

PENGEMBANGAN SISTEM *E-VOTING* DENGAN PROTOKOL *TWO CENTRAL FACILITIES* MENGGUNAKAN *FINGERPRINT* SEBAGAI OTENTIKASI VOTER

Muhammad Ilyas Sikki, Sugi Guritman and Hendra Rahmawan

Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga 16680

E-mail: muhammad_ilyas_sikki@yahoo.com

Abstract

The e-voting system which developed using two central facilities protokol consist of three component that is voting machine as client for interaction with voter, central legitimization agency (CLA) as server voter authentication, and central tabulating facility (CTF) as server for result recapitulation voter vote count. Research in this paper just focused to voter authentication process on voting machine toward *database* of voter that stored in CLA with using *fingerprint* biometric technology. *Fingerprint* biometric technology used for voter registration process, voter verification process, and voter authentication process who will doing election. Registration process for acquiring voter *fingerprint* image *database*, verification process to be sure voter *database* can be verificated or not, and authentication process for voter authorization who can be permitted or not by system give of vote in election.

Keywords: *E-voting, voter, authentication, fingerprint*

Abstrak

Sistem *e-voting* yang dikembangkan menggunakan dua fasilitas pusat Protokol terdiri dari tiga komponen yang suara mesin sebagai klien untuk berinteraksi dengan pemilih, lembaga legitimasi pusat (LLP) sebagai server otentikasi pemilih, dan fasilitas tabulasi pusat (FTP) sebagai server untuk hasil rekapitulasi penghitungan suara pemilih. Penelitian dalam makalah ini hanya difokuskan untuk proses otentikasi pemilih pada mesin *voting* terhadap *database* pemilih yang disimpan dalam PKB dengan menggunakan sidik jari teknologi biometrik. Teknologi biometrik sidik jari yang digunakan untuk proses otentikasi proses pendaftaran pemilih, proses verifikasi pemilih, dan pemilih yang akan melakukan pemilihan. Proses pendaftaran untuk mendapatkan pemilih *database* gambar sidik jari, proses verifikasi untuk memastikan basis data pemilih dapat diverifikasi atau tidak, dan proses otentikasi untuk otorisasi pemilih yang dapat diizinkan atau tidak oleh sistem memberi suara dalam pemilu.

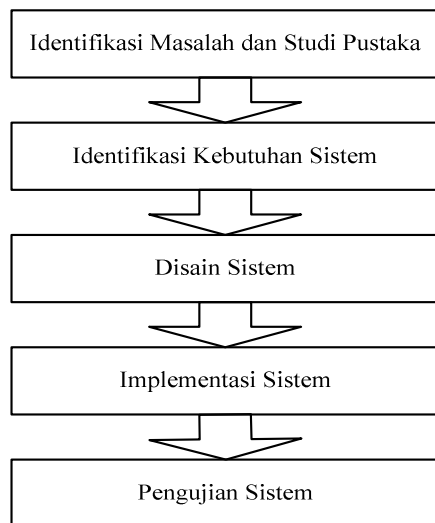
Kata kunci: *E-voting, pemilih, otentikasi, sidik jari*

1. Pendahuluan

Pemilihan umum (Pemilu) disebut juga dengan “*Political Market*” (Dr. Indria Samego), artinya bahwa pemilu adalah pasar politik tempat individu/masyarakat berinteraksi untuk melakukan kontrak sosial (perjanjian masyarakat), antara peserta pemilu (partai politik) dengan pemilih (rakyat) yang memiliki hak pilih setelah terlebih dahulu melakukan serangkaian aktivitas politik yang meliputi kampanye, iklan politik melalui media massa cetak, audio (radio) maupun audio visual (televisi) serta media lainnya seperti spanduk, pamflet, selebaran bahkan komunikasi antar pribadi yang berbentuk *face to face* (tatap muka) atau lobi-lobi yang berisi penyampaian pesan mengenai program, platform, asas, ideologi serta janji-janji politik lainnya, guna meyakinkan pemilih sehingga pada penco-

blosan dapat menentukan pilihannya terhadap salah satu partai politik yang menjadi peserta pemilu untuk mewakilinya dalam badan legislatif maupun eksekutif.

Sepanjang sejarah Indonesia, telah diselenggarakan 10 kali pemilu dimana sistem pemilu yang digunakan selama ini adalah cara penyoblosan atau penyontrengan. Cara konvensional seperti ini ternyata dapat menimbulkan masalah seperti pemilih ganda, penggelembungan suara dan kesalahan lainnya serta lamanya waktu rakapitulasi suara. Untuk mengatasi hal tersebut, solusi yang dapat dilakukan adalah pengembangan *electronic voting (e-voting)* melalui sistem pemilu secara *online* yang dibangun menggunakan suatu protokol yang aman dan memenuhi standar *secure voting requirements* menurut paparan [1]. Protokol yang dapat memenuhi sebagian standar kriteria *secure voting requirements*



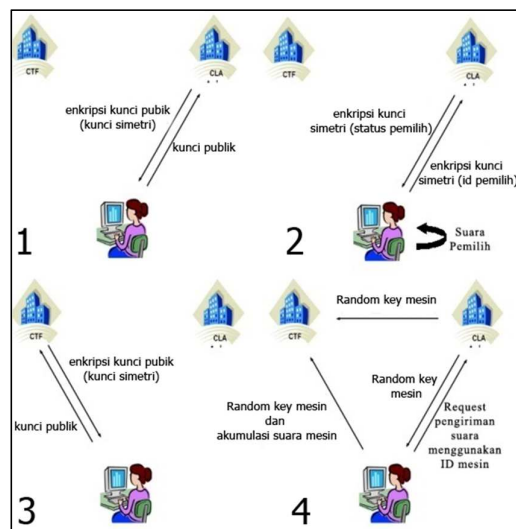
Gambar 1. Alur Proses Penelitian

adalah *Two Central Facilities Protocol*, dimana terdiri dari *Central Legitimization Agency (CLA)* untuk pengesahan pemilih dan *Central Tabulating Facility (CTF)* untuk perhitungan suara [1].

Penelitian [2] telah memberikan pemaparan tentang sistem pemilu *online*. Dalam pemaparan tersebut menjelaskan persyaratan untuk desain protokol dan asumsi-asumsi dalam implementasi pemilu secara *online*, komponen-komponen yang terkait, fungsi dari CLA dan CTF serta mendeskripsikan protokol proses interaksi antara CLA dan CTF. [3] mengembangkan protokol keamanan pemilihan untuk *secure online voting* dengan menggunakan protokol *Two Central Facilities* yang mengimplementasikan pengembangan CLA dan CTF untuk menghasilkan pemilu virtual yang aman dengan mengkombinasikan kunci publik/simetri dan fungsi *hashing*.

Penelitian yang dilakukan oleh [4] mencoba mengembangkan sistem *online voting* pada IPB dengan berbasis protokol *Two Central Facilities (CTF)* yang hanya memanfaatkan jaringan sebatas cakupan satu departemen di IPB, dan penelitian yang dilakukan oleh [5] dengan pengembangan desain *e-voting* pilkada Kota Bogor menggunakan protokol *Two Central Facilities*, dimana sistem otentikasi pada *Voter* menggunakan media *smart card*, tetapi jika diimplementasikan masih memiliki kelemahan misalnya pemilih yang datang saat pemungutan suara memungkinkan bukan pemilik kartu yang sah. Oleh karena itu dikembangkan dengan menggunakan sidik jari untuk otentikasi pemilih.

Penelitian ini bertujuan untuk pengembangan protokol keamanan sistem otentikasi *voter* pada CLA dengan protokol *Two Central Facilities* dan otentikasi *voter* pada mesin *voting* menggunakan



Gambar 2. Skema e-voting Two Central Facilities

fingerprint untuk implementasi sistem pemilu yang diselenggarakan secara *online*.

2. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan adalah model alur proses yang dapat diperlihatkan pada Gambar 1.

3. Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Masalah dan Studi Pustaka

Identifikasi masalah dilakukan dengan cara mencari informasi baik secara langsung melalui diskusi dan wawancara dengan pihak KPU maupun secara tidak langsung melalui media massa. Dengan banyaknya permasalahan yang timbul, maka gagasan untuk melaksanakan pemilihan umum dengan memanfaatkan perkembangan teknologi yang ada khususnya teknologi elektronik dan berbasis *web (online voting)* diperlukan. Penelitian yang telah dilakukan oleh [5] mencoba mengembangkan sistem *e-voting (online voting)* untuk memberikan alternatif solusi pemecahan atas permasalahan-permasalahan yang mungkin timbul dalam penyelenggaraan pemilu secara konvensional di Indonesia selama ini. Dalam penelitiannya, mengembangkan protokol *e-voting Two Central Facilities* untuk proses otentikasi pemilih menggunakan *mifare card reader (smart card)* sebagai media *Personal Identity (ID)* bagi pemilih yang akan melakukan proses pemberian suara pada penyelenggaraan pemilu. Skema *e-voting* yang dikembangkan [5] dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil dari penelitian [5] ini jika diterapkan masih memungkinkan adanya kecurangan atau per-

masalah dilapangan pada saat pelaksanaan pemilihan (pemungutan suara). Permasalahan-permasalahan yang mungkin timbul tersebut adalah: 1) Kurang terjaminnya keabsahan pemilih yang akan memberikan suara; 2) Pemilih yang akan memberikan suaranya masih memungkinkan berpura-pura menjadi pemilih yang lain; 3) Pemilih yang tidak sah dan belum memenuhi persyaratan sebagai warga negara yang memiliki hak untuk memilih masih memungkinkan memberikan suaranya; 4) Pemilih yang berhak memilih masih memungkinkan menipiskan kartunya atau mewakili kepada orang lain untuk memberikan suaranya.

Dengan permasalahan-permasalahan tersebut di atas, dapat dieliminir dengan pemanfaatan sidik jari sebagai otentikasi pemilih saat pemungutan suara.

Identifikasi Kebutuhan Sistem

Kebutuhan sistem untuk proses otentikasi pemilih menggunakan mesin *fingerprint scanner*, dimana proses otentikasi ini berlangsung pada komunikasi antara mesin *voting* dengan *server CLA* sehingga pemilih yang bersangkutan yang harus memberikan suaranya dan tidak memungkinkan akan diwakilkan atau digantikan dengan orang lain dalam proses pemungutan suara.

Hal yang perlu juga diperhatikan dalam pengembangan sistem *e-voting* adalah spesifikasi dari kebutuhan sistem. Secara umum sistem otentikasi *voter* yang dibangun dapat memenuhi spesifikasi sebagai berikut : 1) sistem mampu memfasilitasi

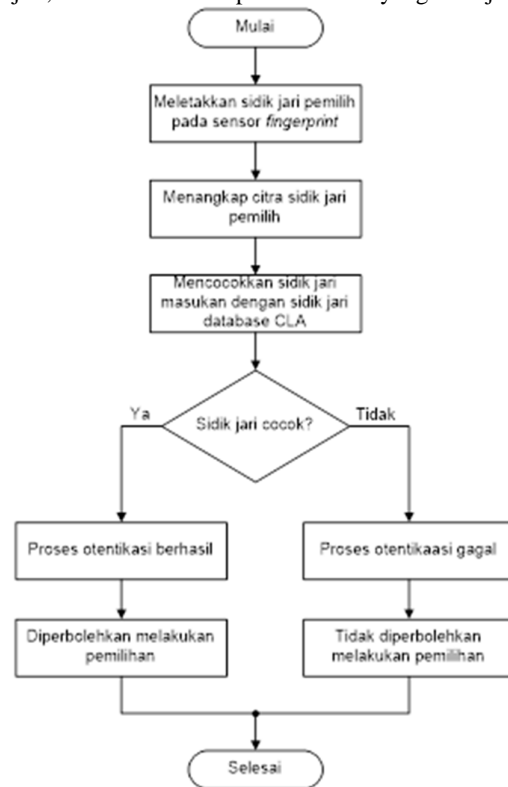


Gambar 4. Diagram alir proses registrasi pemilih

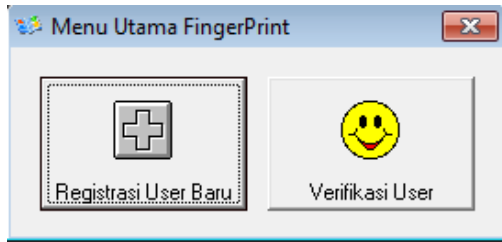
proses pemilu yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia; 2) sistem mampu melakukan verifikasi data pemilih (*voter*) dan mencatat status pemilih apakah telah melakukan proses pemungutan suara atau belum; 3) hanya sidik jari pemilih yang terdaftar pada sistem yang diizinkan melakukan pemilihan; 4) pemilih dapat memasukkan pilihannya ke dalam sistem, dimana seorang pemilih hanya berhak melakukan pemungutan suara sebanyak satu kali; 5) setiap pemilih yang telah melakukan pemilihan tidak dapat melakukan pemilihan lagi; 6) tidak boleh memberikan lebih dari satu kali suara; 7) tidak ada yang bisa mengubah pilihan orang lain; 8) setiap pemilih dapat memastikan bahwa suara mereka sudah dikirimkan dan terhitung dalam penghitungan akhir.

Desain Sistem

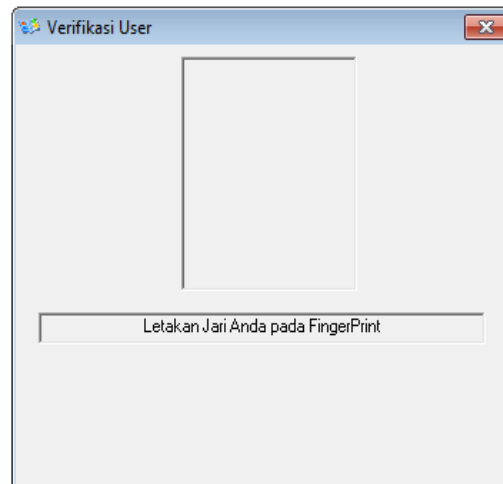
Perancangan yang dikembangkan dari sistem *e-voting* ini dengan protokol *two central facilities* menggunakan *fingerprint* (sidik jari) meliputi proses registrasi *database* pemilih dan proses otentikasi pemilih. Diagram alir proses registrasi *database* sidik jari pemilih dapat dilihat pada Gambar 3. Pada proses ini, data masukan sidik jari yang didapat dari hasil akuisisi oleh mesin sensor sidik jari, akan melalui tahapan verifikasi yang selanjut-



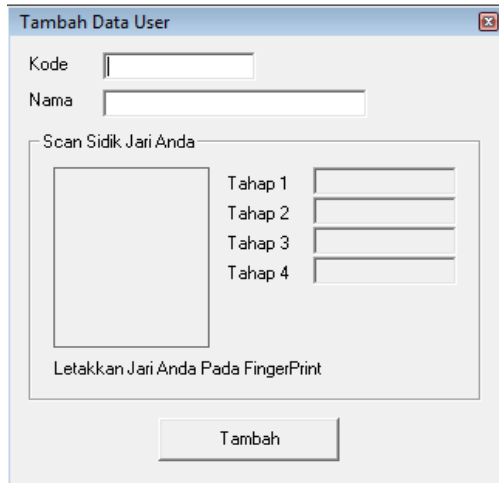
Gambar 3. Diagram alir proses otentikasi pemilih



Gambar 5. Menu utama fingerprint



Gambar 6. Menu verifikasi pemilih



Gambar 7. Menu registrasi pemilih

nya saat data telah dikenali dilanjutkan meregistrasi data tersebut ke *database*.

Proses otentikasi pemilih merupakan proses membandingkan sidik jari yang dicocokkan satu-satu dimana setiap sidik jari masukan dibandingkan dengan satu *template* sidik jari tertentu yang tersimpan dalam *database* pada *server* CLA. Keluaran dari program ini adalah keputusan apakah proses otentikasi pemilih berhasil atau gagal. Jika proses otentikasi berhasil maka pemilih akan langsung diarahkan ke halaman kotak suara untuk memilih kandidat yang diinginkan. Diagram alir proses otentikasi pemilih dapat dilihat pada Gambar 4.

Implementasi Sistem

Aplikasi yang digunakan dalam implementasi sistem untuk proses registrasi dan proses otentikasi pemilih yang mendukung mesin *fingerprint scanner* menggunakan bahasa pemrograman visual basic 6.0 (VB6).

Proses Registrasi Pemilih

Proses registrasi ini dilakukan dengan pengambilan citra sidik jari dari pemilih yang telah memenuhi persyaratan untuk berhak memilih dalam pemilu

sesuai dengan undang-undang yang berlaku. Pengambilan citra sidik jari dilakukan dengan menempelkan sidik jari pada sensor mesin *fingerprint scanner* U are. U4500. Menu utama *fingerprint* untuk proses awal ke menu registrasi pemilih dan verifikasi data citra sidik jari pemilih yang telah diambil diperlihatkan pada Gambar 5. Sedangkan Gambar 6 dan Gambar 7 memperlihatkan menu registrasi pemilih untuk proses pengambilan citra sidik jari pemilih yang akan disimpan ke *database* dan menu verifikasi pemilih untuk proses verifikasi pemilih yang telah diambil (direkam) citra sidik jarinya sebagai pengaktifan sidik jari pemilih agar dapat digunakan dalam proses otentikasi saat akan dilakukan pemilihan.

Pada proses registrasi sidik jari pemilih, sebelum pengambilan citra sidik jari pemilih diawali dengan memasukkan Kode dan Nama/NIK pemilih sebagai identitas pemilih. Terdapat 4 tahap proses pengambilan citra sidik jari dimana setiap tahap mesin *fingerprint scanner* membaca sidik jari pemilih, secara otomatis aplikasi dari mesin akan mengaktifkan sensor pembaca. Setelah data berhasil didapat maka sensor pembaca dari mesin *fingerprint scanner* U are.U4500 akan tidak aktif lagi, data yang diperoleh pada ke empat tahap pembacaan tersebut akan dicocokkan satu sama lain dan hasil akuisisi data dalam kondisi bagus, tahap selanjutnya akan disimpan kedalam *database*. Proses pengambilan registrasi citra sidik jari pemilih ditunjukkan pada Gambar 8.

Gambar 9 memperlihatkan proses verifikasi data sidik jari pemilih yang telah diambil (terekam ke dalam *database*) untuk memastikan apakah sidik jari tersebut dapat diaktifkan dan digunakan dalam proses otentikasi pemilih pada proses pemilihan. Sedangkan Gambar 10 memperlihatkan bahwa



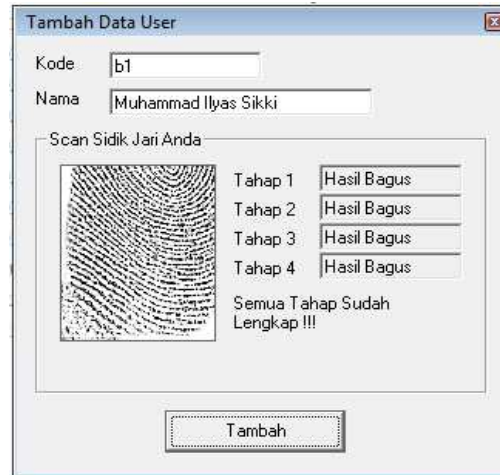
Gambar 9. Proses verifikasi gagal

proses verifikasi pemilih yang gagal karena data sidik jari pemilih yang bersangkutan tidak terdaftar.

Proses Otentikasi Pemilih

Proses otentikasi ini dilakukan sebagai langkah awal sebelum pemilih yang memenuhi persyaratan dan berhak melakukan pemilihan suara diperkenankan memberikan pilihannya. Pada proses ini juga dilakukan untuk memastikan bahwa hanya pemilih yang sudah terdaftar pada *database* sistem yang diperbolehkan memberikan suaranya. Halaman antarmuka untuk login proses otentikasi pemilih dapat ditunjukkan pada Gambar 11. Setiap pemilih agar dapat masuk ke halaman surat suara pada sistem *evoting* untuk memberikan pilihannya terlebih dahulu harus melakukan login pada menu halaman *voting client* sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 11. Tahap awal untuk proses otentikasi pemilih dimana pemilih yang akan melakukan pemilihan meletakkan sidik jarinya pada sensor mesin *fingerprint* yang sudah terkoneksi dengan mesin *voting* yang digunakan.

Setelah pemilih menempelkan sidik jarinya pada mesin *fingerprint scanner*, maka aplikasi dari mesin *fingerprint scanner* akan mengaktifkan sensor secara otomatis untuk membaca dan menangkap citra sidik jari pemilih yang bersangkutan. Selanjutnya citra sidik jari tersebut sebagai masukan oleh sistem yang akan dicocokkan dengan sidik jari pada *database* yang telah diambil dan disimpan saat proses registrasi pemilih untuk proses otentikasi pemilih. Proses selanjutnya, sistem melakukan proses otentikasi pemilih dan apabila sidik jari pemilih dikenal oleh sistem maka sistem akan membuka halaman surat suara sehingga pemilih diperbolehkan melakukan pemilihan. Sebaliknya, apabila



Gambar 8. Proses registrasi sidik jari pemilih

la sistem tidak mengenal sidik jari yang sedang diotentikasi maka sistem tidak membuka halaman surat suara sehingga pemilih tidak bisa melakukan pemilihan. Proses otentikasi terhadap sidik jari pemilih yang dikenal dan tidak dikenal oleh sistem ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13.

Pengujian Sistem

Pengujian terhadap sistem *e-voting* ini yang difokuskan pada pemanfaatan sidik jari untuk otentikasi pemilih dalam pemilu dilakukan menggunakan *blackbox testing*. Pengujian yang dilakukan meliputi tahapan sebagai berikut :

Tahap Pengujian Pada Proses Registrasi

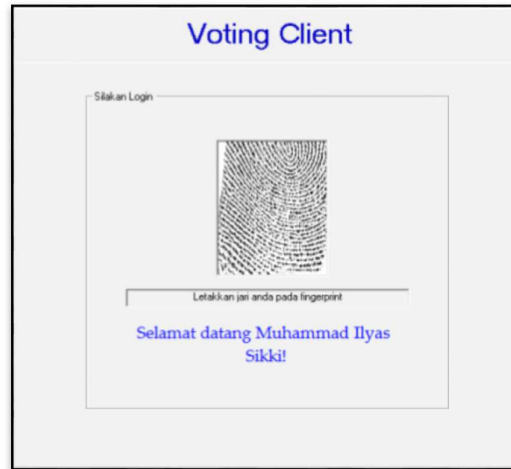
Tahap pengujian pada proses registrasi pemilih dengan menggunakan mesin *fingerprint scanner* yang sebelumnya telah dikonfigurasi dengan sistem yang dikembangkan oleh Fitriah, dkk (2012) untuk memperoleh citra *database* sidik jari dari pemilih yang akan melakukan pemilihan. Pada tahap ini akan dilihat apakah sensor dari mesin *fingerprint scanner* yang digunakan dapat mengakuisisi sidik jari pemilih yang diregister dengan kondisi bagus melalui empat tahap pengambilan. Pada tahap ini juga akan dilihat apakah sistem dapat menyimpan identitas pemilih yang berupa Kode dan Nama/NIK yang dimasukkan saat registrasi pemilih untuk pengambilan data sidik jari.

Tahap Pengujian Pada Proses Verifikasi Pemilih

Tahap pengujian pada proses verifikasi pemilih untuk menguji apakah sistem dapat menangkap dan membaca citra sidik jari pemilih yang akan melakukan pemilihan melalui sensor dari mesin *fingerprint scanner* yang digunakan. Pada tahap ini akan dilihat sistem akan menampilkan Nama/NIK dari



Gambar 11. Proses verifikasi berhasil



Gambar 10. Proses otentikasi berhasil

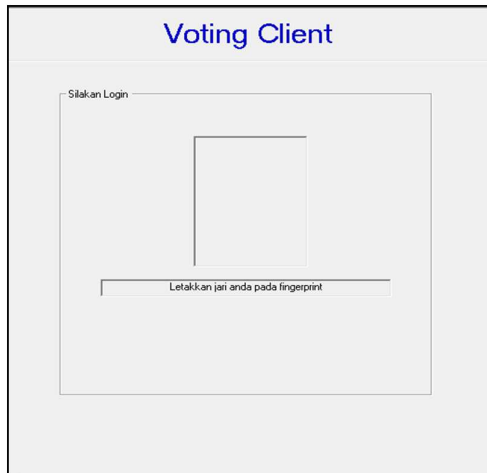
pemilih yang dapat diverifikasi sesuai dengan Nama/NIK yang tersimpan dari *database* sidik jari pemilih yang bersangkutan. Pada tahap ini juga akan dilihat apakah sistem gagal menverifikasi pemilih yang tidak sesuai dengan *database* sidik jari pemilih atau sidik jari pemilih yang tidak terdaftar.

Tahap Pengujian Pada Proses Otentikasi Pemilih
Tahap pengujian pada proses otentikasi pemilih dimana saat pemilih akan melakukan pemilihan melalui sistem *e-voting* yang dikembangkan untuk memberikan suaranya. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem untuk menunjukkan apakah sistem dapat bekerja dengan baik sesuai performa sistem yang diharapkan untuk melakukan

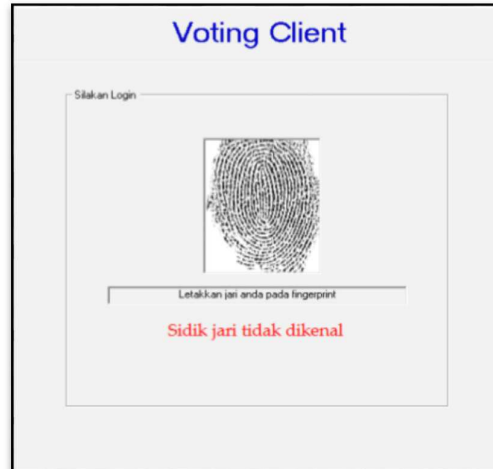
otentikasi kepada pemilih yang akan menggunakan hak pilihnya dalam pemilu. Dalam pengujian ini, sistem dapat memperlihatkan bahwa otentikasi bisa dilakukan terhadap pemilih yang sudah terdaftar sidik jarinya dalam *database* pemilih, sehingga pemilih yang terotentikasi dapat diperbolehkan untuk memberikan suaranya oleh sistem dengan diarahkannya pemilih ke halaman surat suara. Dalam pengujian ini pula sistem dapat memperlihatkan bahwa pemilih yang sidik jarinya tidak terdaftar dalam *database* pemilih, maka sistem tidak mengenal sidik jari pemilih tersebut sehingga tidak dapat melakukan pemilihan karena sistem tidak mengarahkan pemilih ke halaman surat suara...

TABEL 1
HASIL PENGUJIAN

No.	Deskripsi Uji	Kondisi Awal	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Mengambil citra sidik jari pemilih, memasukkan Kode dan Nama/NIK dari pemilih menggunakan mesin <i>fingerprint scanner</i>	Jari pemilih belum diletakan pada sensor dari mesin <i>fingerprint scanner</i> yang digunakan	Pemilih meletakkan jarinya pada sensor mesin <i>fingerprint scanner</i>	Sistem merekam dan menyimpan citra sidik jari pemilih, Kode dan Nama/NIK ke dalam <i>database</i>	Berhasil
2.	Menangkap dan membaca citra sidik jari dari pemilih yang telah terdaftar dalam <i>database</i>	Jari pemilih belum diletakan pada sensor dari mesin <i>fingerprint scanner</i> yang digunakan	Pemilih meletakkan jarinya pada sensor mesin <i>fingerprint scanner</i>	Sistem mencocokkan citra sidik jari pemilih dengan <i>database</i> yang ada untuk diverifikasi	Berhasil
3.	Menangkap dan membaca citra sidik jari dari pemilih yang tidak terdaftar dalam <i>database</i>	Jari pemilih belum diletakan pada sensor dari mesin <i>fingerprint scanner</i> yang digunakan	Pemilih meletakkan jarinya pada sensor mesin <i>fingerprint scanner</i>	Sistem mencocokkan citra sidik jari pemilih dengan <i>database</i> yang ada untuk diverifikasi	Berhasil sidik jari gagal diverifikasi
4.	Menangkap dan membaca citra sidik jari dari pemilih yang telah terdaftar dalam <i>database</i> yang akan melakukan pemilihan	Jari pemilih belum diletakan pada sensor dari mesin <i>fingerprint scanner</i> yang digunakan	Pemilih meletakkan jarinya pada sensor mesin <i>fingerprint scanner</i>	Sistem mencocokkan citra sidik jari pemilih dengan <i>database</i> yang ada untuk diotentikasi	Berhasil
5.	Menangkap dan membaca citra sidik jari dari pemilih yang tidak terdaftar dalam <i>database</i> yang akan melakukan pemilihan	Jari pemilih belum diletakan pada sensor dari mesin <i>fingerprint scanner</i> yang digunakan	Pemilih meletakkan jarinya pada sensor mesin <i>fingerprint scanner</i>	Sistem mencocokkan citra sidik jari pemilih dengan <i>database</i> yang ada untuk diotentikasi	Berhasil sidik jari tidak dikenal



Gambar 13. Menu login



Gambar 12. Proses otentikasi gagal

Hasil pengujian terhadap tahapan proses re-registrasi pemilih, proses verifikasi pemilih, dan proses otentikasi pemilih tersebut di atas dapat diperlihatkan pada Tabel 1

4. Kesimpulan

Pengembangan sistem *e-voting* dengan protokol *two central facilities* yang telah ada dapat dikembangkan dan disesuaikan dengan sistem implementasikan penyelenggaraan pemilihan di wilayah Indonesia dan juga dapat memenuhi spesifikasi persyaratan dari *secure voting*. Sistem *e-voting* yang dikembangkan ini merupakan prototype yang apabila akan diimplementasikan untuk menggantikan sistem penyelenggaraan pemilihan secara konvensional (*paper based*) dapat mengeliminir permasalahan-permasalahan yang mungkin timbul dalam pelaksanaan pemungutan suara selama ini dengan adanya pemanfaatan teknologi *biometric* untuk verifikasi dan otentikasi pemilih. Penggunaan sidik jari untuk proses otentikasi pemilih yang akan melakukan proses pemilihan dalam penyelenggaraan pemilu akan memastikan bahwa pemilih yang bersangkutan yang diperbolehkan memberikan suaranya tanpa bisa diwakili atau ditipkan ke orang lain sehingga dapat membantu meningkatkan keabsahan dari pemungutan suara yang dilakukan.

Pada penelitian ini sistem yang dikembangkan belum sempurna masih memiliki kelemahan dan kekurangan sehingga diharapkan dapat terus dikembangkan dan diperbaiki pada penelitian selanjutnya. Beberapa rekomendasi saran yang bisa dijadikan acuan untuk penelitian ke depan diantaranya adalah: 1) penggunaan teknologi *biometric* retina mata untuk proses otentikasi pemilih dalam pemungutan suara pada penyelenggaraan pemilu. ataupun dapat juga digunakan kedua teknologi *bio-*

metric sidik jari dan retina mata dalam proses otentikasi pemilih untuk meningkatkan protokol keamanan terhadap pemilih yang akan memberikan suaranya; 2) dilakukan penelitian lebih mendalam pengembangan dan penerapan sistem *e-voting* ini yang dapat ditinjau dari aspek ekonomi, sosial, hukum, dan politik untuk mendukung reliabilitas sistem jika akan diimplementasikan; 3) diperlukan pengembangan protokol pemilu yang didesain sendiri dan diuji disesuaikan dengan undang-undang tentang pemilu dan tahapan-tahapan proses pelaksanaan pemilu sehingga memudahkan apabila akan diimplementasikan di lapangan.

Referensi

- [1] Schneier B. 1996. Applied Cryptography, second edition: Protocols, Algorithms, and Source Code in C, John Wiley & Sons, Inc.
- [2] DuFeu D, Harris J. 2001. Online Election System, 95.413 Project Report, Carleton University.
- [3] Sireesha J, Chakchai SI. 2005. Secure Virtual Election Both with Two Central Facilities, Department of Komputer Science Washington University in St. Louis, USA.
- [4] Wardhani, dkk. 2009. Analisis dan Pengembangan IPB Online Voting Berbasis Protokol Two Central Facilities, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [5] Fitrah, dkk. (2012), Disain Evoting pada Pilkada Kota Bogor Menggunakan Protokol two Central Facilities yang Termodifikasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [6] D. Ashok K, T, Ummal SB. 2011. A Novel Design of Electronic Voting System Using

- Fingerprint*, Department of Computer Science, V.S.S. Government Art College, India.
- [7] Iqbal, Sigit. Implementasi dan Analisis Performansi Autentikasi Sistem Biometrik Sidik Jari, Departemen Teknik Telemomunikasi, ITB Bandung.
- [8] Shalahuddin, Muhammad.2009. Pembuatan Model E-Voting Berbasis Web. Studi Kasus Pemilu Legislatif dan Preside Indonesia. Sekolah Teknik Elektro dan Informatik, Institut Teknologi Bandung, Bandung.