID terdaftar pada jadwal

Lab.	Jadwal	Mhs	Keluaran		
			LCD	App	Relay
Lab.A	Perancangan Web	Adi A.	Sukses	ON	Aktif
		Riski	Sukses	ON	Aktif
		Budiman	Sukses	ON	Aktif
Lab. B	Lo-gika Samar	Rian. A	Sukses	ON	Aktif
		Budiman	Sukses	ON	Aktif
		Reza. N	Sukses	ON	Aktif

Pengujian secara keseluruhan dilakukan sebanyak 24 kali menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 100%.

5.6.2 Kondisi jika Jumlah sisa Komputer Laboratorium telah habis

Pengujian dianggap berhasil jika sistem dapat mengenali RFID mahasiswa dan mengeluarkan indikator sebagai berikut:

1. LCD memunculkan pesan “Semua Komputer telah Terpakai”.
2. PC tidak menyala karena relay tidak aktif.
3. Aplikasi menampilkan notifikasi PC laboratorium penuh.

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3 dengan mengambil contoh data pengujian 1 jadwal pada tiap laboratorium.

Tabel 3. Komputer telah penuh

Lab.	Jadwal	Mhs	Keluaran		
			LCD	App	Relay
Lab.A	Perancangan Web	Alvin	Penuh	Notif	Off
		Heldi	Penuh	Notif	Off
Lab.B	Lo-gika Samar	Adi. A	Penuh	Notif	Off
		Syamir	Penuh	Notif	Off

Pengujian secara keseluruhan dilakukan sebanyak 16 kali menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 100%.

5.6.3 Kondisi jika RFID Mahasiswa tidak terdaftar pada Jadwal Praktikum

Pengujian dianggap berhasil jika sistem dapat mengenali RFID mahasiswa dan mengeluarkan indikator sebagai berikut:

1. LCD memunculkan pesan “Anda tidak Terdaftar pada Jadwal”. (salah jadwal)
2. PC tidak menyala karena relay tidak aktif
3. Aplikasi menampilkan notifikasi mahasiswa tidak ada jadwal

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4 dengan mengambil contoh data pengujian 1 jadwal pada tiap laboratorium.

Tabel 4. ID RFID tidak terdaftar di jadwal

Lab.	Jadwal	Mhs	Keluaran		
			LCD	App	Relay
Lab.A	Perancangan Web	Reza. N	Salah	Notif	Off
		Rian. A	Salah	Notif	Off
Lab. B	Lo-gika Samar	Alvin. A	Salah	Notif	Off
		Heldi. A	Salah	Notif	Off

Pengujian secara keseluruhan dilakukan sebanyak 16 kali menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 100%.

5.6.4 Kondisi jika RFID tidak terdaftar pada sistem

Pengujian dianggap berhasil jika sistem dapat menolak RFID yang tidak terdaftar pada sistem dan mengeluarkan indikator sebagai berikut:

1. LCD menampilkan pesan “RFID tidak dikenal”
2. PC tidak menyala karena relay tidak aktif
3. Aplikasi menampilkan notifikasi RFID tidak terdaftar pada sistem.

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5 dengan mengambil contoh data pengujian 1 jadwal pada tiap laboratorium.

Tabel 5. ID RFID tidak terdaftar

Lab.	Jadwal	Mhs	Keluaran		
			LCD	App	Relay
Lab.A	Perancangan Web	Non Mhs	-	Notif	Off
		Non Mhs	-	Notif	Off
Lab. B	Lo-gika Samar	Non Mhs	-	Notif	Off
		Non Mhs	-	Notif	Off

Pengujian secara keseluruhan dilakukan sebanyak 16 kali menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 100%.

5.6.5 Kondisi jika mahasiswa melakukan shutdown PC

Pengujian dianggap berhasil jika sistem dapat berkomunikasi antar perangkat saat terjadi proses shutdown dan mengeluarkan indikator sebagai berikut:

1. LCD menampilkan pesan "PC shutdown"
2. Relay non aktif ketika PC mati
3. Aplikasi mengubah status kondisi komputer.

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6 dengan mengambil contoh data pengujian 1 jadwal pada tiap laboratorium.

Tabel 6. Mahasiswa Shutdown PC

Lab.	Jadwal	Mhs	Keluaran		
			LCD	App	Relay
Lab.A	Peran-cangn Web	Adi A.	PC Off	Off	Off
		Riski	PC On	On	On
		Budiman	PC Off	Off	Off
Lab. B	Lo-gika Samar	Rian. A	PC Off	Off	Off
		Budiman	PC Off	Off	Off
		Reza. N	PC On	On	Aktif

Pengujian secara keseluruhan dilakukan sebanyak 24 kali menghasilkan persentase sebesar 87,5%. Kegagalan sebesar 12,5% disebabkan karena ketika USB menjadi masukan untuk tegangan 5v pada pin GPIO Raspberry maka tegangan keluaran yang dihasilkan menjadi tidak stabil.

Rangkaian USB gagal memberikan sinyal untuk memutus arus pada relay sehingga PC tetap dianggap menyala. USB tetap membaca kondisi ON dan mengakibatkan transistor PNP pada rangkaian tetap menutup jalur arus untuk menonaktifkan pin relay pada Raspberry Pi.

5.7 Pengujian Waktu Respon

Pengujian waktu response dilakukan untuk mengetahui lama waktu yang di butuhkan dari proses pemindaian RFID kemudian terjadi proses pengiriman *request* pada server melalui RESTful *web service* dan proses validasi sampai menghasilkan keluaran berupa relay aktif dan status aktif pada aplikasi monitoring. Pengujian dilakukan dengan menghitung waktu menggunakan *timer* untuk semua kondisi pengujian.

Berdasarkan hasil pengujian waktu respon yang dilakukan sebanyak 40 kali pada tiap blok percobaan didapat hasil waktu respon rata-rata sebesar 767,8 ms pada percobaan perangkat dan 861,35 ms pada percobaan aplikasi. Hasil pengujian waktu respon dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Waktu Respon

Kondisi	RFID terdaftar pada jadwal	RFID terjadwal tapi PC telah habis	RFID tidak terdaftar pada jadwal	RFID tidak terdaftar pada sistem	PC Shutdown		
	Percobaan	Response Perangkat	1	657 ms	726 ms	698 ms	722 ms
2			867 ms	763 ms	708 ms	650 ms	784 ms
3			751 ms	825 ms	885 ms	668 ms	832 ms
4			775 ms	745 ms	854 ms	739 ms	714 ms
5			740 ms	750 ms	803 ms	671 ms	763 ms
6			813 ms	937 ms	909 ms	715 ms	785 ms
7			850 ms	743 ms	738 ms	699 ms	723 ms
8			976 ms	691 ms	712 ms	722 ms	831 ms
Response Aplikasi		1	696 ms	997 ms	860 ms	743 ms	1073 ms
		2	772 ms	968 ms	1009 ms	935 ms	961 ms
		3	671 ms	945 ms	908 ms	885 ms	1120 ms
		4	748 ms	854 ms	863 ms	933 ms	857 ms
		5	425 ms	901 ms	934 ms	872 ms	918 ms
		6	673 ms	884 ms	919 ms	929 ms	802 ms
		7	701 ms	797 ms	797 ms	863 ms	853 ms
		8	775 ms	982 ms	871 ms	844 ms	916 ms

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat identifikasi RFID dibuat menggunakan RFID modul RC522 dan Raspberry Pi. Raspberry Pi dapat berkomunikasi dengan perangkat RFID sehingga dapat mengenali RFID *tag* dan membaca ID RFID sebagai identitas unik mahasiswa pada basis data.
2. Pengolahan data identifikasi antar perangkat terhadap server melalui RESTful *web service* yang dibuat menggunakan Node Js dengan alamat IP 203.24.50.76 port 3000 sebagai jalur komunikasi client berupa perangkat identifikasi RFID dan aplikasi penjadwalan laboratorium dengan server sebagai pusat basis data.
3. Keluaran dari identifikasi RFID berupa perangkat yang terdiri dari relay, LCD, buzzer, rangkaian USB dan tiga buah PC untuk menghasilkan keluaran pada sistem. *Response* dengan status *true* yang diterima Raspberry Pi akan mengaktifkan relay sehingga komputer dapat menyala dan LCD menampilkan data pengguna yang tervalidasi.
4. Aplikasi penjadwalan laboratorium dan monitoring penggunaan komputer berhasil dibuat dengan alamat IP 192.168.66.30 untuk melihat *log* akses penggunaan komputer secara *realtime*.
5. Hasil pengujian sistem dilakukan pada 5 kondisi penjadwalan dengan jadwal yang sudah ditetapkan pada perancangan sistem dengan keberhasilan masing-masing kondisi sebesar 100% kecuali pada kondisi mahasiswa melakukan shutdown PC sebesar 87.5%.
6. Kendala pada rangkaian USB ketika dihubungkan pada PC untuk menonaktifkan relay menghasilkan keluaran tegangan tidak stabil sehingga dilakukan pengecekan kondisi melalui program perulangan untuk mendapatkan status relay mati dan PC shutdown.
7. Pengujian waktu respon terbagi menjadi 2 bagian yaitu pengujian waktu respon pada perangkat dengan waktu rata-rata sebesar 767,8 ms dan pengujian waktu

respon pada aplikasi dengan waktu rata-rata sebesar 861,35 ms.

6.1 Saran

Saran untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya diantaranya:

1. Implementasi identifikasi RFID dikembangkan dengan kombinasi pengenalan wajah maupun sidik jari sehingga proses validasi data lebih akurat.
2. Penelitian selanjutnya menerapkan dan membahas keamanan RESTful *web service* dengan menggunakan metode JSON Web Token maupun OAUTH 2.0
3. Melakukan penelitian lanjutan menggunakan perangkat mikrokontroler seperti arduino untuk mengetahui perbandingan keluaran tegangan pada saat proses shutdown PC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendi, R. (2012). *Prototipe Sistem Monitoring Penjadwalan Kelas dan Berita Acara Perkuliahan (BAP) Berbasis RFID di Universitas Komputer Indonesia*. Skripsi. Bandung: UNIKOM
- [2] Habsyah, V. (2011). *Aplikasi Sistem Parkir dengan Otomatisasi Pembiayaan Berbasis RFID (Radio Frequency Identification)*. Transmisi, 108-113
- [3] Hamid. (2010). *Pengembangan Sistem Parkir Terkomputerisasi dengan Otomatisasi Pembiayaan Dan Penggunaan RFID sebagai pengenalan Unik Pengguna*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010).
- [4] Latief, M. (2013). *Sistem Identifikasi Radio Frequency Identification (RFID)*. Saintek, Vol 5, No 1.
- [5] Sugeng, W. (2006). *Jaringan Komputer dengan TCP/IP*. Bandung: Informatika
- [6] Rahman, A.M. (2013). *Perancangan dan Implementasi RESTful Web Service untuk Game Sosial Food Merchant Saga pada perangkat Android*. POMITS. Vol.2, No.1