

SISTEM KEAMANAN PINTU LABORATORIUM BERBASIS SENSOR FINGERPRINT DAN MAGNETIC LOCK

Ardhi Wicaksono Santoso^{1,*}, Anindita Suryarasm², Aditya Alvian Nugroho³

^{1,2,3} Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi,

Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹ardhi.wicaksono@ymail.com, ²anindita@ugm.ac.id, ³adhitya.alvian17@gmail.com

Abstrak

Abstrak-- Sistem pintu keamanan di laboratorium biasanya menggunakan kunci konvensional. Departemen Teknik Listrik dan Informatika, Perguruan Tinggi Kejuruan, Universitas Gadjah Mada memiliki 24 laboratorium dan puluhan ruang kelas. Semakin tinggi jumlah laboratorium dan ruang kelas, semakin banyak kunci yang dibutuhkan. Kendala yang dihadapi oleh asisten laboratorium adalah sulitnya menemukan kunci dan kehilangan kunci. Salah satu cara mengatasi masalah di atas membuat sistem penguncian pintu otomatis menggunakan sensor sidik jari. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan dan memfasilitasi akses untuk mengunci ruangan. Sistem ini dibuat menggunakan mikrokontroler sebagai prosesor dan sensor sidik jari. Identitas pengakses laboratorium disimpan dalam memori untuk membuka kunci pintu. Di pintu masuk, pintu kunci magnetik dipasang, yang terhubung ke sistem mikrokontroler. Sistem dapat berjalan seperti yang dimaksudkan dan dapat mendeteksi sidik jari yang tersimpan dalam memori. Sistem dapat mengidentifikasi sidik jari pengguna yang disimpan dalam memori dengan persentase keberhasilan 95% dari total 40 percobaan membuka kunci.

Kata Kunci: Sidik Jari, Kunci Magnetik, Mikrokontroler, Sistem Kunci Pintu, Keamanan

Abstract

Abstract-- The security door system in the laboratory uses conventional locks. The Department of Electrical and Information Engineering, Vocational College, Universitas Gadjah Mada has 24 laboratories and dozens of classrooms. The higher the number of laboratories and classrooms, the more keys are needed. Obstacles that are problematic by laboratory assistants are difficult to find keys and lose keys. One way to overcome the above problem is to create an automatic door locking system using a fingerprint sensor. This system encourages security and facilitates access to activate the room. This system is made using a microcontroller as a processor and fingerprint sensor. The identity of the laboratory access is opened to unlock the door. At the entrance, a magnetic door lock is installed, which is connected to the microcontroller system. The system can run as successful and can be moved with a finger stored in memory. 95% of the total 40 trials were unlocked.

Keywords: Fingerprint, Lock Door Systems, Magnetic Lock, Microcontroller, Security

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin meningkat terutama dibidang elektronika ditandai dengan pesatnya kemajuan yang terjadi dengan diciptakannya peralatan elektronika yang semakin canggih. Banyak keuntungan yang diperoleh dari perkembangan elektronika tersebut,

diantaranya adalah semakin mudahnya manusia dalam menyelesaikan suatu masalah atau melakukan sesuatu sehingga waktu, tenaga, dan biaya dapat digunakan dengan lebih hemat namun efektif. Aktivitas yang bersifat rutin sekarang banyak digantikan oleh peralatan-peralatan yang dirancang secara otomatis, yang dapat bekerja menggantikan tenaga manusia.

Salah satu penerapan teknologi adalah

pengembangan aplikasi rumah/ruang pintar (*smart home/room*) yang dapat memberikan kenyamanan, keamanan dan efisien bagi pengguna. Penambahan teknologi identifikasi dan pelacakan, sensor-sensor, actuator, dan protokol komunikasi dapat menghasilkan sebuah sistem *smartroom/smarthome* (Atzori, dkk., 2010). Rumah/ruang pintar memiliki sistem otomatis untuk mengendalikan peralatan multimedia untuk memantau dan mengaktifkan sistem keamanan. Rumah/ruang pintar tampak "cerdas" karena adanya sistem komputer yang memonitoring banyak aspek pada kegiatan sehari-hari di rumah/ruangan (Bregman, 2010). Rumah pintar yang diintegrasikan dengan *Programmable Logic Controller* (PLC) dapat memberi kemudahan dalam mengendalikan alat-alat elektronik, peralatan listrik, dan lampu (Triawati dan Firman, 2010). Teknologi *smartphone* juga dapat digunakan, dengan cara diintegrasikan dengan sistem tertanam dapat menghasilkan inovasi dalam pengendalian peralatan di dalam rumah secara otomatis. Teknologi ini memungkinkan untuk menghasilkan teknologi pengamanan serta otomasi pada proses membuka dan menutup pintu (Muhira Dzar Faraby, dkk., 2016).

Rumah pintar merupakan tempat tinggal atau hunian yang memanfaatkan jaringan komunikasi yang dihubungkan dengan peralatan listrik untuk mengendalikan dan memonitor secara jarak jauh. Penggunaan teknologi berbasis IP (Internet Protocol) pada rumah pintar memungkinkan pengguna memantau dan mengelola peralatan rumah tangga (lampu). Salah satunya adalah menggunakan perangkat seluler yang terhubung ke Internet Wireless untuk mengakses lingkungan rumah (Kusriyanto dan Putra, 2016).

Rumah pada umumnya menggunakan kunci manual pada pintu sehingga dapat dikatakan tingkat keamanan rumah relatif rendah. Sistem kemandirian pintu menggunakan *smartcard* berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*), diharapkan dapat menjadi alternatif untuk aplikasi kunci listrik pada pintu/ruangan (Hanifah, dkk., 2010). Selain RFID, teknologi akses ke dalam sebuah ruangan bisa menggunakan sidik jari. Dengan menggunakan metode ini akan mengatasi seringnya kehilangan kunci dan kesulitan untuk menemukan kunci yang digunakan untuk membuka ruangan, dikarenakan semakin banyak ruang maka semakin banyak kunci yang

disediakan (Saputra, dkk., 2014).

Fingerprint atau sensor sidik jari adalah salah satu perkembangan teknologi yang memiliki keamanan yang cukup tinggi dimana sidik jari merupakan garis yang terdapat pada guratan garis jari tangan yang sering digunakan untuk keperluan pengenalan identitas seseorang yang bisa diakses oleh orang yang sidik jarinya sudah di-*input* ke dalam *Fingerprint* (Iskandar, dkk., 2017).

Sensor *Fingerprint* adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk menangkap gambar digital dari pola sidik jari, gambar tersebut disebut pemindaian hidup. Pemindaian hidup adalah pemrosesan digital untuk membuat sebuah template biometrik yang disimpan dan digunakan untuk pencocokan. Sensor *Fingerprint* ini memiliki kemampuan pembacaan sidik jari dengan tingkat sensitivitas yang tinggi baik dalam keadaan basah maupun kering. Selain itu alat ini memiliki kecepatan tinggi saat melakukan sistem pemindaian, pencarian dan perbandingan pola sidik jari (Saiful, 2016).

Sidik jari merupakan identitas pribadi yang tidak mungkin ada yang menyamainya. Sifat-sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh sidik jari adalah *perennial nature* yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada manusia seumur hidup, *immutability* yang berarti bahwa sidik jari seseorang tak akan pernah berubah kecuali sebuah kondisi yaitu terjadi kecelakaan yang serius sehingga mengubah pola sidik jari yang ada dan *individuality* yang berarti keunikan sidik jari merupakan originalitas pemilikinya yang tak mungkin sama dengan siapapun di muka bumi ini sekali pun pada seorang yang kembar identik (Sinaga dan Tamba, 2013). Pada sistem keamanan yang menggunakan *Fingerprint*, memiliki tingkat kesulitan lebih rendah jika dibandingkan dengan tingkat kesulitan apabila menggunakan *password* (Hugh, 2011).

Departemen Teknik Elektro dan Informatika (TEDI), Sekolah Vokasi, UGM adalah salah satu departemen yang mengelola banyak program studi. Departemen ini memiliki sarana dan prasarana kelas serta laboratorium yang banyak untuk menjalankan kegiatan belajar mengajar. Jumlah layanan laboratotium di departemen ini lebih dari 20 layanan yang terbagi di 2 lokasi. Sehingga perlu pengelolaan dan pengawasan yang baik untuk menjaga kelancaran kegiatan belajar mengajar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada

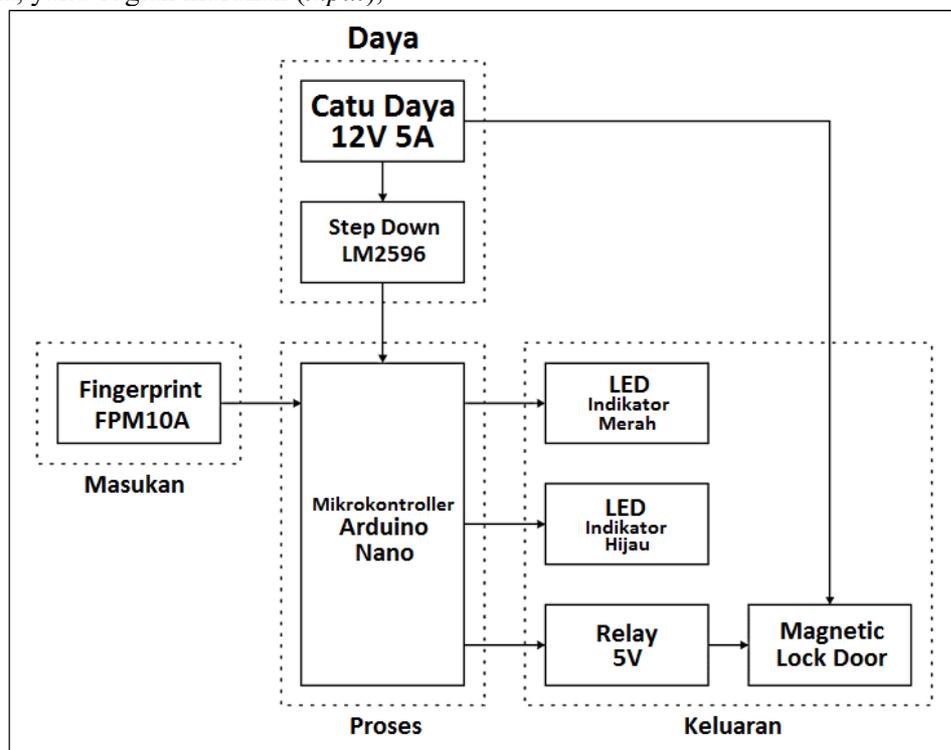
naskah ini akan dipaparkan perancangan sistem keamanan pintu berbasis sensor *Fingerprint* yang diimplementasikan di layanan laboratorium di departemen TEDI, Sekolah Vokasi, UGM. Teknologi ini diharapkan dapat memudahkan pengguna laboratorium dalam membuka pintu ruangan tanpa harus mencari kunci, dan keamanan ruanganpun lebih terjamin karena hanya yang sidik jarinya terdaftar saja.

II. METODE

Pada bagian ini akan dipaparkan perancangan sistem pengaman pintu berbasis sensor *Fingerprint*. Sistem terdiri dari empat bagian utama, yaitu bagian masukan (*input*),

pemroses, keluaran (*output*) dan bagian catu daya. Secara keseluruhan bagian sistem ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada bagian *input* terdapat sensor *Fingerprint* FPM10A yang digunakan sebagai pendeteksi sidik jari. Pendeteksian sidik jari dilakukan secara elektronik kemudian hasil deteksi disimpan dalam bentuk format digital. Data digital dalam bentuk pola fitur jari tersebut kemudian disimpan dalam memori penyimpanan dalam bentuk ID sidik jari. Data ID sidik jari inilah yang kemudian diambil melalui komunikasi serial oleh pemroses sebagai *input* sistem.



Gambar 1. Bagian Sistem Pengaman Pintu Berbasis Sensor *Fingerprint*

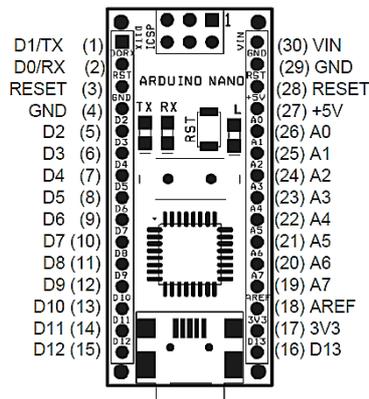
Pada sistem yang dirancang pemrosesan dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano. Mikrokontroler ini menggunakan IC ATmega 328 yang memiliki kapasitas *flash memory* sebesar 32 Mbyte dengan kecepatan *clock* 16 MHz dengan spesifikasi lainnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Pada sistem yang dirancang, digunakan pin digital yang berfungsi sebagai *input* dan *output*. Pada Gambar 2 ditunjukkan skema *pinout* dari Arduino Nano secara keseluruhan.

Pada sistem pin digital yang digunakan 7 pin digital, 4 pin sebagai *input* dan 3 pin sebagai *output* sistem. Pada Tabel 2 ditunjukkan penggunaan pin digital pada Arduino Nano untuk perancangan sistem.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Nano (Arduino Nano User Manual, 2008)

No	Unit	Spesifikasi
1	Tegangan kerja	5 Volt
2	Tegangan masukan	Optimal 7-12 Volt
3	Minimum: 6 V	Maksimum: 20 V
4	Digital pin I/O	Pin digital D0-D13
5	Analog pin	8 pin analog A0-A7
6	Arus maksimum	40mA
7	Flash Memory	32 Mbyte
8	SRAM	1kbyte
9	EEPROM	1kbyte (Atmega328)
10	Kecepatan <i>clock</i>	16MHz
11	Ukuran board, berat	4,5x18 mm; 5gram



Gambar 2. Skema Pinout Arduino Uno (Arduino Nano User Manual, 2008)

Tabel 2. Penggunaan Pin Digital pada Arduino Nano

No	Pin	Fungsi
1	D2	Pin TX Sensor <i>Fingerprint</i>
2	D3	Pin RX Sensor <i>Fingerprint</i>
3	D4	Output <i>Magnetic Lock</i>
4	D5	Input <i>Limit switch (Autolock)</i>
5	D6	Input <i>Switch (Buka Manual)</i>
6	D7, D8	Indikator LED Output

Pin D2 dan D3 merupakan pin yang dihubungkan pada sensor *Fingerprint*. Pin D4 digunakan mmengubah kondisi *relay* yang terhubung dengan *Magnetic Lock* untuk mengaktifkan magnet (kunci aktif) dan menonaktifkan magnet (kunci terbuka). Pin D5 digunakan untuk menerima *input* kondisi *limit switch* sebagai pengunci otomatis ketika pintu tertutup. Pin D6 digunakan untuk menerima *input* dari tombol *switch* untuk membuka pintu secara manual dari dalam Lab. Sedangkan pin D7 dan D8, masing-masing untuk mengaktifkan indikator LED warna merah (kunci aktif) dan LED warna hijau (kunci terbuka).

Perangkat keras yang disusun kemudian diantarmuka dengan *software* melalui pemrograman di Arduino Nano. Pemrograman pada Arduino Nano menggunakan *library* sebagai antarmuka sensor *Fingerprint*, alur program pada Arduino Nano ditunjukkan pada Gambar 3.

Pertama kali sistem akan menginisialisasi variabel yang digunakan termasuk *Library Fingerprint* yang digunakan sebagai antarmuka sensor *Fingerprint* dengan mikrokontroler Arduino Nano. Inisialisasi membuat kondisi LED merah menyala dan *Relay* aktif yang menyebabkan *Magnetic Lock* bekerja (terkunci) dan sistem berada pada posisi *Idle*.

Saat posisi *idle* sistem akan menunggu *input*. *Input* dapat berasal dari tombol manual untuk membuka pintu yang terletak di dalam Lab, ataupun *input* yang berasal dari data sidik

jari yang dideteksi oleh sensor *Fingerprint* yang berada di luar Lab.

Saat ada *input* dari tombol manual maka Arduino Nano akan mengirimkan sinyal ke *relay* yang menonaktifkan *Magnetic Lock* (terbuka). Setelah *Magnetic Lock* terbuka, maka sistem kembali *idle*, sampai pintu tertutup (*limit switch* terpicu).

Saat tombol manual tidak ditekan, maka sistem akan *Idle* dan menunggu ada *input*. Saat ada *input* dari sensor *Fingerprint* maka sidik jari yang terdeteksi akan dibaca apakah ID sidik jari dikenali (terdaftar) atau tidak. Apabila sidik jari dikenali, maka Arduino Nano akan mengirimkan sinyal ke *relay* yang akan menonaktifkan *Magnetic Lock* (terbuka). *Magnetic Lock* akan otomatis terkunci, apabila pintu tertutup (*limit switch* terpicu). Dari perancangan sistem yang dilakukan, kemudian dilakukan implementasi dan pengujian sistem yang dijelaskan pada bagian Hasil dan Pembahasan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dipaparkan implementasi sistem dan hasil pengujian sistem yang dirancang. Hal ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem yang dirancang. Sistem yang dirancang, diimplementasikan di ruang Laboratorium Instrumentasi (S2.01) Gedung Herman Yohanes, Sekip III, Sekolah Vokasi, UGM.

Implementasi Sistem

Sistem diimplementasikan pada akses pintu masuk / keluar laboratorium instrumentasi yang berada di dalam ruangan S2.01. Pintu yang terpasang di ruangan merupakan jenis pintu geser. Pada Gambar 4 ditunjukkan implementasi sistem di sisi luar lab yang terdiri dari sensor *Fingerprint* yang dilengkapi dengan indikator LED merah penanda pintu terkunci dan LED hijau penanda pintu tidak terkunci. Sedangkan pada Gambar 5 ditunjukkan implementasi sistem di sisi dalam lab yang terdiri dari tombol pembuka kunci secara manual dan juga LED indikator warna merah dan hijau sebagai penanda pintu terkunci atau tidak terkunci.

Pada Gambar 4, posisi sensor *fingerprint* diletakkan di sebelah kiri (bagian dilingkari) sisi luar pintu Lab, hal ini bertujuan untuk membatasi akses masuk ke Lab. Sedangkan pada Gambar 5 ditunjukkan sisi dalam pintu Lab dan terdapat sebuah tombol (bagian dilingkari) untuk membuka kunci pintu untuk

akses keluar dari dalam Lab.

Pada sisi pintu di dalam Lab, pintu akan secara otomatis terkunci apabila pintu tertutup. Implementasi dari pengaman pintu dan pengunci pintu ditunjukkan pada Gambar 6.

Sistem pengaman pintu dipasang *magnetic lock* (segi empat) yang dihubungkan ke dalam sistem. Sistem kunci otomatis dibuat dengan menambahkan *limit switch* (lingkaran) atau saklar yang bekerja ketika pintu tertutup sempurna. Tombol buka kunci manual ditambahkan untuk akses keluar dari Lab.

Pengujian Sistem

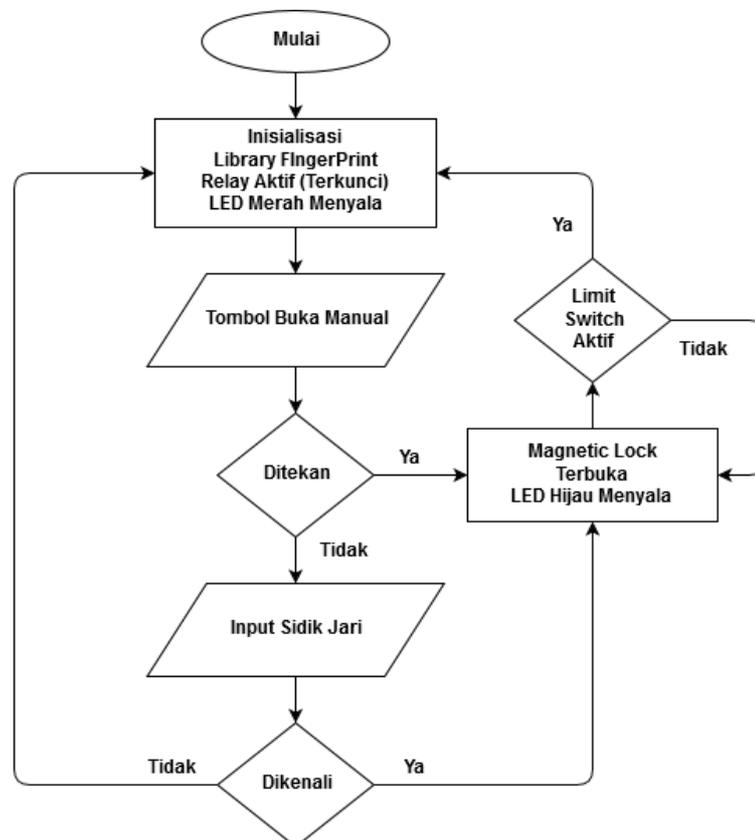
Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap sistem yang diimplementasi. Pengujian dilakukan dengan melakukan percobaan membuka kunci sebanyak 20 kali. Percobaan dilakukan dengan mencoba mevariasikan posisi jari di sensor *Fingerprint* untuk setiap tangan. Sehingga dilakukan 40 kali percobaan membuka kunci dengan *input* sensor *Fingerprint* dari luar Lab seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Selanjutnya dilakukan juga 20 kali percobaan membuka kunci menggunakan tombol manual dari dalam Lab seperti ditunjukkan pada Gambar 8 yang bertujuan menguji kinerja sistem.

Pada Tabel 3 ditunjukkan pengujian sistem kunci pintu dengan *input* sidik jari menggunakan ibu jari tangan kanan dan pada Tabel 4 merupakan pengujian menggunakan ibu jari tangan kiri.

Berdasarkan data pada Tabel 3 dan 4 terdapat kegagalan dalam mendeteksi sidik jari. Berdasarkan dokumentasi yang dilakukan, Pada Gambar 9 dan 10 ditunjukkan kegagalan membuka kunci dan berdasarkan penempatan jari pada sensor *Fingerprint* untuk jari tangan kanan dan tangan kiri.

Berdasarkan Gambar 9 dan 10 dapat diketahui bahwa tidak sempurnanya posisi jari pada sensor dapat mempengaruhi pembacaan sidik jari.

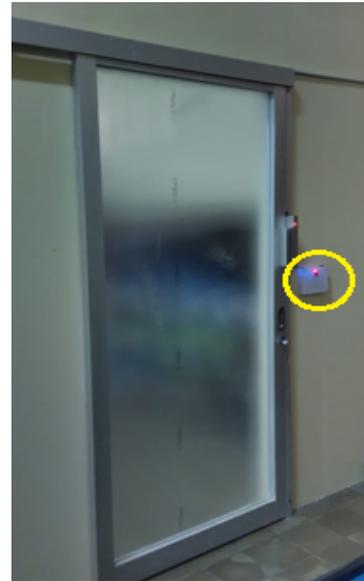
Pengujian selanjutnya adalah menguji tombol kunci manual. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali percobaan membuka kunci. Pada Tabel 5 ditunjukkan hasil percobaan membuka kunci manual.



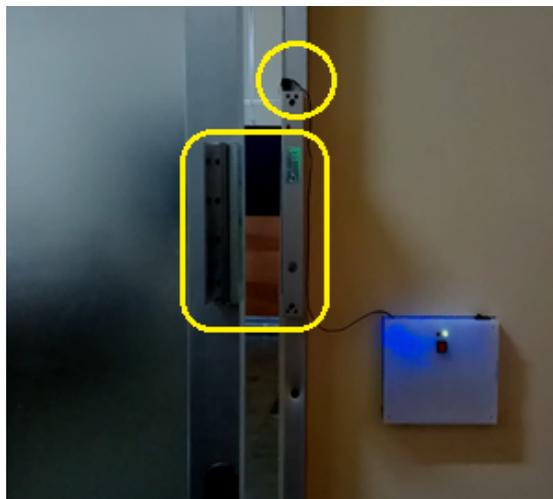
Gambar 3. Flowchart Pemrograman Arduino Nano



Gambar 4. Implementasi di Sisi Luar Lab



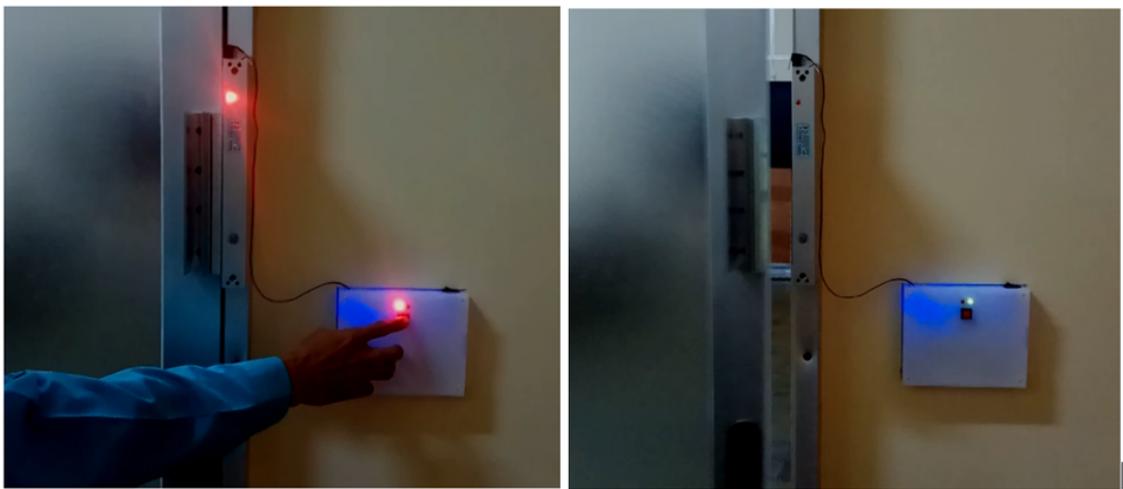
Gambar 5. Implementasi di Sisi Dalam Lab



Gambar 6. Implementasi saklar manual dan kunci otomatis



Gambar 7. Pengujian Kunci dengan *Input* Sidik Jari



Gambar 8. Pengujian Kunci Manual



Gambar 9. Kegagalan Membuka Kunci pada Jari Tangan Kanan



Gambar 10. Kegagalan Membuka Kunci pada Jari Tangan Kiri

Tabel 3. Pengujian Sistem dengan Ibu Jari Tangan Kanan

<i>Percobaan ke-</i>	<i>Deteksi Jari</i>	<i>Kunci</i>
1	Terdeteksi	Terbuka
2	Terdeteksi	Terbuka
3	Terdeteksi	Terbuka
4	Terdeteksi	Terbuka
5	Terdeteksi	Terbuka
6	Terdeteksi	Terbuka
7	Terdeteksi	Terbuka
8	Terdeteksi	Terbuka
9	Terdeteksi	Terbuka
10	Terdeteksi	Terbuka
11	Terdeteksi	Terbuka
12	Terdeteksi	Terbuka
13	Terdeteksi	Terbuka
14	Tidak Terdeteksi	Terkunci
15	Terdeteksi	Terbuka
16	Terdeteksi	Terbuka
17	Terdeteksi	Terbuka
18	Terdeteksi	Terbuka
19	Terdeteksi	Terbuka
20	Terdeteksi	Terbuka

Tabel 4. Pengujian Sistem dengan Ibu Jari Tangan Kiri

<i>Percobaan ke-</i>	<i>Deteksi Jari</i>	<i>Kunci</i>
1	Terdeteksi	Terbuka
2	Terdeteksi	Terbuka
3	Terdeteksi	Terbuka
4	Terdeteksi	Terbuka
5	Terdeteksi	Terbuka
6	Tidak Terdeteksi	Terkunci
7	Terdeteksi	Terbuka
8	Terdeteksi	Terbuka
9	Terdeteksi	Terbuka
10	Terdeteksi	Terbuka
11	Terdeteksi	Terbuka
12	Terdeteksi	Terbuka
13	Tidak Terdeteksi	Terkunci
14	Terdeteksi	Terbuka
15	Terdeteksi	Terbuka
16	Terdeteksi	Terbuka
17	Terdeteksi	Terbuka
18	Terdeteksi	Terbuka
19	Terdeteksi	Terbuka
20	Terdeteksi	Terbuka

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada pembukaan kunci dengan tombol manual, tombol bisa bekerja dengan maksimal. Dari keseluruhan percobaan dapat diketahui bahwa sistem dapat berfungsi sesuai yang diharapkan. Performa sistem ketika beroperasi menggunakan *input* sidik jari tangan kanan memiliki tingkat

keberhasilan sebesar 95%, 90% ketika menggunakan jari tangan kiri dan 100% ketika beroperasi menggunakan tombol manual. Sehingga secara keseluruhan sistem memiliki rata-rata keberhasilan 95% dan tingkat kegagalan 5 %.

Tabel 5. Pengujian Kunci Pengaman dengan Tombol Manual

<i>Percobaan ke-</i>	<i>Kunci</i>
1	Terbuka
2	Terbuka
3	Terbuka
4	Terbuka
5	Terbuka
6	Terbuka
7	Terbuka
8	Terbuka
9	Terbuka
10	Terbuka
11	Terbuka
12	Terbuka
13	Terbuka
14	Terbuka
15	Terbuka
16	Terbuka
17	Terbuka
18	Terbuka
19	Terbuka
20	Terbuka

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Sistem keamanan pintu berbasis sensor *Fingerprint* telah berhasil dirancang dan diimplementasikan pada Lab. Instrumentasi, Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, UGM. Sensor *Fingerprint* mampu mendeteksi sidik jari pengguna untuk mengakses pintu Laboratorium. Sistem pengunci dibangun menggunakan *Magnetic Lock* dengan dilengkapi sistem pengunci otomatis ketika pintu ditutup serta dilengkapi pembuka kunci manual dari sisi dalam Laboratorium. Sistem secara keseluruhan memiliki rata-rata keberhasilan 95% dan tingkat kegagalan 5 % dalam pembacaan sidik jari. Sedangkan pada sistem pembukaan kunci manual memiliki keberhasilan 100%.

Saran

Pengembangan sistem dengan mengintegrasikan dengan jaringan listrik untuk mengatur fungsi

fasilitas di dalam ruangan untuk mewujudkan konsep *smartroom* di lingkungan pendidikan.

Ucapan Terima Kasih

Para penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan pendanaan Skema Penelitian Kompetitif yang diberikan oleh Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.

Jurusan Teknik Informatika, STMIK Raharja, Tangerang, Banten.

Sinaga, T. dan Tamba, T., 2013, Sistem Presensi dengan Metode Sidik Jari Menggunakan Sensor Fingerprint dengan Tampilan PC, *Jurnal Sainia Fisika*, Universitas Sumatera Utara. Volume. 1 Nomor. 1.

Triawati, E. dan Firman A, 2010. Perancangan Smart Home Berbasis Programmable Logic Controller. Universitas Gunadarma, Depok

V. DAFTAR PUSTAKA

- Arduino Nano User Manual, 2008, Retrieved from
<https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf>
- Atzori, L., Iera, A., Morabito, G., 2010, "The Internet of Things: A survey", *Computer Networks*, Vol. 54(15), pp. 2787-2805.
- Bregman, D., 2010, "Smart Home Intelligence – The eHome that Learns", *International Journal of Smart Home*, Vol. 4. pp 35-46
- Faraby, M. D., Ishak, Rukiah, Setiawan, 2016, *Jurnal Teknologi Terapan*, Politeknik Negeri Indramayu, Vol. 2, No. 2
- Hanifah, A., Setiawan, I., Darjat, 2010, *Aplikasi Smart Card Sebagai Pengunci Elektronik Pada Smart Home*, Universitas Diponegoro. Semarang
- Hugh, W., 2011, Using Fingerprint Authentication to Reduce System Security, *Internasional Journal of Advancement in Research and Technology*, ISSN 2375-1207.
- Iskandar, A., Muhajirin, Lisah, 2017, Sistem Keamanan Pintu Berbasis Arduino Mega. *Jurnal Informatika Upgris*, Jurusan Teknik Informatika, STMK AKBA. Vol.3, No. 2.
- Kusriyanto, M. and B. D. Putra, 2016, "Smart home using local area network (LAN) based arduino mega 2560," *2016 2nd International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, Yogyakarta, pp. 127-131.
- Saiful, M. A., 2016, Sistem Pengaman Pintu Rumah Menggunakan Fingerprint Scanner Berbasis Mikrokontroler, Tugas Akhir, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Saputra, D., Masud, A., H. Ramadhan, M. Fitriani, D., 2014, Akses Kontrol Ruang Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328P. *Jurnal*,