

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERSURATAN BERBASIS WEB DENGAN KEAMANAN TWO-FACTOR AUTHENTICATION DI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Febri Isthifa Adha, Agus Tedyyana, Muhammad Ikhsan Wibowo

Teknik Informatika, Politeknik Negeri Bengkalis

Jalan Bathin Alam Desa Sungai Alam, Kec. Bengkalis, Kab. Bengkalis, Indonesia

febriadha136@gmail.com

ABSTRAK

Digitalisasi sistem administrasi merupakan kebutuhan institusi pendidikan untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan pengelolaan dokumen. Pengelolaan persuratan di Politeknik Negeri Bengkalis masih dilakukan secara manual menggunakan aplikasi sederhana yang tidak terintegrasi, sehingga menyebabkan keterlambatan distribusi surat, risiko kehilangan dokumen, serta potensi kebocoran data akibat lemahnya mekanisme keamanan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem informasi persuratan berbasis web yang terintegrasi dengan mekanisme keamanan *Two-Factor Authentication* (2FA) guna meningkatkan efisiensi administrasi dan perlindungan data institusi. Metode pengembangan sistem menggunakan *Prototype* dengan *framework* Laravel dan basis data MySQL. Fitur keamanan 2FA menerapkan algoritma *Time-Based One-Time Password* (TOTP) melalui Google Authenticator yang menghasilkan kode verifikasi dinamis. Pengujian sistem dilakukan menggunakan *Black Box Testing*. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fitur sistem berfungsi dengan baik, meliputi pengelolaan surat masuk dan keluar, disposisi digital, pelacakan status surat, serta validasi TOTP yang akurat. Implementasi sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi proses administrasi persuratan dan memperkuat keamanan akses pengguna melalui autentikasi berlapis.

Kata kunci : Sistem Persuratan, Two-Factor Authentication, TOTP, Laravel

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang pesat menuntut institusi pendidikan untuk mengadopsi sistem digital dalam berbagai aspek administrasi, termasuk pengelolaan surat menyurat. Digitalisasi layanan persuratan bertujuan mempercepat distribusi surat antarunit, mengurangi risiko kehilangan dokumen fisik, serta mendukung penyimpanan arsip yang efisien dan mudah ditelusuri. Keamanan data merupakan aspek krusial dalam sistem informasi, khususnya untuk mencegah akses tidak sah dan menjaga kerahasiaan informasi institusi [1].

Kemajuan teknologi ini diiringi dengan meningkatnya ancaman keamanan siber yang menargetkan kelemahan pada sistem login dan pengelolaan data. Berdasarkan laporan Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN), sepanjang tahun 2023 terdeteksi ratusan juta serangan siber di Indonesia. Mayoritas serangan tersebut berupa penyebaran *malware*, *aktivitas trojan*, hingga insiden kebocoran data yang merugikan banyak pihak [2]. Ancaman ini terus berkembang hingga tahun 2024, di mana tercatat jutaan upaya serangan *brute-force* yang secara spesifik menargetkan kelemahan pada sistem autentikasi login di berbagai sektor [3].

Permasalahan utama di Politeknik Negeri Bengkalis adalah pengelolaan persuratan yang masih dilakukan secara manual atau menggunakan aplikasi sederhana seperti Microsoft Word dan Excel yang tidak terintegrasi. Proses pencatatan, distribusi, dan pengarsipan surat secara manual menyebabkan tercecernya surat dan hilangnya informasi akibat human error maupun manajemen surat yang kurang

tertib. Selain itu, sistem yang ada belum dilengkapi mekanisme keamanan yang memadai sehingga rentan terhadap akses tidak sah, manipulasi data, dan kebocoran dokumen penting seperti surat tugas, nota dinas, dan surat keputusan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem informasi persuratan berbasis web dengan keamanan *Two-Factor Authentication* (2FA) di Politeknik Negeri Bengkalis. Tujuan khusus penelitian meliputi pengembangan sistem persuratan terintegrasi untuk mempercepat proses pencatatan, dan distribusi surat secara digital, serta penerapan mekanisme keamanan 2FA pada sistem persuratan sebagai perlindungan terhadap akses tidak sah dan peningkatan keamanan data institusi.

Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan metode pengembangan *Prototype* yang memungkinkan evaluasi bertahap oleh pemangku kepentingan. Sistem dikembangkan menggunakan *framework* Laravel sebagai backend, MySQL untuk basis data, dan teknologi web modern untuk antarmuka pengguna. Mekanisme 2FA diimplementasikan menggunakan algoritma *Time-Based One-Time Password* (TOTP) yang terintegrasi dengan Google Authenticator, sehingga memberikan lapisan keamanan tambahan melalui kode verifikasi dinamis yang berubah setiap 30 detik [4]. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat meningkatkan efisiensi administrasi persuratan sekaligus memperkuat ketahanan sistem informasi di Politeknik Negeri Bengkalis terhadap serangan siber

2. TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini membahas konsep-konsep dasar serta hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem informasi persuratan digital, pengembangan aplikasi berbasis web menggunakan *framework* Laravel, serta mekanisme keamanan *Two-Factor Authentication* (2FA) dengan metode *Time-Based One-Time Password* (TOTP). Tinjauan pustaka ini disusun sebagai landasan teoritis dalam mendukung proses perancangan, implementasi, dan evaluasi sistem informasi persuratan berbasis web yang dikembangkan.

2.1. Sistem Informasi

Sistem Informasi adalah sebuah rangkaian prosedur formal dimana data dikelompokkan, diproses menjadi informasi, dan didistribusikan kepada pemakai [5]. Sistem informasi secara umum dapat diartikan sebagai beberapa komponen yang terdiri dari mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan menyalurkan informasi untuk membantu dalam pengambilan keputusan dan mengatur suatu institusi [6].

2.2. Sistem Persuratan

Sistem persuratan adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengelola dan memfasilitasi proses pengiriman, penerimaan, penyimpanan, dan penyelesaian surat dalam suatu organisasi atau lembaga. Sistem ini mencakup berbagai aktivitas seperti pengelolaan surat masuk dan surat keluar, disposisi surat, pencarian surat, serta monitoring dan pelaporan terkait dengan kegiatan persuratan [7].

2.3. Website

Website adalah sekumpulan halaman informasi yang bisa diakses melalui jaringan internet. Secara teknis, *website* adalah kumpulan halaman yang terhubung dalam satu domain atau subdomain tertentu [6]. Tiap-tiap halamannya memberikan informasi atau interaksi yang beragam berupa teks, gambar, video, animasi, suara, dan elemen digital lainnya. Berdasarkan karakteristiknya, *website* dibagi menjadi dua jenis utama yaitu *website* dinamis yang kontennya terus diperbarui secara berkala, dan *website* statis yang memiliki konten tetap dan jarang diperbarui [8].

2.4. Laravel

Laravel adalah salah satu *framework* PHP yang paling populer dan banyak dimanfaatkan dalam pengembangan aplikasi web. *Framework* ini menawarkan kemudahan serta kesederhanaan dalam proses perancangan dan pembangunan situs web. Namun, pemahaman dasar mengenai PHP tetap diperlukan agar dapat memahami struktur dan cara kerja Laravel secara menyeluruh. Laravel memfasilitasi pengembang untuk merealisasikan ide secara efisien tanpa perlu menulis ulang banyak kode, dengan menerapkan standar pengkodean modern serta

didukung oleh komunitas yang aktif dan ekosistem pengembangan yang kuat [9].

2.5. Time-Based One-Time Password (TOTP)

Time-based One-Time Password (TOTP) adalah metode OTP yang memanfaatkan nilai penghitung berupa interval waktu. Pada metode ini, sistem menghasilkan token baru setiap periode waktu tertentu, umumnya setiap 30 detik. Token TOTP dibentuk dengan menggabungkan *secret key* dan waktu saat ini yang dikonversi menjadi format *Unix timestamp*. Dengan mekanisme ini, TOTP tidak perlu menyimpan token di dalam database, karena kode akan selalu dihasilkan ulang secara otomatis berdasarkan waktu yang berlaku [4].

2.6. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu telah mengeksplorasi pengembangan sistem persuratan digital dan implementasi keamanan *Two-Factor Authentication*, namun masih terdapat celah penelitian yang dapat dikembangkan lebih lanjut dalam konteks integrasi keamanan 2FA pada sistem persuratan institusi pendidikan.

Penelitian oleh Efendi mengembangkan sistem tata kelola persuratan internal berbasis web di Politeknik Negeri Banyuwangi yang mempermudah pengelolaan surat masuk, disposisi, dan pengarsipan secara digital [10]. Namun, sistem tersebut belum menerapkan mekanisme keamanan berlapis seperti 2FA.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Susilowati dilatarbelakangi oleh permasalahan dalam pengelolaan surat yang masih dilakukan secara manual sehingga kurang efisien. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu mempermudah proses pendataan surat serta meningkatkan kerapian arsip. Namun, sistem ini belum menerapkan fitur keamanan akses pengguna seperti autentikasi berlapis [11].

Dari sisi keamanan, penelitian oleh Heriyanto mengembangkan metode login *Two-Factor Authentication* (2FA) berbasis OTP melalui Telegram untuk meningkatkan keamanan sistem informasi akademik. Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa 2FA mampu meningkatkan keamanan login, namun belum diterapkan secara menyeluruh pada sistem persuratan [12].

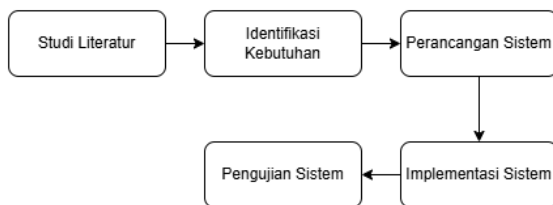
Penelitian oleh Olbinson dan Jonifan mengimplementasikan teknologi *Two-Factor Authentication* dengan metode TOTP pada *website* Private Cloud Storage untuk Guru Bimbingan Konseling. Sistem ini menunjukkan tingkat kepuasan pengguna sebesar 85%, namun penerapannya masih terbatas pada sistem penyimpanan file dan belum terintegrasi dengan sistem administrasi persuratan [4].

Berdasarkan penelitian-penelitian terkait di atas, masih terdapat celah penelitian berupa belum adanya sistem persuratan digital yang secara khusus mengintegrasikan mekanisme keamanan *Two-Factor*

Authentication berbasis TOTP untuk melindungi data persuratan institusi pendidikan. Penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem informasi persuratan yang efisien dalam pengelolaan administrasi dan memiliki lapisan keamanan yang kuat melalui penerapan 2FA.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Prototype dalam pengembangan sistem. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap dengan melibatkan pengguna sejak awal proses. Prototype merupakan rancangan awal perangkat lunak yang digunakan untuk mengilustrasikan konsep, menguji desain, serta mengidentifikasi masalah dan solusinya. Tahapan metode ini meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan prototype, pengujian sistem, implementasi, dan evaluasi sebagai bagian integral dari proses [13]. Adapun tahapan penelitian sebagai berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3.1. Studi Literatur

Tahapan pertama, yaitu studi literatur yang dimana pada tahapan ini peneliti melakukan kajian terhadap literatur yang ada untuk memahami teori, konsep, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan sistem informasi persuratan, keamanan *Two-Factor Authentication*, pengembangan web menggunakan framework Laravel, serta metode pengembangan sistem menggunakan *Prototype*. Studi literatur ini memberikan landasan teoritis yang kuat dalam perancangan dan implementasi sistem.

3.2. Identifikasi Kebutuhan

Tahap kedua, yaitu identifikasi kebutuhan yang dimana peneliti mengidentifikasi kebutuhan dari sistem informasi persuratan yang akan dikembangkan secara mendalam guna memastikan pengembangan sistem sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan. Proses identifikasi dilakukan melalui diskusi dengan pemangku kepentingan di Politeknik Negeri Bengkalis meliputi jenis-jenis surat, alur kerja persuratan, peran pengguna, dan mekanisme keamanan yang diperlukan.

3.3. Perancangan Sistem

Tahap ketiga, yaitu perancangan sistem yang dimana peneliti merancang sistem berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi yang mencakup desain arsitektur, *prototype*, dan desain antarmuka sistem informasi persuratan yang akan dikembangkan. Perancangan meliputi pembuatan *Use Case Diagram*,

Activity Diagram, desain database, dan desain *interface*.

3.4. Implementasi Sistem

Tahap keempat, implementasi sistem yang dimana rancangan yang telah disusun sebelumnya akan dikembangkan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah ditentukan dalam studi kasus ini yaitu pengembangan sistem informasi persuratan dengan keamanan *Two-Factor Authentication*.

3.5. Pengujian Sistem

Tahap kelima, yaitu pengujian sistem yang dimana peneliti melakukan pengujian untuk memastikan sistem yang telah dikembangkan berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* yang mencakup pengujian fungsi login, verifikasi 2FA, pembuatan surat, verifikasi surat, disposisi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil dan pembahasan memaparkan hasil perancangan dan implementasi sistem informasi persuratan berbasis web dengan keamanan *Two-Factor Authentication* (2FA). Pembahasan bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem memenuhi kebutuhan pengguna dan menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya.

4.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai struktur dan alur kerja aplikasi yang akan dibangun. Pada tahap ini, sistem dirancang menggunakan pemodelan Unified Modeling Language (UML) yang meliputi use case diagram dan activity diagram sebagai dasar dalam proses implementasi sistem.

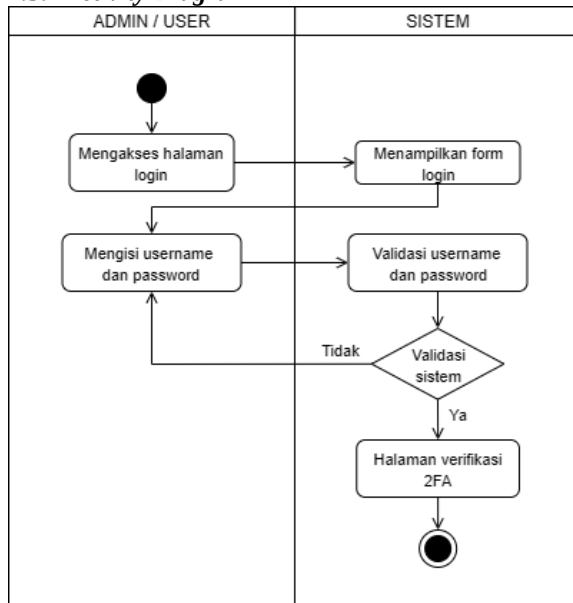
4.2. Use Case Diagram



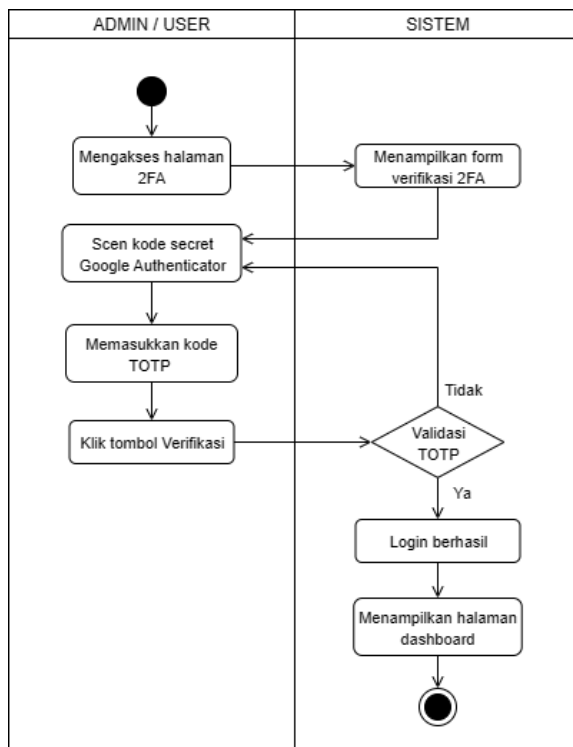
Gambar 2. Use Case Diagram

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa Admin memiliki hak akses penuh untuk mengelola akun pengguna, template surat, dan struktur unit. Pembuat Surat dapat membuat surat baru menggunakan template yang tersedia. Verifikator bertugas memverifikasi dan menandatangani surat secara digital. Sekretaris Unit meneruskan surat kepada pimpinan untuk persetujuan akhir. Pimpinan memberikan persetujuan final terhadap surat yang diajukan.

4.3. Activity Diagram



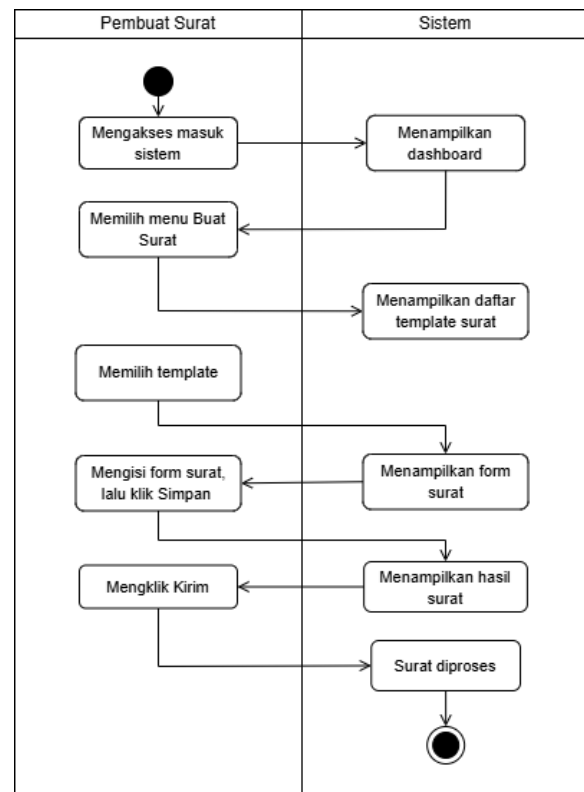
Gambar 3. Activity Diagram Login



Gambar 4. Activity Diagram Verifikasi 2fa

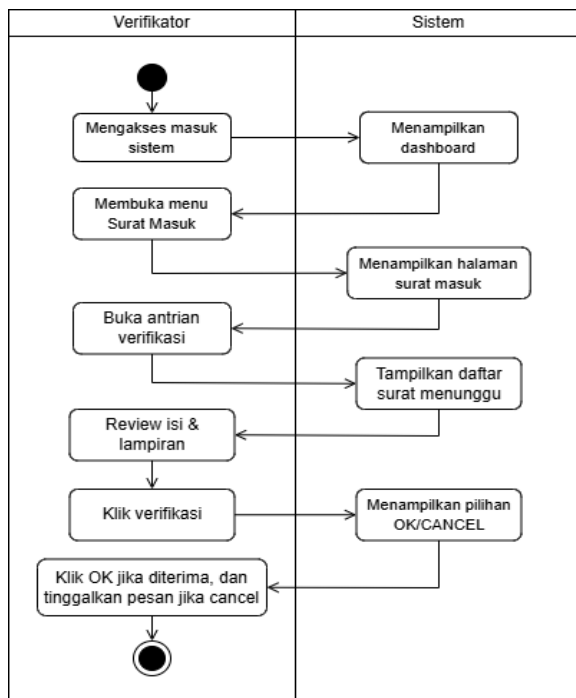
Pada gambar 3 menjelaskan bahwa user dan admin harus login terlebih dahulu untuk mengakses website. Setelah memasukkan Email dan kata sandi lalu sistem akan melakukan validasi tersebut untuk ke Halaman Verifikasi 2FA selanjutnya. Jika password tidak valid, pengguna akan dikembalikan ke halaman login untuk mencoba kembali.

Pada gambar 4 user dan admin akan melalui tahap otentikasi dua faktor untuk meningkatkan keamanan saat login ke sistem. Halaman ini menampilkan QR code atau kode secret yang harus dipindai menggunakan aplikasi *Google Authenticator* untuk menghasilkan kode TOTP. Jika kode TOTP pertama kali tidak valid, sistem akan mengembalikan pengguna ke halaman 2FA dan mengatur ulang QR code atau kode secret untuk mencoba kembali. Apabila kode TOTP valid, user dan admin akan diarahkan ke halaman dashboard.



Gambar 5. Activity Diagram Pembuatan Surat

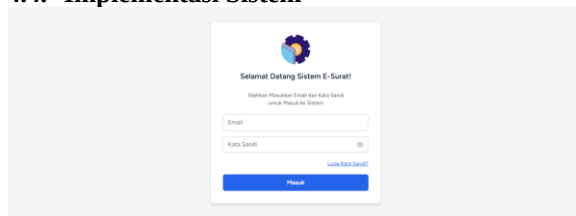
Pada gambar 5 pengguna dapat memilih menu Buat Surat. Sistem akan menampilkan daftar template surat yang telah disediakan oleh admin. Pengguna memilih jenis surat yang ingin dibuat, lalu mengisi data sesuai form yang ditampilkan. Setelah surat diisi lengkap, pengguna menekan tombol Simpan, lalu pembuat surat mengklik kirim dan surat akan diproses.



Gambar 6. Activity Diagram Verifikasi Surat

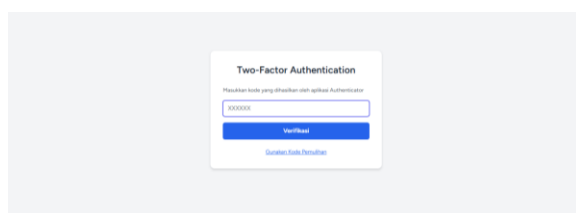
Pada gambar 6 pengguna memilih menu surat masuk lalu sistem menampilkan halaman surat masuk kemudian pengguna memilih salah satu untuk meninjau isi dan lampiran. Setelah melakukan pengecekan, user menekan tombol Verifikasi, dan sistem menampilkan pilihan OK atau Cancel. Jika memilih OK, surat disetujui dan diteruskan ke tahap berikutnya. Jika memilih Cancel, surat dikembalikan ke pembuat disertai pesan atau catatan koreksi.

4.4. Implementasi Sistem



Gambar 7. Halaman Login

Pada gambar 7 halaman login dirancang sederhana dan fokus pada fungsionalitas utama untuk masuk ke sistem. Di bagian tengah layar, terdapat sebuah form yang berisi dua kolom input, yaitu Email dan Kata Sandi, diikuti dengan tombol Masuk.



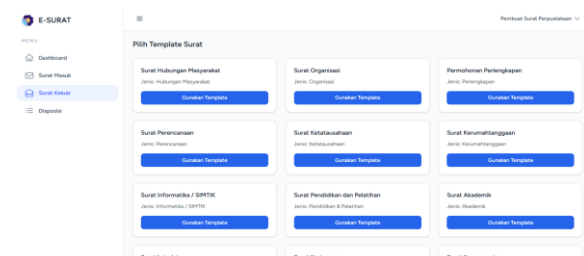
Gambar 8. Halaman Verifikasi 2fa

Pada gambar 8 halaman 2fa dirancang untuk mengelola proses verifikasi lapis kedua saat pengguna akan mengakses sistem. Pada bagian tengah halaman, ditampilkan sebuah kolom input yang digunakan untuk memasukkan kode verifikasi 6 digit yang dihasilkan secara dinamis oleh aplikasi autentikator, seperti Google Authenticator. Di bawah kolom input, terdapat tombol Verifikasi yang berfungsi untuk mengirimkan dan memvalidasi kode verifikasi. Jika kode yang dimasukkan valid, maka pengguna akan diarahkan ke sistem dan mendapatkan akses penuh sesuai haknya.



Gambar 9. Halaman Dashboard User

Pada gambar 9 halaman dashboard user, terdapat sidebar di sisi kiri yang memuat menu navigasi seperti Dashboard, Surat Masuk, Surat Keluar, Disposisi. Area utama dashboard menampilkan ringkasan jumlah Surat Masuk dan Surat Keluar, masing-masing dilengkapi dengan ikon dan warna berbeda sebagai penanda kategori. Di bagian kanan atas, menunjukkan fitur akun pengguna yang terintegrasi. Tampilan ini dirancang sederhana dan informatif untuk memudahkan manajemen surat secara digital.



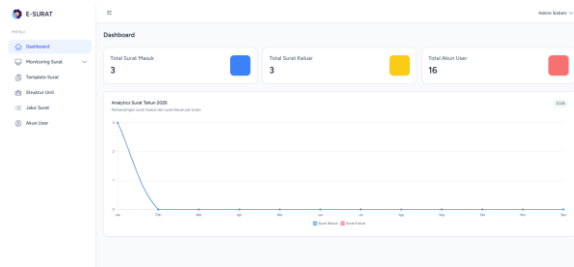
Gambar 10. Halaman Buat Surat

Pada gambar 10 halaman ini menampilkan daftar template surat yang tersedia dalam bentuk card yang dapat diklik. Setelah user memilih template, sistem menampilkan form isian yang telah disesuaikan dengan struktur template tersebut, termasuk field untuk perihal, tujuan, isi surat, dan upload lampiran.



Gambar 11. Halaman Surat Masuk Verifikator

Pada Gambar 11 halaman ini menampilkan preview surat dalam format dokumen resmi lengkap dengan kop surat institusi. Panel kiri menampilkan isi surat secara lengkap, sedangkan panel kanan menampilkan informasi asal surat, nomor surat elektronik, dan tiga tombol aksi utama yaitu Setujui Surat, Kembalikan untuk Revisi, dan Tolak Surat. Verifikator dapat langsung membaca konten surat dan memberikan keputusan dengan memilih salah satu dari tiga opsi aksi tersebut. Jika memilih revisi atau tolak, sistem akan menampilkan form untuk mengisi catatan yang akan dikirimkan kembali kepada pembuat surat.



Gambar 12. Halaman Dashboard Admin

Pada gambar 12 halaman Dashboard admin, terdapat sidebar navigasi dengan beberapa menu utama, yaitu Dashboard, Monitoring Surat, Template Surat, Struktur Unit, Jalur Surat, Akun User. Area utama dashboard menampilkan enam kotak ringkasan data, masing-masing menunjukkan jumlah Surat Masuk, Surat Keluar, dan Akun User. Tampilan ini memberikan gambaran umum aktivitas sistem kepada admin secara cepat dan informatif, serta mendukung pemantauan dan manajemen sistem persuratan digital secara terpusat dan efisien.

4.5. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai kebutuhan. Skenario pengujian mencakup input valid dan tidak valid pada proses login, verifikasi 2FA, pembuatan surat, verifikasi surat, dan disposisi. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan stabil, responsif, dan sesuai spesifikasi.

Tabel 1. Pengujian Black Box Testing pada sistem informasi persuratan.

No	Fitur yang diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Login	Memasukkan email dan password yang benar	Sistem mengarahkan ke halaman verifikasi 2FA	Berhasil
2.	Login	Memasukkan email atau password yang salah	Sistem menampilkan pesan error	Berhasil
3.	Verifikasi 2FA	Memasukkan kode TOTP yang valid	User berhasil login dan diarahkan ke dashboard	Berhasil
4.	Verifikasi 2FA	Memasukkan kode TOTP yang tidak valid	Sistem menampilkan pesan error dan tetap di halaman 2FA	Berhasil
5.	Verifikasi 2FA	Memasukkan kode TOTP yang sudah expired (>30 detik)	Sistem menampilkan pesan kode expired dan meminta kode baru	Berhasil
6.	Buat Surat	Pembuat surat mengisi form surat dan menyimpan	Data surat tersimpan sebagai draft.	Berhasil
7.	Kirim Surat	Pembuat surat mengirim surat untuk verifikasi	Status surat berubah menjadi "menunggu verifikasi" dan surat masuk ke daftar verifikator	Berhasil
8.	Verifikasi Surat	Verifikator menyetujui surat yang masuk	Status surat berubah menjadi "Disetujui" dan diteruskan ke tahap berikutnya sesuai alur	Berhasil
9.	Verifikasi Surat	Verifikator menolak surat dengan memberikan catatan	Surat dikembalikan ke pembuat dengan catatan perbaikan	Berhasil
10.	Tanda Tangan Digital	Verifikator memberikan tanda tangan digital pada surat yang disetujui	QR Code tanda tangan digital tergenerate dan tertanam pada dokumen surat	Berhasil
11.	Disposisi Surat	Mendisposisikan surat ke unit lain	Surat masuk ke daftar surat masuk unit tujuan	Berhasil
12.	Tambah Template (Admin)	Menambah template surat baru	Template berhasil tersimpan dan muncul di daftar template	Berhasil
13.	Tambah User (Admin)	Menambah user baru dengan role tertentu	User berhasil ditambahkan dan dapat login	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian *Black Box Testing* pada Tabel 1, seluruh fungsi sistem berjalan dengan baik sesuai spesifikasi yang telah dirancang melalui 13 skenario pengujian. Fitur autentikasi 2FA berfungsi optimal dengan validasi kode TOTP yang akurat dan

mampu mendeteksi kode yang kedaluwarsa atau tidak valid. Proses pembuatan surat, verifikasi, disposisi, serta seluruh fungsi inti lainnya berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun Sistem Informasi Persuratan Berbasis Web dengan Keamanan *Two-Factor Authentication* di Politeknik Negeri Bengkalis. Sistem ini secara efektif mengatasi permasalahan pengelolaan persuratan manual menjadi digital melalui fitur pembuatan surat digital menggunakan template, disposisi elektronik, dan distribusi otomatis. Penerapan mekanisme 2FA berbasis TOTP yang terintegrasi dengan Google Authenticator memberikan perlindungan berlapis dengan validasi kode dinamis setiap 30 detik. Hasil pengujian *Black Box Testing* pada 13 skenario menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi dengan validasi input yang baik dan mekanisme autentikasi yang efektif. Sistem alur dinamis yang diterapkan memungkinkan adaptasi terhadap perubahan struktur organisasi tanpa modifikasi kode program, sehingga meningkatkan efisiensi administrasi persuratan dan keamanan data institusi. Saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang meliputi penambahan fitur *notifikasi real-time* melalui email atau aplikasi pesan untuk meningkatkan responsivitas pengelolaan surat, pengembangan aplikasi *mobile* agar sistem dapat diakses kapan saja dan di mana saja, serta pelaksanaan pengujian keamanan lebih mendalam seperti penetration testing untuk memastikan ketahanan sistem terhadap berbagai jenis serangan siber.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Darmansah, L. S. Salsabina, N. F. Ayundari, and R. Arifandi, "Pengembangan Sistem Persuratan untuk Meningkatkan Efisiensi dan Keamanan Data," *Cemara Education and Science*, vol. 2, no. 2, May 2024.
- [2] BSSN, "BSSN Records 361 Million Cyber Attacks in Indonesia," 2023. [Online]. Available: <https://en.tempo.co/read/1797753/bssn-records-361-million-cyber-attacks-in-indonesia>
- [3] Kaspersky, "Brute-force Attack Growth in SEA," 2024. [Online]. Available: <https://gizmologi.com/news/bruteforce-attack>
- [4] J. Olbinson and J. Jonifan, "Implementasi Teknologi Two Factor Authentication dengan Metode Time-Based One Time Password (TOTP)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 6, no. 2, pp. 133–140, 2023.
- [5] T. A. Mahardi, D. D. P. Kriatiadi, Y. A. Setiawan, and F. M. Albar, "Perancangan Sistem Informasi Surat Menyurat Berbasis Web Pada Kampus STMIK Kuwera," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi (SINTEK)*, vol. 4, no. 1, 2024.
- [6] R. Kurniah, "Penerapan Sistem Informasi Berbasis Web Untuk Pengelolaan dan Pengarsipan Dokumen," *Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 258–267, 2023, doi: 10.29408/jit.v6i2.11946.
- [7] T. Darmansah, G. A. Pasaribu, D. Juliani, S. N. Pulungan, and C. A. Pangolongan, "Optimalisasi Sistem Informasi Administrasi Digital untuk Meningkatkan Efisiensi Layanan dan Keamanan Informasi Organisasi," *Socius: Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Sosial*, vol. 2, no. 11, pp. 108–112, 2025, doi: 10.5281/zenodo.15535360.
- [8] D. R. Briantama and N. D. Hendrawan, "Aplikasi Persuratan Digital Berbasis Web untuk Manajemen Dokumen dengan Metode ADDIE," *BIMASAKTI*, vol. 6, no. 1, pp. 72–83, 2023.
- [9] D. R. Wulan and S. R. Nudin, "Rancang Bangun Sistem Informasi Persuratan Berbasis Web di Fakultas Vokasi Universitas Negeri Surabaya," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 16, no. 1, 2024.
- [10] I. N. Efendi, A. P. Utomo, and D. Suwardiyanto, "Rancang Bangun Sistem Tata Kelola Persuratan Internal Politeknik Negeri Banyuwangi Berbasis Web," *Jurnal SESSION*, vol. 3, no. 2, pp. 41–46, Mar. 2025, doi: 10.57203/session.v3i02.2025.41-46.
- [11] I. Susilowati, B. Budiman, and I. Umami, "Perancangan Sistem Informasi Surat Menyurat Pada Sekolah Dasar Dikampungbaru Berbasis Website," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 4, no. 2, pp. 455–461, Jul. 2022, doi: 10.47233/jteksis.v4i2.580.
- [12] Y. Heriyanto, A. A. Qalban, and I. A. Mukaromah, "Pengembangan Metode Login Two Factor Authentication (2FA) untuk Keamanan Sistem Informasi Akademik," *JINITA*, vol. 4, no. 2, Dec. 2022.
- [13] R. P. Putra and A. Hermanto, "IMPELEMENTASI METODE PROTOTYPE DALAM PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI EDUKASI PAJAK BERBAIS CORETAX 2024," 2025.