

Implementasi Tanda Tangan Digital pada Surat Keterangan Bebas Laboratorium

Ferzha Putra Utama^{1*}, Murfid Aqil²⁾, Hanan Raihana²⁾, Rizkianda Rahmatsyah²⁾

¹Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

²Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kota Bengkulu 38371

e-mail: ^{1*}fputama@unib.ac.id, ²murfidaqil8@gmail.com, ³hananraihana@gmail.com,
⁴kocoynow@gmail.com

Abstrak

Surat keterangan bebas laboratorium merupakan suatu dokumen yang diperlukan mahasiswa Program Studi Sistem Informasi Universitas Bengkulu dalam mengurus wisuda. Pada masa pandemi saat ini pengurusan surat akademik berpotensi dalam menimbulkan kerumunan hingga penyebaran virus Covid-19. Kurangnya kesadaran dan pengetahuan civitas akademika dalam integritas dan keabsahan suatu dokumen digital menyebabkan masih banyak terjadi penggunaan tanda tangan tanpa dapat dibuktikan keotentikannya. Sebagai upaya dalam menghindari penyebaran virus dan penyalahgunaan dokumen digital, diperlukan suatu platform untuk mengurus dokumen akademik, dalam penelitian ini adalah surat bebas laboratorium. Sistem ini dikembangkan berbasis website dengan menerapkan QR Code generator untuk membangkitkan tanda tangan digital. Sistem ini dikembangkan dengan metode prototyping yang kemudian diuji secara fungsional dan penerimaannya pada pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 100% fungsi dapat berjalan dengan baik dan penerimaan pengguna menunjukkan skor 80.

Kata kunci: sistem, surat bebas laboratorium, tanda tangan digital, QR code

Abstract

A laboratory-free letter is a document required by students of the Bengkulu University Information System Study Program on the way to graduation. During the current pandemic, the management of academic letters can cause crowds to spread the Covid-19 virus. The lack of awareness and knowledge of the academic community in the integrity and validity of a digital document causes a lot of use of signatures without proving their authenticity. A platform is needed to manage educational documents to avoid viruses and misuse of digital copies. This web-based system implements a QR Code generator to generate digital signatures. This applied research applies prototyping for its development method then tested for functionality and user acceptance. The test results show that 100% of the functions can run well, and user acceptance leads to a score of 80.

Keywords: system, laboratory-free letter, digital signature, QR code

1. PENDAHULUAN

Penyelenggaraan kegiatan akademik di Perguruan Tinggi (PT) telah dipengaruhi oleh pesatnya perkembangan teknologi informasi [1]. Terdapat banyak tujuan dari diterapkannya teknologi informasi dalam hal tersebut, salah satunya adalah untuk meningkatkan taraf efektifitas dan bahkan melakukan revolusi pelayanan administratif pada PT [2]. Pada masa

pandemi Covid-19 saat ini pelayanan administratif di PT memerlukan inovasi berbasis teknologi informasi untuk menekan penyebaran virus. Layanan administratif yang paling umum dan sering digunakan adalah surat menyurat, untuk itu perlu dilakukan upaya dalam menjamin keabsahan suatu dokumen akademik [3].

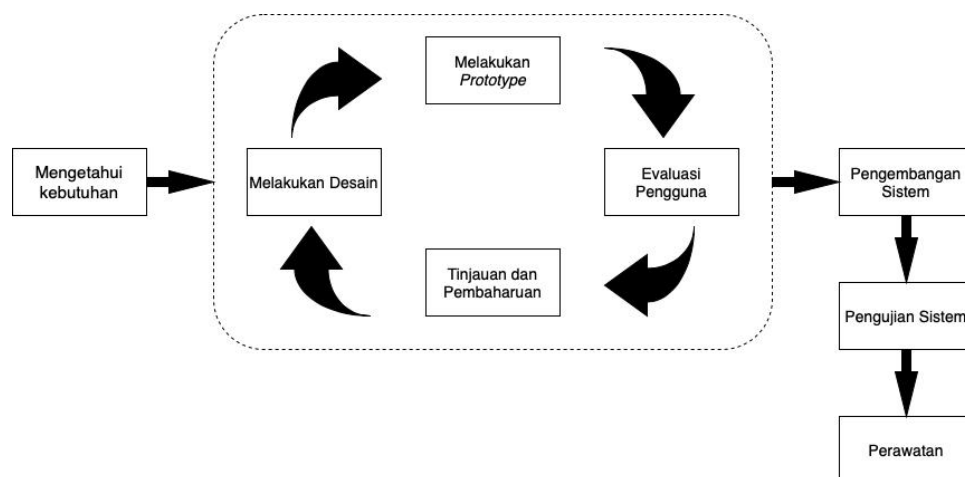
Kurangnya kesadaran dan pengetahuan civitas akademika di PT dalam keabsahan suatu dokumen melalui tanda tangan digital, menyebabkan masih banyaknya terjadi penggunaan tanda tangan hasil pindaian tanda tangan manual ke dalam dokumen akademik [4]. Pemahaman akan pentingnya tanda tangan digital pada dokumen dan surat-surat akademik di PT belum menyeluruh, apalagi pada PT yang terdapat di daerah. Namun saat ini penggunaan tanda tangan digital pada suatu dokumen telah banyak diterapkan di kalangan pemerintah pusat, Badan Usaha Milik Negara (BUMN), dan perusahaan swasta.

Tanda tangan digital terdapat dua jenis, yaitu tersertifikasi dan tidak tersertifikasi. Menurut [5] menyebutkan bahwa “Tanda tangan elektronik tidak tersertifikasi adalah tanda tangan yang terdiri atas informasi elektronik yang diletakkan, terasosiasi atau terkait dengan dokumen tertentu dan/atau informasi elektronik lainnya yang digunakan sebagai alat verifikasi dan autentikasi, di mana tanda tangan tersebut dibuat tanpa menggunakan jasa penyelenggara sertifikasi elektronik”. Sedangkan penyelenggara sertifikasi elektronik yang dimaksud merupakan badan hukum yang berfungsi sebagai pihak yang layak dipercaya, yang memberikan dan mengaudit sertifikat elektronik. Lembaga atau badan yang sah memberikan sertifikat elektronik terdiri dari pemerintahan, seperti Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), dan swasta seperti PrivyId.

Pada Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, terdapat salah satu dokumen akademik yang menjadi syarat wajib mahasiswa untuk dapat lulus sebagai sarjana, yaitu surat bebas laboratorium. Khususnya pada Program Studi Sistem Informasi (Prodi SI), banyak mahasiswa yang mengurus surat tersebut dan berpotensi menimbulkan kerumunan. Tentu hal ini membahayakan kesehatan pihak terkait dalam masa pandemi. Untuk menghindari hal tersebut diperlukan suatu sistem yang mampu menangani proses penenerbitan surat bebas laboratorium dengan menerapkan tanda tangan digital sebagai sistem autentikasi sehingga integritas dokumen tersebut terpercayanya dan prosesnya menjadi lebih efektif serta efisien.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah *prototyping*, metode ini dipilih untuk mengetahui keinginan pengguna sistem dan mengetahui kebutuhan terkini yang diperlukan. Dengan menggunakan metode ini, pengguna dapat melakukan evaluasi sebelum implementasi sistem dilakukan [6]. Alur kerja model ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model *Prototyping*

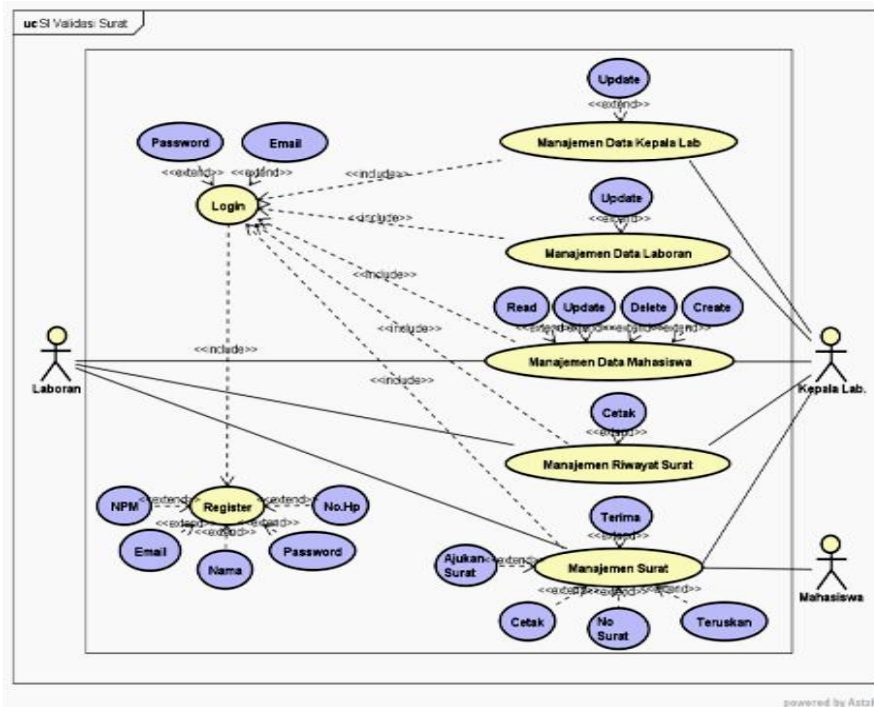
Langkah yang dilakukan dalam pengembangan sistem dengan model *prototyping* yang ditunjukkan pada Gambar 2 dimulai dari mengetahui kebutuhan sistem, yaitu mengumpulkan data yang diperlukan seperti business rule dan pihak yang terlibat. Kemudian dilakukan proses pemodelan sistem yang dilakukan dua arah antara pengembang dan pengguna sistem. Pada proses ini diusulkan desain dalam bentuk *prototype* (purwarupa) pada pengguna untuk dievaluasi dan kemudian diperbaharui dengan memperhatikan kaidah-kaidah pengembangan sistem informasi untuk kemudian menghasilkan desain final. Setelah itu dilakukan pengembangan sistem berdasarkan desain tersebut. Pengujian sistem dilakukan dengan metode *blackbox* dan pengujian *usability* dengan metode *System Usability Scale* (SUS).

2.1. Kebutuhan Sistem

Data-data yang diperlukan dalam merancan sistem adalah siapa saja pengguna yang terlibat dalam sistem. Sistem informasi pengajuan surat bebas laboratorium ini terdapat tiga orang aktor atau pengguna yaitu, Kepala Laboratorium, Laboran, dan mahasiswa yang mengajukan surat. Adapun *usecase* diagram ditunjukkan pada Gambar 2. *Usecase* diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan antara para pengguna dan sistem. Melalui diagram ini juga dapat diketahui fungsi apa saja yang terdapat pada sistem. Dalam tabulasi, *usecase* diagram dapat dideskripsikan melalui Tabel 1.

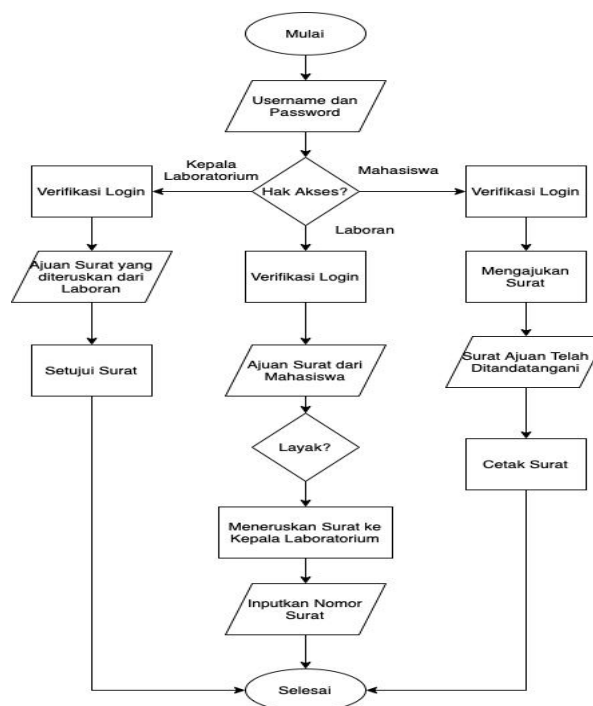
Tabel 1. Deskripsi *usecase* diagram

Aktor	<i>Usecase</i>	Deskripsi
Laboran	<i>Register</i>	Laboran melakukan registrasi untuk dapat mengakses sistem
	<i>Login</i>	Laboran harus lolos verifikasi login untuk dapat mengakses sistem
	Manajemen Surat	Menerima ajuan surat dari mahasiswa untuk diteruskan kepada Kepala Laboratorium
	Manajemen Riwayat Surat	Halaman yang menampilkan riwayat surat yang pernah masuk-keluar
	Manajemen Data Mahasiswa	Tempat data-data mahasiswa yang terdaftar sebagai mahasiswa Sistem Informasi, data ini dapat diubah.
Kepala Laboratorium	<i>Login</i>	Kepala Laboratorium harus lolos verifikasi login untuk dapat mengakses sistem.
	Manajemen Surat	Menyetujui surat yang telah diverifikasi oleh Laboran.
	Manajemen Riwayat Surat	Halaman yang menampilkan riwayat surat yang pernah masuk-keluar.
	Manajemen Data Mahasiswa	Tempat data-data mahasiswa yang terdaftar sebagai mahasiswa Sistem Informasi, data ini dapat dihapus.
	Manajemen Data Laboran	Berisi data Laboran, dapat diubah atau dihapus.
	Manajemen Data Kepala Lab	Data Kepala Laboratorium.
Mahasiswa	<i>Register</i>	Mahasiswa melakukan registrasi untuk dapat mengakses sistem.
	<i>Login</i>	Mahasiswa harus lolos verifikasi login untuk dapat mengakses sistem.
	Manajemen Surat	Mengajukan surat, memantau jalannya proses penerbitan surat, dan mencetak surat



Gambar 1. Usecase diagram

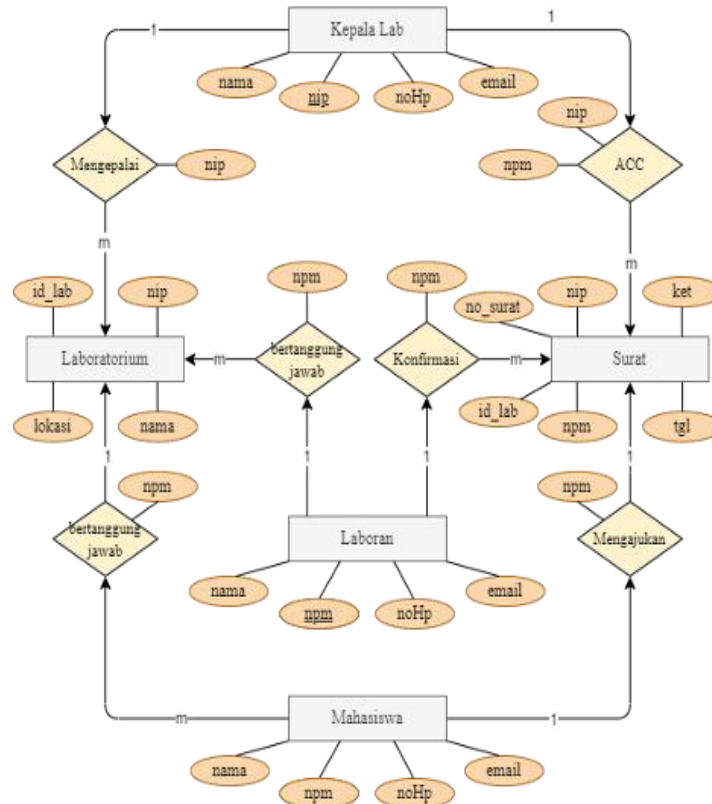
Proses bisnis yang terjadi dalam proses pengajuan hingga penerbitan surat bebas laboratorium di Prodi SI dijelaskan pada *flowchart* diagram pada Gambar 2. Proses bisnis yang diimplementasikan pada sistem melalui Gambar 2 menunjukkan terdapat tiga *user* yaitu Mahasiswa yang mengajukan surat. Kemudian surat ajuan tersebut diverifikasi oleh Laboran, mengetahui apakah masih ada urusan yang belum diselesaikan di laboratorium, jika sudah tidak ada maka Laboran dapat meneruskan ajuan tersebut ke Kepala Laboratorium untuk ditanda tangani secara digital. Setelah itu Laboran dapat menambahkan nomor surat dan menerbitkan surat yang kemudian dapat dicetak oleh Mahasiswa.



Gambar 2. Proses bisnis pengajuan surat bebas laboratorium

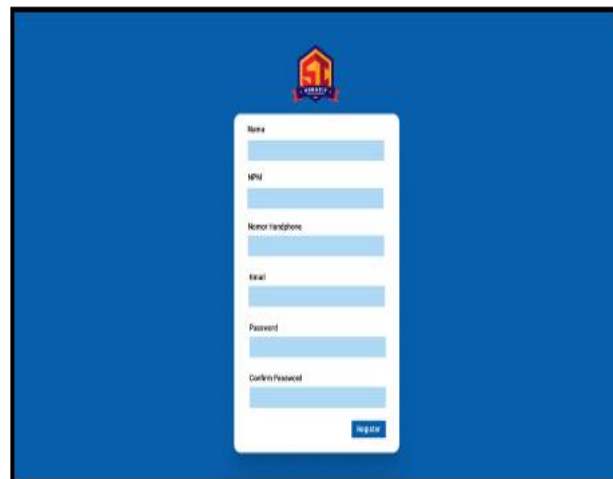
2.2. Proses Desain

Terdapat dua tahap dalam melakukan proses desain, yaitu perancangan *database* dan perancangan UI (*User Interface*). Perancangan *database* dimodelkan dengan ERD (*Entity Relationship Diagram*), tujuannya adalah untuk memodelkan proses dan informasi berdasarkan kebutuhan sistem dan *user* [7]. Model ini ditunjukkan pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, terdapat empat entitas yaitu Laboratorium, Kepala Lab, Laboran, Mahasiswa, dan Surat. Setiap mahasiswa hanya dapat mengajukan surat bebas laboratorium sebanyak satu kali, sedangkan Laboran dan Kepala Laboratorium dapat memverifikasi dan menandatangani lebih dari satu surat.

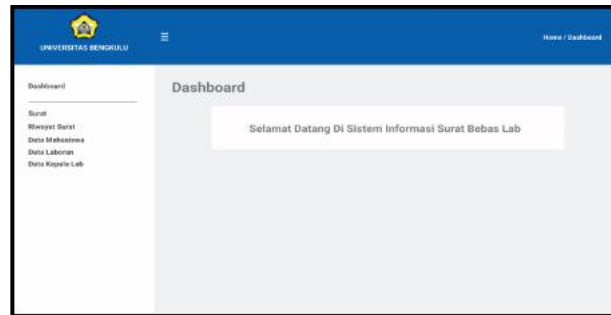


Gambar 3. Entity Relationship Diagram (ERD)

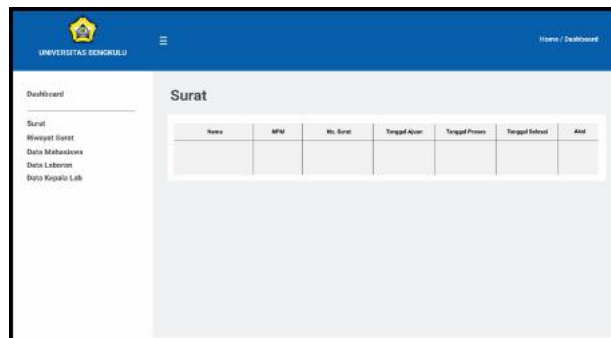
Langkah selanjutnya adalah mengembangkan desain UI, perancangan ini didesain sesederhana mungkin yang disesuaikan dengan kebutuhan *user*. Berikut beberapa rancangan UI:



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. (a) Desain halaman *login*; (b) Desain halaman *dashboard*; (c) Desain halaman riwayat surat

Gambar 4.a merupakan rancangan halaman Register, halaman tersebut memiliki form isian yang terdiri dari Nama, NPM, Nomor *Handphone*, Email, *Password*, dan Konfirmasi *Password*. Pada Gambar 4.b merupakan rancangan halaman beranda (*dashboard*), halaman ini menunjukkan menu-menu yang dapat diakses oleh *user* sesuai hak aksesnya. Sedangkan Gambar 4.c menunjukkan rancangan halaman data surat yang diajukan, sedang diproses, dan yang telah selesai.

2.3. Pengembangan Sistem

Sistem informasi pengajuan surat bebas laboratorium di Prodi Sistem Informasi ini dikembangkan berbasis web dengan bahasa pemrograman PHP menggunakan *framework* Laravel. Dalam pengembangan *database*, peneliti menggunakan MySQL sebagai DBMS (*Database Managemen System*) yang merupakan aplikasi *open source*.

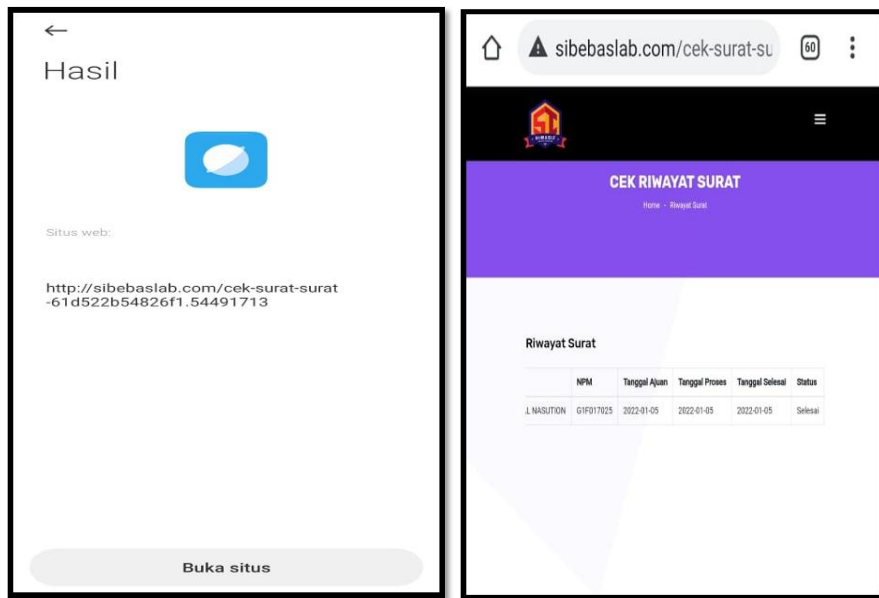
2.3.1. Tanda Tangan Digital dengan QR Code

QR Code umum digunakan sebagai media untuk menyimpan informasi pribadi pengguna seperti kata sandi dan sidik jari [8]. Tujuan menggunakan QR Code yang digunakan sebagai tanda tangan dan untuk menjaga integritas dokumen digital merujuk pada penelitian [9]–[11]. Pada implementasinya, QR Code yang digunakan dalam sistem ini menggunakan *library simple-qrcode* yang kompatibel dengan PHP dan Laravel. *Package* ini menerapkan QR Code pada *print view* dan mengarahkannya pada satu halaman tertentu. Dalam praktiknya, tanda tangan dengan QR Code ini akan dilakukan oleh *user* Kepala Laboratorium setelah ajukan surat bebas laboratorium yang diajukan Mahasiswa telah diverifikasi oleh Laboran. Potongan kode program untuk *generate* QR Code ini ditunjukkan pada Gambar 5.

```
 {!! QrCode::size(150)->generate(route('home.cek-surat', $surat->unique_id)); !!} 
```

Gambar 5. Potongan kode program QR Code.

Setelah QR Code disematkan sebagai tanda tangan digital, siapapun yang memindai kode tersebut akan diarahkan pada satu halaman yang memberikan informasi unik mengenai surat tersebut. Halaman ini ditunjukkan pada Gambar 6.



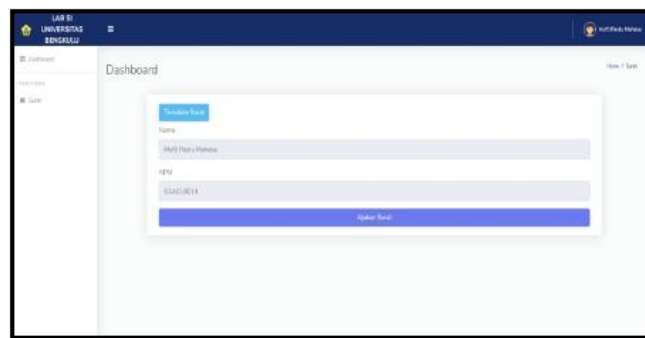
(a)

(b)

Gambar 6.(a) Halaman yang menunjukkan kode unik melalui *link*; (b) Halaman yang menunjukkan riwayat surat

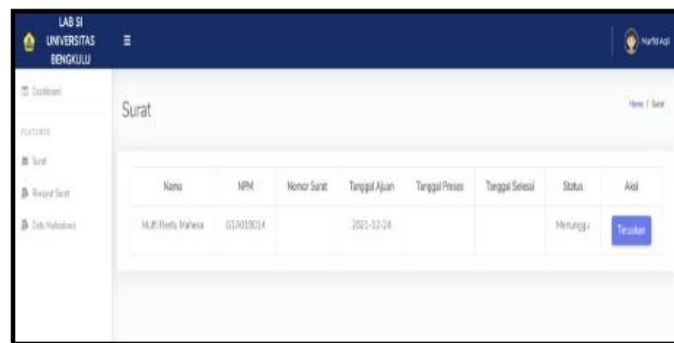
2.3.2. Implementasi Sistem

Gambar 7 merupakan halaman utama untuk *user* Mahasiswa, pada *dashboard* terdapat tombol untuk mengajukan surat. Data mahasiswa sebelumnya telah terekam pada sistem.

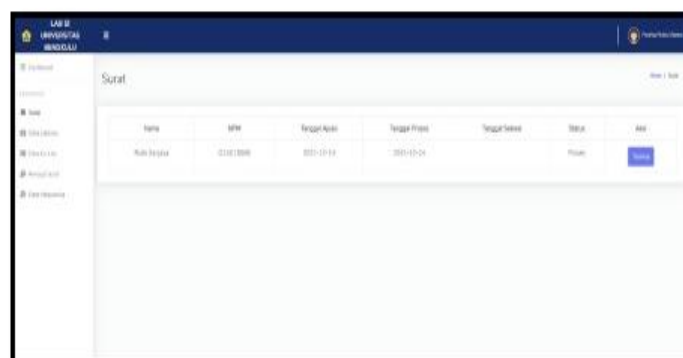


Gambar 7. Halaman ajukan surat untuk Mahasiswa

Pada Gambar 8 ditunjukkan halaman untuk *user* Laboran yang dapat memberikan informasi mengenai daftar ajukan surat dari Mahasiswa yang disajikan dalam tabulasi. Laboran dapat mengisi nomor surat dan mengklik tombol ajukan surat setelah dipastikan mahasiswa yang bersangkutan telah bebas laboratorium, kemudian ajukan akan diterima oleh Kepala Laboratorium.

Gambar 8. Halaman surat pada *user* Laboran

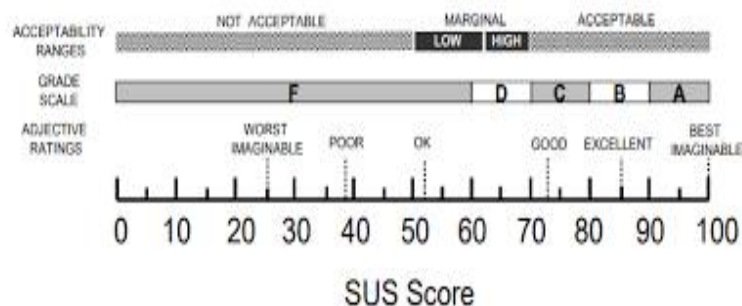
Gambar 9 menunjukkan halaman Kepala Laboratorium, melalui halaman ini Kepala Laboratorium dapat mengetahui mahasiswa mana saja yang mengajukan surat.



Gambar 9. Halaman surat Kepala Laboratorium

2.3.3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem akan dilakukan dengan 2 metode, berdasarkan fungsional sistem dan berdasarkan persepsi pengguna. Pengujian *black box* dilakukan untuk menguji fungsionalitas sistem yang telah dikembangkan sehingga membantu pengujian dalam mendefinisikan set kondisi masukan dan fitur-fitur lainnya [12]. Pengujian pada persepsi pengguna (*user acceptance*) merupakan evaluasi kuantitatif dengan menggunakan instrumen *interview* atau dengan *quesioner (paper-based interview)*. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kualitas sistem berdasarkan respon penggunanya [13]. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode SUS (*System Usability Scale*). Metode SUS memiliki 10 pertanyaan dengan jawaban skala likert 5 tingkat [14]. Pengujian SUS menghasilkan skor 0 hingga 100, dasar penilaian SUS ditunjukkan pada Gambar 10. Nomor pertanyaan ganjil bersifat positif dan genap bersifat negatif.



Gambar 10. Penilaian skor SUS

Instrumen SUS yang digunakan dalam pengujian *user acceptance* pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Instrumen pertanyaan SUS

No	Instrumen Pertanyaan
1	Saya mudah mengajukan surat bebas laboratorium melalui sistem ini
2	Saya merasa sistem ini sulit digunakan
3	Saya merasa sistem ini mudah digunakan
4	Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk memahami sistem ini
5	Saya merasa fitur pada sistem berjalan dengan semestinya
6	Saya merasa banyak hal yang tidak konsisten pada sistem ini
7	Saya merasa orang lain pun akan mudah memahami cara menggunakannya
8	Saya merasa sistem ini membingungkan
9	Saya merasakan tidak ada hambatan yang berarti dalam menggunakan sistem
10	Saya perlu belajar terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem

Setelah mendapatkan respon dari pengguna, kemudian dihitung dengan ketentuan:

- 1) Pertanyaan bernomor ganjil, nilai akhirnya didapatkan dari nilai responden dikurangi 1.
 - 2) Pertanyaan bernomor genap, nilai akhirnya didapatkan dari hasil pengurangan 5 dengan nilai responden.
 - 3) Nilai total responden didapatkan dari penjumlahan keseluruhan skor dikali 2,5.
 - 4) Skor dari masing-masing responden dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai akhir.
- Berdasarkan nilai akhir tersebut dapat diketahui pada tingkat berapa *user acceptance* terhadap sistem yang dievaluasi [15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem informasi pengajuan bebas laboratorium pada Prodi Sistem Informasi Universitas Bengkulu telah dapat membantu mahasiswa dalam memperoleh surat bebas laboratorium. Tampilan surat hasil dari sistem ini ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan surat bebas laboratorium

Gambar 11 merupakan tampilan bagaimana bentuk surat yang sudah disetujui. Dalam surat tersebut telah disematkan tanda tangan digital tidak tersertifikasi oleh Kepala Laboratorium. Surat tersebut telah dianggap sah oleh Prodi Sistem Informasi untuk menunjukkan mahasiswa yang bersangkutan telah menyelesaikan urusannya di laboratorium. Sistem ini telah berhasil di-*hosting* dengan domain <http://sibebaslab.com>. Setelah diimplementasikan, sistem ini dilakukan pengujian

dengan metode yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya. Hasil pengujian sistem dengan *black box* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian *black box*

No.	Deskripsi	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Kesimpulan
1	Melakukan Login dengan menggunakan akun Mahasiswa/ Laboran/ Kepala Laboratorium	User berhasil login	Login berhasil	Sesuai
2	Mengajukan surat oleh user Mahasiswa	User Mahasiswa berhasil mengajukan surat	Ajuan surat berhasil	Sesuai
3	Meneruskan surat dan mengisi nomor surat oleh user Laboran berhasil	Laboran dapat meneruskan dan mengisi nomor surat ajuan	Surat ajuan berhasil diberikan nomor surat dan diteruskan ke Kepala Laboratorim	Sesuai
4	Menyetujui ajuan surat dengan mengklik tombol "Terima" oleh Kepala Laboratoruim	User Kepala Laboratorium berhasil mengklik tombol "Terima" pada ajuan surat	Kepala Laboratorium berhasil menyetujui ajuan surat	Sesuai
5	Mencetak surat	Mahasiswa dapat mencetak surat bebas laboratorium	Surat berhasil dicetak	Sesuai
6	Memindai tanda tangan digital	QR Code berhasil dipindai dan mengarahkan pada halaman Riwayat ajuan surat	QR Code berhasil dipindai dan menampilkan riwayat ajuan surat secara unik	Sesuai

Pada pengujian *black box* juga terdapat kesalahan pada fungsi yang dijelaskan pada Tabel 4 serta solusi kesalahan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Kesalahan fungsi

No.	Nama Form	Deskripsi kesalahan	Jumlah kesalahan (kali)
1	Form login	User tidak dapat melakukan login sesuai dengan akun yang terdaftar	0
2	Form ajuan surat oleh user Mahasiswa	User Mahasiswa tidak dapat mengajukan surat melalui tombol "Ajukan Surat"	0
3	Form menu Laboran	Nomor surat bisa diisi dengan nomor yang sama	1
4	Form menu Kepala Laboratorium	User Kepala Laboratorium tidak dapat menklik tombol "Terima"	0
5	Form cetak surat	Surat tidak dapat dicetak	0
6	Form QR Code	QR Code tidak dapat dipindai	0

Tabel 5. Solusi kesalahan

Celah Kesalahan	Deskripsi Kesalahan	Solusi
Form menu Laboran	Nomor surat yang di-input-kan masih memungkinkan menampung data yang tidak unik, bisa disebabkan karena <i>human error</i> .	Mengatur ulang pada pemrograman untuk dapat menampung hanya data nomor surat secara unik Memberikan notifikasi kesalahan untuk menghindari <i>human error</i> .

Berdasarkan hasil pengujian *black box* diketahui bahwa 100% fungsi dapat dilakukan dan berjalan dengan baik, namun terdapat kesalahan pada program yaitu pada *input* nomor surat yang masih belum unik dengan persentase 16,7 %. Hasil pengujian *user acceptance* dengan metode SUS ditunjukkan pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa skor rata-rata yang didapat adalah 80, atau dapat dikatakan "sangat baik".

Tabel 6. Hasil perhitungan SUS

Responden	Jumlah	Skor SUS
R1	33	82,5
R2	38	95
R3	26	65
R4	38	95
R5	25	62,5
Skor Rata-rata		80

4. KESIMPULAN

Pengembangan sistem informasi bebas laboratorium pada Prodi Sistem Informasi Universitas Bengkulu ini menggunakan metode prototyping untuk memudahkan evaluasi Bersama pengguna. Sistem ini telah berhasil menerapkan tanda tangan digital tidak tersertifikasi dengan QR Code dengan menerapkan *library simple-qrcode* pada PHP dengan framework Laravel. Hasil pengujian dengan black box menunjukkan sistem dapat dioperasikan 100% dan terdapat kesalahan pada fungsi nomor surat dengan nilai 16,7%. Evaluasi user acceptance dengan SUS menunjukkan nilai 80% dengan predikat “Sangat Baik”.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan tanda tangan digital dengan menerapkan beberapa metode kriptografi untuk menjaga integritas dokumen digital.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sukmawati and J. Jamaluddin, “Implementasi Pemanfaatan Aplikasi QR Code dalam Proses Pembelajaran PPKn,” *J. Kreat. Online*, vol. 8, no. 3.
- [2] M. I. Dacholfany, T. R. Noor, E. Diana, and D. Prayoga, “Identification of higher education administration applications efforts to improve digital-based academic services,” *Linguist. Cult. Rev.*, vol. 5, no. S2, pp. 1402–1414, 2021.
- [3] M. Rakhmansyah, U. Rahardja, N. P. L. Santoso, A. Khoirunisa, and A. Faturahman, “Smart Digital Signature berbasis Blockchain pada Pendidikan Tinggi menggunakan Metode SWOT,” *ADI Bisnis Digit. Interdisiplin J.*, vol. 2, no. 1, pp. 39–47, 2021.
- [4] T. Yuniati and M. F. Sidiq, “Literature Review: Legalisasi Dokumen Elektronik Menggunakan Tanda Tangan Digital sebagai Alternatif Pengesahan Dokumen di Masa Pandemi,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. Dan Teknol. Informasi)*, vol. 4, no. 6, pp. 1058–1069, 2020.
- [5] Rektor ITB, *Peraturan Rektor Institut Teknologi Bandung (ITB)*. Indonesia, 2020.
- [6] S. F. Sezali, A. M. Radzuan, and N. I. M. Shabudin, “POCKET MALAYSIA: Learning About States in Malaysia Using Augmented Reality,” *Int. J. Multimed. Recent Innov.*, vol. 2, no. 1, pp. 45–59, 2020.
- [7] M. Sholeh, R. R. Y. Rachmawati, and E. Susanti, “Pemodelan basis data graph dengan neo4j (studi kasus: Basis data sistem informasi penjualan pada umkm),” *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 25–32, 2020.
- [8] A. Wibiyanto and I. Afrianto, “QR code and transport layer security for licensing documents verification,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 407, no. 1, p. 12069.
- [9] A. Lorien and T. Wellem, “Implementasi Sistem Otentikasi Dokumen Berbasis Quick

- Response (QR) Code dan Digital Signature,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. Dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 4, pp. 663–671, 2021.
- [10] F. Nuraeni, Y. H. Agustin, D. Kurniadi, and I. D. Ariyanti, “Implementasi Skema QR-Code dan Digital Signature menggunakan Kombinasi Algoritma RSA dan AES untuk Pengamanan Sertifikat Elektronik,” in *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri*, 2020, p. 43.
- [11] A. M. Ali and A. K. Farhan, “Enhancement of QR code capacity by encrypted lossless compression technology for verification of secure E-Document,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 27448–27458, 2020.
- [12] D. B. Muslimin, D. Kusmanto, K. F. Amilia, M. S. Ariffin, S. Mardiana, and Y. Yulianti, “Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Informasi Akademik Menggunakan Teknik Equivalence Partitioning,” *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 1, pp. 19–25, 2020.
- [13] I. Celino and G. R. Calegari, “Submitting surveys via a conversational interface: an evaluation of user acceptance and approach effectiveness,” *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 139, p. 102410, 2020.
- [14] E. Susilo, F. D. Wijaya, and R. Hartanto, “Perancangan dan evaluasi user interface aplikasi smart grid berbasis mobile application,” *J. Nas. Tek. Elektro Dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 150–157, 2018.
- [15] D. Setiawan and S. L. Wicaksono, “Evaluasi Usability Google Classroom Menggunakan System Usability Scale,” *Walisongo J. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 71–78, 2020.